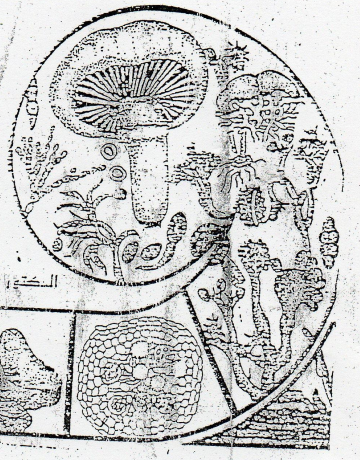
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

أساسيات علم الفطريات



الدكتور عبدالله بن شاكر أبو حنيفة

١٤٠٧هـ
الناشر: عمادة شؤون المكتبات - جامعة الملك سعود
١٩٨٧م

مكتب الأول للاستنساخ
داخل قيصرية الدباغ - مقابل الباب الرئيس للجامعة



PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

وثالوسها الفطري Filamentous Soma (Thallus) لا يحتوي على جذور وسيقان وأوراق كما هو معروف في النباتات الراقية. وهذه الكائنات تتباين في حجمها وقوامها وطبيعة معيشتها وطرق تكاثرها، وهي تشبه الطحالب من حيث تركيبها الجسدي، فهي إما أن تكون وحيدة الخلية، أو خيطية، أو تتشابك خيوطها لتكوين تراكيب خلوية، ولكنها تختلف عن الطحالب اختلافا جوهريا من حيث خلو غزلها الفطري من مادة الكلوروفيل (اليخضور) والبلاستيدات الخضراء، ولذلك فهي من الكائنات غير ذاتية التغذية Heterotrophs أي أنها لا تستطيع أن تعيش كالطحالب معتمدة على نفسها لاستيفاء احتياجاتها الغذائية، بل لابد لها من أن تستوفى تلك الاحتياجات من مصادر حية، وتعرف بالفطريات المتطفلة Parasitic fungi ، أو من مصادر عضوية ميتة، وتعرف بالفطريات المترممة Saprophytic fungi ، وهي تحصل على غذائها بطريقة الإمتصاص وتستخدم المواد الكربوهيدراتية لتأمين احتياجاتها من الطاقة، كما تستخدم بعض الأنواع الفطرية الأخرى، الدهون والبروتينات والكحولات والأحماض الدهنية لهذا الغرض.

وتتكون الفطريات إما من أجسام وحيدة الخلية (مثل فطريات الخميرة Yeasts)، أو من خيوط دقيقة مجهرية الحجم تعرف بالخيوط الفطرية Hyphae ، قد تكون مقسمة إلى خلايا، أو غير مقسمة، وهذه الخيوط أو الهيفات تنمو وتتفرع وتتشابك معا لتكون الميسيليوم Mycelium الذى يطلق عليه الغزل الفطري وهو الذي يكون جسم الفطر.

والفطريات مهما بلغ حجمها، لا يتكون جسمها إلا من هذه الهيفات فقط، فلا يتميز في تركيبها أي أنسجة كما هو معروف في النباتات، أو الحيوانات الراقية. ويتراوح طول الغزل الفطري ما بين عدد قليل من الميكرونات إلى عدة أمتار في الطول. أما قطر الهيفا فهي تتراوح ما بين ٥ إلى ١٠٠ ميكرون (الميكرون هو وحدة قياس يساوي $\frac{١}{١٠٠٠}$ من الملليمتر الواحد).

وفي العادة فإن الهيفات الفطرية تكون عديمة اللون، ولكنها في بعض الفطريات تتخذ عدة ألوان مختلفة، وهذا راجع إلى طبيعة المواد الغذائية المختزنة، أو إلى وجود بعض الأصباغ المختلفة.

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

عمادة شؤون المكتبات : جامعة الملك سعود ٤٣ ص
أساسيات علم الفطريات
تأليف: الدكتور عبدالله بن ناصر ابو حيله
١٤٠٧ هـ ١٩٨٧م الرياض

الفصل الأول

علم الفطريات: تعريفه وتاريخه

مقدمة

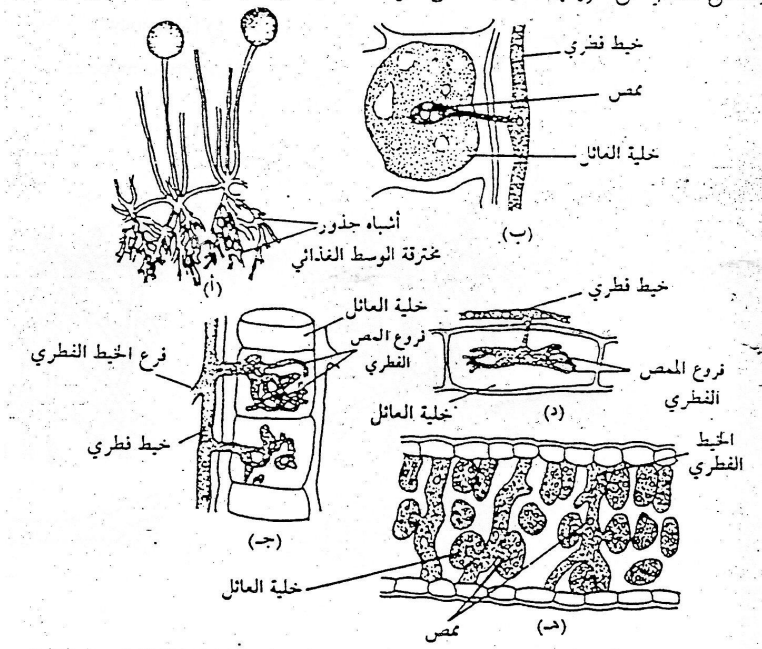
علم الفطريات Mycology هو العلم الذي يختص بدراسة تركيب وتصنيف وطرق تكاثر الأنواع المختلفة من الفطريات والأهمية الاقتصادية لها. لذا جاءت التسمية العلمية لهذا الاختصاص من الكلمات اليونانية القديمة التالية: (ميكوس Mykes تعنى فطرة عيش الغراب. ولوجوس Logos بمعنى علم أو دراسة). أما دراسة ما سبق أن توصل إليه العلماء من معرفة في مجال الأمراض النباتية التي تصيب النباتات وخاصة المحاصيل الزراعية ومسببات تلك الأمراض (فطرية، بكتيرية، فيروسية.. إلخ) وطرق مقاومتها أو الحد من انتشارها فيسمى علم أمراض النبات Phytopathology.

وقد أخذ 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 بدأ التخصص فقُسِّم علم الفطريات إلى عدد من الفروع الرئيسية، التي يكاد أن يصبح كل فرع منها علمًا مستقلاً بذاته، شأنه في ذلك شأن بقية العلوم الأخرى، وأهم هذه الفروع: بيئة الفطريات Fungal ecology ، فسيولوجيا الفطريات Fungal physiology ، وراثة الفطريات Fungal geneties ، علم الفطريات الصناعية Industrial mycology ، وعلم الفطريات الطبية Medical mycology ، إلى غير ذلك من فروع هذا العلم التي تستجد كل يوم.

وتقع الفطريات ضمن مجموعة الكائنات حقيقية النواة Eukaryota ، ولذا فهي تتبع مملكة خاصة بها يطلق عليها مملكة الفطريات Myceteae (Whittaker 1969)،

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

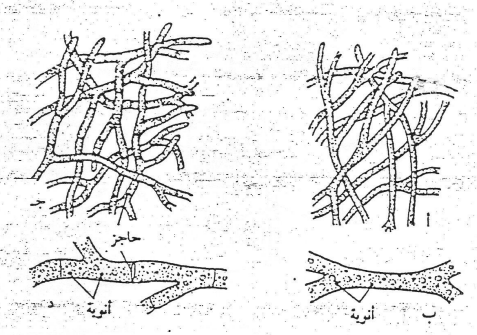
وبالإضافة إلى ذلك فإن بعض الفطريات الزقية Ascomycetes كأنواع الخمائر Yeasts ليس لها بنية خيطية، وإنما يتألف الفطر من خلايا مستديرة أو بيضية تتكاثر غالبا بالتبرعم. والخيوط الفطرية غالبا تكون متفرعة، والفروع الجانبية لا تختلف في بنيتها عن الخيوط التي تتفرع عنها، ولكنها في الفطريات المتطفلة، كما هو الحال في فطريات البياض الزغبي، والدقيقي، والأصداء حيث تبدى تطورا شكليا خاصا فهذه الفروع تخترق خلايا النبات العائل دون أن تتابع نموها بل تتحول إلى أشكال مستديرة أو بيضية، أو خيطية متفرعة، يطلق عليها أعضاء الامتصاص أو الممصات Haustoria يمتص الفطر عن طريقها احتياجاته من المواد الغذائية من النبات العائل (شكل ٢).



شكل (٢) أ ـ أشباه الجذور متفرعة عند قاعدة حوامل الحوافظ الجرثومية ومخترقة الوسط الغذائي في الفطر *رايزوبس ستولونيفر*.
(ب ـ هـ) طرز متنوعة من الممصات الفطرية.

(عن باندى وتريفيدى ١٩٧٩)

كل هيفا فطرية تتكون من جدار خارجي رقيق وتجويف داخلي ممتلىء بمادة البروتوبلازم. وفي بعض الفطريات الخيطية يكون بروتوبلازم الهيفا الفطرية مستمرًا، وفي البعض الآخر تنقسم الهيفا إلى عدد من الخلايا الفطرية تفصلها حواجز عرضية تسمى Septa (المفرد Septum)، هذه الخلايا إما أن تكون وحيدة النواة أو ثنائية أو عديدة الأنوية. والحواجز الموجودة بين الخلايا لها فتحة صغيرة مركزية تسمح باتصال البروتوبلازم بين خلية وأخرى (شكل ١ جـ، د). وفي الفطريات الخيطية التي لا يوجد في هيفاتها حواجز عرضية، يطلق عليها هيفات غير منقسمة أو عديمة الحواجز، (مدمج خلوي Coenocytic = Nonseptate) في داخلها عدد كبير من الأنوية كما هو الحال في الفطريات الطحلية Phycomycetes (شكل ١أ، ب).



شكل (١) الخيوط الخضرية والغزل الفطري.

أ ـ ميسليوم غير منقسم.
ب ـ جزء مكبر من خيط فطري غير منقسم
جـ ـ ميسليوم منقسم
د ـ جزء مكبر من خيط فطري منقسم

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

والفطريات تمثل مجموعة كبيرة واسعة الانتشار حيث تضم وفقا لإحدى الإحصائيات الحديثة أكثر من ١٠٠ ألف نوع موصوف (Saigo 1983)، ويزداد هذا الرقم باستمرار. وتوجد في كل مكان تتوفر فيه المواد العضوية، وهي تنمو بغزارة في الظلام، والضوء الضعيف، وخاصة في البيئات الرطبة، وتوجد في المناطق الحارة، والمعتدلة، والباردة وكذلك فهي منتشرة في التربة، ومنتشرة في الهواء، وتعيش قلة منها في مياه البحار، والأنهار، والبرك، ويمكن القول إنه لا تكاد توجد حواجز جغرافية تقف أمام توزيعها.

مناهج الحياة المختلفة بين الفطريات

لما كانت الفطريات خالية تمامًا من البلاستيدات الخضراء، فإنها تعجز على أن تعيش بذاتها بل لابد لها من الاعتماد على غيرها من الكائنات الحية الأخرى، أو المواد العضوية الميتة، لاستيفاء احتياجاتها من المواد الغذائية لا سيما المواد الكربوهيدراتية ولذلك فهي مضطرة للحصول عليها من الكائنات الحية، أو المواد الميتة. أي أنها تعتبر ضمن الكائنات غير ذاتية التغذية، فالفطريات التي تعيش على غيرها من أحياء، سواء إنسان، أو حيوان، أو نبات تعرف بالمتطفلة، أما التي تعيش على بقايا عضوية، أو مخلفات حيوانية، أو نباتية فتعرف بالمترممة، والتي تعيش معيشة تكافلية، أي تبادل منفعة مع غيرها من الكائنات تسمى بالفطريات المتكافلة Symbiotic fungi. وتستطيع بعض الفطريات التي تكون عادة طفيلية أن تعيش أيضا معيشة رمية في غياب عائلها، كما أن بعض الفطريات المترممة يمكنها أيضا أن تلجأ إلى التطفل على الكائنات الحية، خلال طور من أطوار حياتها، أو تحت ظروف معيشية أخرى. ويمكن تمييز مناهج الحياة المختلفة بين الفطريات فيما يلي:

١ ـ فطريات إجبارية التطفل Obligate Parasitic Fungi

وهي التي تعيش في الطبيعة متطفلة على عوائل خاصة تلائمها، ولا تستطيع أن تعيش بمنأى عن عوائلها، ومنها ما يقضي دورة حياته، وينتج كافة طرز جراثيمه على عائل واحد، وتعرف بالفطر وحيد العائل، مثل فطر بلازموبارا فيتيكولا *Plasmopara viticola* الذي يسبب مرضا للعنب، يسمى بمرض البياض الزغبي للعنب Downy mildew of grapes، ومنها ما هي متباينة العائل مثل فطرة صدأ الساق الأسود في القمح *Puccinia graminis* التي تقضي دورة حياتها على عائلين مختلفين أحدهما عائل نجيلي، والآخر نبات البربري، فتكون جراثيم كونيدية على العائل النجيلي وتكون جراثيم بكنيدية، وأخرى أسيدية على نبات البربري.

وتجدر الإشارة إلى أن الفطريات المتطفلة إجباريا، إذا لم تجد العائل المناسب لها فإنها تمر بفترة كمون أو تموت. كما لا يمكن تنميتها معمليا على بيئات صناعية، ومن المحتمل أن يتمكن العلماء والباحثون في مجال علم الفطريات من ابتكار مثابت تركيبية لتنمية جميع الفطريات الإجبارية التطفل، وذلك عندما يصبحوا على بينة أكثر بفسيولوجية هذه الفطريات.

٢ ـ فطريات اختيارية التطفل Facultative Parasitic Fungi

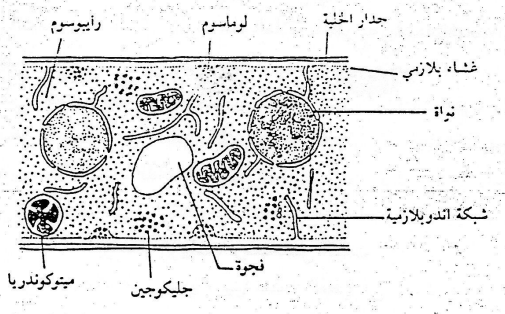
وهي التي تعيش في الظروف الطبيعية مترممة، أي تنتهج منهج الترمم، فتعيش على مواد عضوية متحللة موجودة في التربة، فإذا لم تجد هذه المواد ووجدت عائلاً مناسبًا، فإنها تستطيع التطفل عليه، ومن أمثلتها الفطرة المسببة لمرض ذبول القطن التي تتبع الجنس *Fusarium* sp. والذي يسبب أمراضًا خطيرة للقطن. ويؤثر ذلك على اقتصاديات معظم البلدان التي جعلت القطن محصولا رئيسيا لها.

٣ ـ فطريات إجبارية الترمم Obligate Saprophytic Fungi

هي تلك الفطريات التي لا تستطيع أن تعيش على أحياء، بل تعيش على مواد عضوية متحللة، سواء كانت بقايا نباتية، أو حيوانية، وهي تختلف من حيث قدرتها الإنزيمية، مثل فطريات السكر التي لا تستطيع أن تستغل إلا المواد البسيطة كالسكريات، والأحماض الأمينية كفطرة البنيسيليوم *Penicillium* sp. ومنها فطريات الدبال التي لها قدرة إنزيمية كبيرة، تستطيع أن تستغل المواد المعقدة الموجودة في الدبال مثل السليلوز واللجنين مثل فطرة الترايكوديرما *Trichoderma* sp.، وغالبية الفطريات التي تستغل صناعيًا، تنتمي إلى الفطريات إجبارية الترمم.

التركيب الداخلي للخلية الفطرية

خلايا الفطريات (ما عدا الفطريات الهلامية) تشبه خلايا النباتات الخضراء من حيث المظهر العام (شكل ٣). ولكل خلية جدار صلب، إلا أن التركيب الكيميائي لجدار الخلية الفطرية ليس متشابهًا في جميع الفطريات حيث يكون السليلوز في بعض الأنواع المكون الرئيسي لجدار الخلية، وفي معظم أنواع الفطريات، وخاصة الطرز الأرقى، فإن جدار الخلية يتكون بالدرجة الرئيسية من مادة الكيتين - جلوكان Chi-tin-Glucan تشبه الكيتين الذي يغطي جسم الحشرات والتي هي عبارة عن متبلمر، وحداته هي أسيتايل الجلوكوز الأميني، ويسمى بالسليلوز الفطري. وقد كان لاختراع المجهر الإلكتروني أهمية كبرى في كشف التركيب الدقيق للخلايا الفطرية إذ أظهرت الدراسات الدقيقة بواسطة هذا المجهر أن مادة الجدار الخلوي تتكون من طبقة واحدة، أو عدة طبقات من ألياف دقيقة Microfibers تكون مطمورة داخل مادة أساسية.



شكل (٣) يوضح التركيب الدقيق لجزء من خيط فطري غير مقسم.

النواة في خلايا الفطريات واضحة ومركبة تركيبًا منظمًا كما في النباتات الراقية. وفي الفطريات التي تكون خيوطها هيفات غير مقسمة بحواجز عرضية تكون الأنوية منتشرة بصورة متجانسة خلال السيتوبلازم، أما كل خلية من خلايا الخيوط المقسمة بحواجز عرضية فتحتوى على نواة واحدة أو نواتين أو أكثر (شكل ٤). وذلك على حسب نوع

٤ ـ فطريات اختيارية الترمم Facultative Saprophytic Fungi

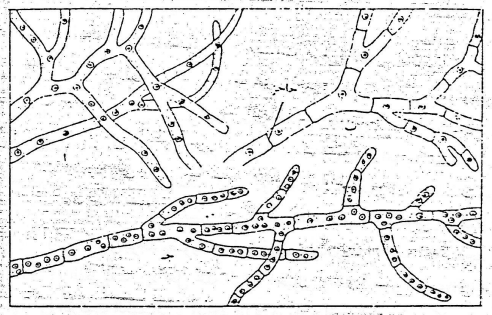
وهي التي تعيش عادة متطفلة ولكنها إذا لم تجد العائل الملائم فإنها تلجأ إلى الترمم، وتعيش على مواد عضوية في التربة كما يمكن زراعتها في المختبر على أوساط غذائية مختلفة، ومن أمثلتها الفطريات المسببة لأمراض التفحم Smuts في نباتات الحبوب. وسميت كذلك لأنها تحول الأجزاء النباتية التي تصيبها إلى ما يشبه الفحم.

٥ ـ فطريات متكافلة Symbiotic Fungi

وهي التي تعيش بطريقة التكافل أي تبادل المنفعة، مع كائنات حية أخرى كبعض الطحالب مكونة ما يعرف بالأشن Lichens فكل أشنة تتكون من طحلب وفطر يعيشان معا، ككائن مركب يتبادلان المنفعة ويؤدى كل منهما وظيفة لصالح المجموعة. هي علاقة تكافلية بين الفطريات والطحالب.

وتوجد علاقة تكافلية أخرى، تتمثل في العلاقة بين جذور نباتات راقية، وفطريات تعيش في التربة، وتعرف هذه العلاقة بالجذر فطريات Mycorrhiza (mykes = فطرة، rhiza = جذر)، وهي إما أن تكون خارجية حيث يحيط غلاف فطري بالجذر، وتنعدم الشعيرات الجذرية، ويحل محلها امتدادات فطرية تساعد على إمتصاص الماء والذائبات، مقابل ذلك يمد الجذر الفطرة باحتياجاتها الكربوهيدراتية. أما في جذر الفطريات الداخلية فتمضي الفطرة جزءاً من غزلها الفطري داخل الجذر، بمعنى أن الفطرة تكوّن تشابكات خيطية داخل الخلايا القشرية الجذرية، وتستطيع أن تهضم ما تحتاجه بواسطة إنزيمات، ويستخلص النبات الراقي من هذه التشابكات بعض من احتياجاته النيتروجينية، بينما تستمد الفطرة من النبات الراقي احتياجاتها الكربوهيدراتية.

أما الطراز الثالث فهو الجذر فطريات المحيطة، وتمثل علاقة تكافلية بين المجموع الجذري للنبات الراقي، وما يحيط به من فطريات، أو كائنات، ونجد أن كل مجموع جذري يجذب إليه طرازًا خاصًا من الفطريات يستطيع أن يستفيد منها وتستطيع أن تستفيد منه.



شكل (٤) ثلاثة أنواع من الخيوط الفطرية.
(أ) خيط فطري غير منقسم (مدمج خلوي)
(ب) خيط فطري منقسم خلاياه أحادية النواة.
(جـ) خيط فطري منقسم خلاياه عديدة الأنوية.

الفطر، والطور الذي يمر به، خلال دورة حياته، وتوجد حالات تكون فيها الخلية الفطرية محتوية على عدد كبير جدا من الأنوية كما في حالة الفطر *نيوروسبورا كراسا* *Neurospora crassa* الذي يصل فيه عدد الأنوية إلى حوالي المائة في الخلية الواحدة.

وحجم النواة الفطرية دقيق إذ يتراوح قطرها عادة بين ١ إلى ٣ ميكرون، وشكلها عادة كروي، ومحاطة بغشاء نووي مزدوج توجد به ثقوب تعمل كممرات لتبادل المواد الغذائية، وغيرها بين النواة والسيتوبلازم. وخاصية وجود غشاء نووي محدد في الفطريات يمثل أحد الفروق المهمة التي تميز الفطريات كمجموعة عن البكتيريا كمجموعة أخرى والتي تتضمن الأكتينومبسيتات المعروفة باسم الفطريات الشعاعية.

وبفضل المجهر الالكتروني أمكن تمييز النوية Nucleolus والكروموسومات داخل النواة، ورغم صغر حجم الكروموسومات في الخلايا الفطرية فقد أمكن تحديد عددها

في بعض الفطريات، ولكن كثيرا ما تكون هذه الكروموسومات الصغيرة في حالة متجمعة، مما يصعب معه تمييز رؤيتها بوضوح وإجراء عدها بدقة.

ويحتوي سيتوبلازم الخلية الفطرية على عضيات صغيرة تسمى ميتوكوندريات Mitochondria وهي تشبه إلى حد كبير نظيراتها التي توجد في النباتات الخضراء، ولها أهمية كبيرة في عملية النشاط الحيوي للفطر المتعلقة بالبناء والهدم، ويختلف شكل الميتوكوندريات تبعا لنوع الفطر وأطوار دورة حياته. كما يتأثر ذلك أيضا بالمؤثرات الخارجية والظروف البيئية التي يعيش فيها الفطر. الفجوات، والجليكوجين، والقطرات الزيتية، ومواد أخرى توجد بصورة اعتيادية في السيتوبلازم، أما النشاء فلا يوجد على الاطلاق في الفطريات. إذ حل محله النشاء الحيواني (الجليكوجين Glycogen) الذي يشبهه في التركيب الكيميائي. وتوجد الدهون والأحماض العضوية بشكل واسع في الخلايا الفطرية ولكن كميتها قليلة تصل إلى ١ - ٢٪ من الوزن الجاف للأجسام الحجرية. كذلك يشاهد في أكثر الفطريات انتشار مادة الفوليوتين Volutine ولها شكل حبيبات غير كبيرة، متوزعة في البروتوبلازم، وهي تتركب من أحماض نووية متحدة مع الفوسفات ومواد عضوية أخرى.

ونظرًا لاختلاف الفطريات عن الطحالب اختلافًا جوهريًا من حيث خلوها من البلاستيدات الخضراء وصبغ الأنثوسيانين Anthocyanin فإن لون الفطريات تسببه بعض الأصباغ ذات الطبيعة الكيميائية المختلفة، وهذه الأصباغ موجودة في الأغلفة الخلوية، أو في البروتوبلازم، أو في الفجوات، ولكن ليس لها أي دور وظيفي، أو فسيولوجي في حياة الخلية. إذ أنها تمثل فقط إحدى النواتج الأيضية الخلوية، وقد تفرز خلايا الفطر هذه الأصباغ إلى الخارج فتلون الوسط الذي ينمو عليه الفطر بألوان مميزة. مثل تلك التي تكون في الأوساط الغذائية لفطريات *البنيسيليوم* و*الأسبرجيللس*، وأكثر هذه الأصباغ عبارة عن أحماض عضوية مختلفة.

ويشكل الماء نسبة كبيرة في الخلية الفطرية إذ تبلغ نسبته حوالي ٩٨٪ من وزن الفطريات الهلامية (اللزجة) وقد تنقص هذه الكمية إلى ٨٠ - ٦٠٪ في الفطريات التي لها أجسام ثمرية متحجرة، وتتفاوت نسبة وجود العناصر المختلفة الأخرى في الخلية

هذه الفطاقة الفطرية تستطيع أن تعطى غزلا فطريا إذا هيأت لها الظروف المناسبة والظروف الفسيولوجية والبيئية المواتية، وفي أغلب الأحيان يستغل تفتت الغزل الفطري في المعمل للمحافظة على نمو المزارع الفطرية على المنابت الصناعية، وذلك بنقل قطعة صغيرة من الغزل الفطري إلى منابت طازجة لبدء مستعمرة جديدة (شكل ١٥).

٢ ـ الانشطار المستعرض Transverse Fission

ويحدث هذا النوع من التكاثر غالبًا في الفطريات وحيدة الخلية مثل فطريات الخميرة، وهو يشبه ما يحدث في الخلايا البكتيرية، وفيه تأخذ كل خلية في الاستطالة ثم تنقسم نواتها إلى نواتين، ثم ينحصر وسط الخلية حتى تنفصل إلى خليتين كل خلية تحتوى على نواة واحدة (شكل ٥ ب).

٣ ـ التبرعم Budding

يبدأ بظهور بروز خارجي من الخلية الأم يسمى البرعم Bud ، وتنقسم نواة الخلية الأم أثناء تكوين البرعم وتنتقل إحدى النواتين البنويتين إليه، ويأخذ حجم البرعم في الازدياد وهو ما زال متصلا بالخلية الأم. ولا يلبث أن ينفصل عنها مكونا فردًا جديدًا، وقد تنتج في بعض الأحيان سلسلة من البراعم لتكون غزلاً فطريًا قصيرًا، ويحدث التبرعم في غالبية فطريات الخميرة، وفطرة التافرينا، وبعض فطريات التفحم (شكل ٥ جـ).

٤ ـ تكوين وحدات خاصة

تستطيع كل وحدة لاجنسية تحت الظروف المناسبة أن تعطي غزلاً فطريًا جديدًا. وهذه الوحدات اللاجنسية ما هي إلا بمثابة طرز نمو بمعنى أنها ليست مهيأة للصمود ضد الظروف العدائية، ولكنها تعد بمثابة وحدات لسرعة انتشار الفطر أثناء الظروف المواتية، وبعض هذه الوحدات اللاجنسية ما هي إلا مهيأة داخليًا وفسيولوجيًا للصمود ضد الظروف غير الملائمة، ومن أمثلة الوحدات اللاجنسية التي تعد بمثابة طرز نمو أكثر منها جراثيم حقيقية الأويديات Oidia (مفردها Oidium) أو الجراثيم المفصلية Arthrospores حيث تتكون بالتخصر الجزئي بين الخلايا لكنها تحتفظ كل وحدة بكافة

الفطرية، إذ أنه عند تحليل الرماد المتخلف بعد الثالوس الفطري تبين وجود عناصر الكربون، النيتروجين، الايدروجين، الأكسجين، الكبريت، الفوسفور، البوتاسيوم، الماغنسيوم والحديد. وتوجد هذه العناصر في جميع الفطريات حيث تدخل في تركيب البروتينات.

طرق التكاثر في الفطريات

تستطيع الفطريات أن تتكاثر بطريقة، أو أكثر من الطرق الآتية :ـ

١ ـ التكاثر اللاجنسي Asexual Reproduction.

٢ ـ التكاثر الجنسي Sexual Reproduction.

والتكاثر اللاجنسي يسمى أحيانا بالتكاثر الجسدي Somatic ، أو الخضري Vegetative ، ولا يدخل فيه اتحاد بين أنوية، أو خلايا، أو أعضاء. أما التكاثر الجنسي فيتميز بوجود اتحاد بين نواتين جنسيتين.

التكاثر اللاجنسي

تتكاثر الفطريات لا جنسيًا بواسطة خلايا مختلفة الأشكال والأحجام، تنتج أفرادًا جديدة دون اتحاد بين أنوية أو خلايا أو أعضاء ذكرية وأخرى أنثوية. ويعد هذا النوع من التكاثر أكثر شيوعًا من التكاثر الجنسي، وبخاصة أن دورة حياة الفطر اللاجنسية تتكرر غالبا أكثر من مرة خلال موسم نمو الفطر، بينما يظهر الطور الجنسي في كثير من الفطريات مرة واحدة فقط في نهاية دورة الحياة.

ومن طرق التكاثر اللاجنسي الشائعة في الفطريات:

١ ـ الطريقة الخضرية أو التفتت (تجزئة الميسيليوم)

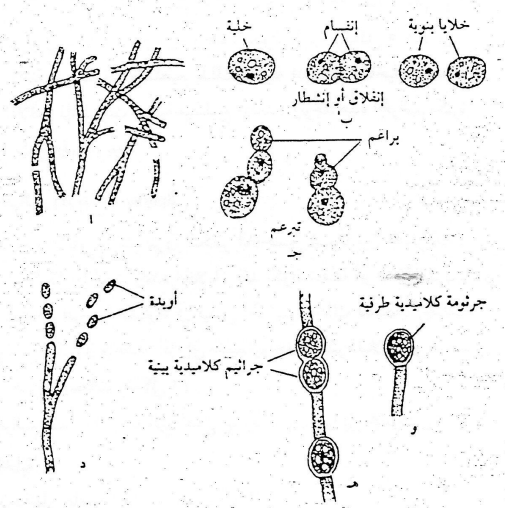
Vegetative or Fragmentation Method

تفتت وتجزؤ الهيفات وانفصالها هي من الطرق المألوفة للفطريات، بحيث إذا تفتت الخيط الفطري لعدة وحدات كل وحدة تحتوي على خلية سليمة، أو أكثر فإن

خواصها الأصلية، وتنتشر مثل هذه الطريقة بين بعض الفطريات المتطفلة لكي تستطيع أن تنتشر أثناء وجود العائل وتوفر الظروف البيئية المواتية (شكل ٥ د).

٥ ـ تكوين الأجسام الحجرية Sclerotia

بعض الفطريات الحقيقية وخاصة الفطريات الزقية تتجمع فيها الهيفات الفطرية لتكوين جسم صلب محكم يسمى الجسم الحجري Sclerotium وتمتلىء خلاياه بالمواد



شكل (٥) الطرق المختلفة للتكاثر الخضري في الفطريات الحقيقية.

أ ـ التجزؤ ب ـ الانفلاق جـ ـ التبرعم
د ـ تجزؤ الغزل الفطري إلى أوابدات
هـ ـ جراثيم كلاميدية بينية
و ـ جراثيم كلاميدية طرفية.

الغذائية، وهذه الأجسام ما هي إلا تركيبات كامنة أو مستريحة تمكن الفطر من تحمل الظروف البيئية غير المناسبة وعندما تصبح تلك الظروف ملائمة للفطر فإن تلك الأجسام الحجرية تنبت معطية وسادة أو أكثر (Stroma) الجمع Stromata (انظر دورة حياة فطرة كلافيسبس بيربوريا، شكل ١٠٧).

٦ ـ تكوين جراثيم كلاميدية Chlamydospores

في بعض الفطريات الحقيقية تغلف الخلايا بجدار سميك قبل الانفصال عن بعضها البعض مع تخزين مواد غذائية فتسمى عندئذ بالجرثومة الكلاميدية، وهي إما أن تكون مفردة، أو في سلاسل، أو بينية وأحيانًا تكون طرفية (شكل ٥ هـ، و)، وتعمل كجراثيم كامنة أو مستريحة وتستطيع بذلك مقاومة المؤثرات المناخية، وعندما تتهيأ لها الظروف الملائمة فإنها تنبت معطية ميسليوم جديد، وتوجد هذه الجراثيم بكثرة في أجناس *ميوكر، بثيوم وفيوزاريوم*.

٧ ـ إنتاج الجراثيم (الأبواغ) Spores

تعد الجراثيم أو الأبواغ أكثر طرق التكاثر اللاجنسي شيوعًا بين الفطريات، وتتفاوت في الل... والشكل والحجم وعدد الخلايا، فقد تكون شفافة أو غامقة اللون، ويعتبر الميكرون Micron الوحدة المعيارية في قياس الجراثيم، وذلك لدقتها. وتختلف طول قطر الجرثومة من ميكرون واحد أو أقل إلى ملليمتر واحد أو أكثر قليلا، وهي توجد إما منفردة أو على صورة تجمعات (شكل ٦).

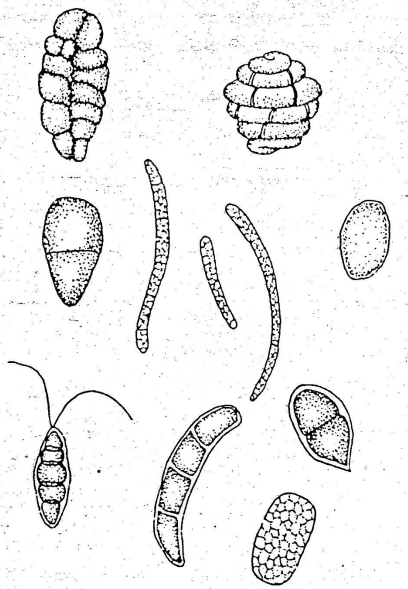
وتنقسم الجراثيم حسب الكيفية التي تُحمل بها وطرق تكوينها إلى مجموعتين:

● الجراثيم الداخلية

وهي تتكون داخل حافظة أو كيس ومن أشكالها:

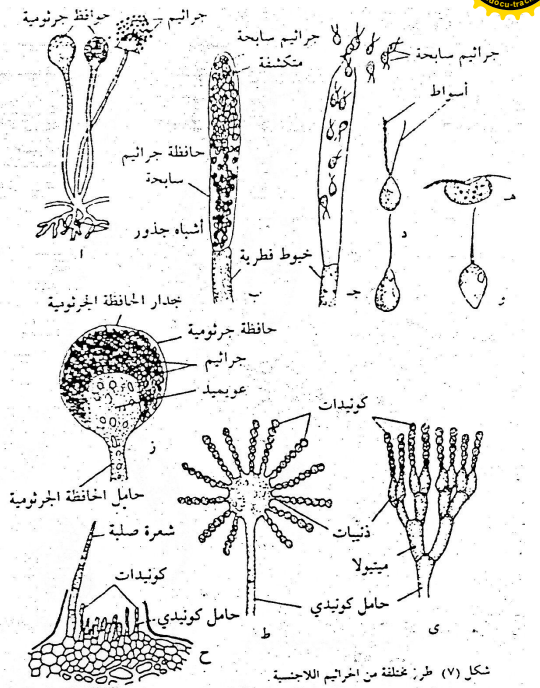
١ ـ الجراثيم السابحة Zoospores. وتتكون داخل حافظة يطلق عليها Zoo-sporangium وتظهر هذه الجراثيم في دورة حياة كثير من الفطريات المائية، أو التي تميل للعيش في وسط رطب، والجرثومة السابحة عبارة عن كتلة بروتوبلازمية عارية ذات أشكال مختلفة ومزودة بسوط أو أكثر يساعدها على العوم والسباحة ويختلف عددها، ومكانها فتكون إما أمامية أو خلفية أو جانبية (شكل ٧ ب، جـ، د، هـ، و).

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com



شكل (٦) طرز مختلفة من الجراثيم الفطرية اللاجنسية.
(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

ب ـ الجراثيم الحافظية Sporangiospores. وتتكون داخل أكياس أو حوافظ جرثومية Sporangia وتتميز بأنها غير مسوطة (غير متحركة Nonmotile) وتحاط عادة بجدار خلوي. وعندما تنضج فإنها تنطلق من الحافظة بعد تمزقها أو تحللها وتعتمد في انتشارها على التيارات الهوائية. وهذا النوع من الجراثيم تنتجها عادة الفطريات الأرضية بوفرة حيث تنشرها الرياح وعند تساقطها على بيئة ملائمة تنبت لتعيد دورة حياة الفطر. وتُحمل الحوافظ الجرثومية عادة على هيفا متخصصة تسمى حامل الحافظة الجرثومية Sporangiophore كما في فطرة عفن الخبز *Rhizopus stolonifer* (شكل ١٧ ا، ز).



شكل (٧) طرز مختلفة من الجراثيم اللاجنسية.
ا ـ حوافظ جرثومية، حوامل جرثومية وجراثيم حافظية في فطر رايزوبس ستولونيفر.
ب ـ حافظة جرثومية أسطوانية تحتوي على جراثيم سابحة مكتشفة.
جـ ـ حافظة الجراثيم السابحة وقت خروج الجراثيم منها.
د ـ جراثيم سابحة ابتدائية إحداها ثنائية السوط والأخرى أحادية السوط الأمامي.
هـ ـ جراثيم سابحة ثانوية ثنائية السوط.
و ـ جراثيم سابحة ثانوية أحادية السوط الأمامي.
ز ـ حافظة جرثومية ناضجة في فطر رايزوبس ستولونيفر تحتوي على الجراثيم الحافظية.
ح ـ قطاع في الاسبرنيوله لفطر كولينزيركم تبين الشعرة الصلبة والكونيدات المحمولة على الحوامل الكونيدة.
ط ـ حامل كونيدي لفطر الأسبرجيللس ينتهي بمصف واحد من الذنيبات التي تحمل سلاسل من الكونيدات.
ى ـ حامل كونيدي شبه بالفرشاة لفطر البنيسليوم ينتهي بمصفين من الذنيبات التي تحمل سلاسل من الكونيدات.

ب ـ أسيرفيولة Acervule. وهو تركيب قليل الانخفاض طبقي الشكل يتكون من وسادة هيفية تحمل حوامل قصيرة تتكون عليها الجراثيم الكونيدية، التي تتعرض للخارج بعد تمزق بشرة النبات العائل (شكل ٦٧ب).

جـ ـ أسبورودوكيوم Sporodochium. وهو يشبه التركيب السابق إلا أن الوسادة الهيفية واضحة التكوين، والحوامل الكونيدية متراصة ومتداخلة وطويلة، وعادة يظهر هذا التركيب في كثير من الفطريات كما في أفراد الفصيلة الستلبيلية Stilbellaceae ومنها فطر *Graphium rigidum*.

التكاثر الجنسي

معظم الفطريات الحقيقية تتكاثر جنسيًا باستثناء الأفراد التابعة لمجموعة الفطريات الناقصة Fungi imperfecti (Deuteromycetes) الذي يكون فيها الطور الجنسي غائبا أو غير معروف. ويتضمن التكاثر الجنسي في الفطريات الحقيقية اندماج نواتين متوالفتين من مشيجين احداهما أو كلاهما متحرك، أو من خليتين خضريتين لنفس الثالوس. ويوجد ثلاث مراحل مميزة لعملية التكاثر الجنسي في الفطريات والتي تحدث عادة بصورة متتابعة وتتلخص فيما يلي:

١ ـ الاقتران البلازمي Plasmogamy

ويطلق عليه أحيانًا بالاتحاد الخلوي، وفيه يحدث اندماج بين بروتوبلاستي خليتين مما يعمل على اقتراب النوى داخل نفس الخلية.

٢ ـ الاقتران النووي karyogamy

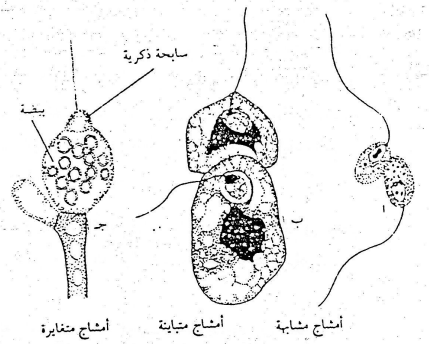
وهو الخطوة الثانية في التكاثر الجنسي وفيه تندمج نواتان كل منها أحادية المجموعة الصبغية Haploid (ن) لتكوين نواة اللاقحة Zygote وهي ثنائية المجموعة الصبغية Diploid (٢ ن).

● الجراثيم الخارجية

ويطلق عليها الجراثيم الكونيدية Conidiospores أو الكونيدات Conidia (المفرد Conidium)، وهذه الجراثيم غير متحركة تنتظم خارجيًا على التراكيب المولدة لها، أو بمعنى آخر على الحوامل الكونيدية Conidiophores كما في فطرتي *الأسبرجللس والبنيسيليوم* (شكل ٧ ط، ى) وتختلف الجراثيم الكونيدية في الشكل، واللون، والحجم. والترتيب، وعدد الخلايا وهي توجد إما منفردة كما في فطرتي *بثيوم وفيتوفثورا* أو في سلاسل كما في فطرتي *البنيسيليوم والأسبرجيللس* أو في مجاميع تبقى معلقة داخل قطرة مخاطية على شكل رأس لامع كما في شبه الجنس *سيفالوسبوريوم*. وبعض الفطريات ينتج شكلاً واحدًا من الجراثيم الكونيدية إلا أن معظمها ينتج أكثر من شكل واحد قد يصل في بعض الأحيان إلى أربعة أشكال، (شكل ٦). ويتوقف تصنيف كثير من الفطريات على شكل وحجم هذه الجراثيم الكونيدية، ولونها، هذه الكونيدات إما أنها تتولد مباشرة على الأغزال الفطرية، أو على حوامل منبثقة منها جانبيًا، وكما سبق فإن هذه الكونيدات تختلف من حيث أحجامها وألوانها وما تحتويه من أصباغ، وطريقة انقساماتها الداخلية فهي إما مقسمة بحواجز عرضية إلى عدد من الخلايا كما هي الحال في الجراثيم الكونيدية لفطر *هلمنثوسبوريوم Helminthosporium* sp وفطر *فيوزاريوم Fusarium* sp (شكلي ١٨٧، ١٩٠)، أو تظهر الحواجز العرضية والطولية، وتصبح الجرثومة كتلة من الخلايا كما هو الحال في الجراثيم الكونيدية لفطر *ألترناريا Alternaria* sp (شكل ١٨٥). كل هذه المعايير تعد من الأهمية بمكان لتصنيف الفطريات والتعرف عليها، في شتى الحالات.

وتجدر الإشارة إلى أن الحوامل الكونيدية تتكون بصورة منفردة على سطح الميسيليوم، أو تتكون بصورة مجتمعة في الداخل، أو على تركيبات خاصة تختلف في الشكل ومنها:

١ ـ البكنيدة أو الوعاء البكنيدي Pycnidium. وهو وعاء يشبه الدورق أو الفنجان يكون عادة مدفونًا في الوسط الذي ينمو عليه الفطر، وبه فتحة Ostiole تخرج عن طريقها الجراثيم التي تسمى الجراثيم البكنيدية Pycnidiospores (شكل ٦٧أ) على حالة كتل أو لولب طويل أو خيوط رفيعة.



شكل (٨) تزاوج بين أمشاج متحركة.

أ - نوع من كاتيناريا *Cutenaria* sp. ب - الوميس أربسكيولا *Allomyces arbuscula*.
جـ - مونوبليفاريلا تايلوراى *Monoblepharella taylori*.

(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

وفي التناسل الأوجوني البدائي بين الفطريات تحتوى الأوجونة على عدد كبير من البيضات (كما في فطر *سابروليجنيا*) أما التناسل الجنسي الأكثر رقيا فيختزل عدد البيضات إلى بيضة واحدة (كما في جنس *البوجو*).

٤ - هناك طراز رابع من التناسل الجنسي تتميز به فطريات العفن دون غيرها من الفطريات، وهو يختص بالتزاوج، أو بالاتحاد بين أجزاء خضرية من الخيط الفطري (كما في فطر *رايزوبس ستولونيفر*).

وفيما يلي وصفا لطرق التكاثر الجنسي الأكثر شيوعا بين الفطريات:

٣ - الانقسام الاختزالي Meiosis

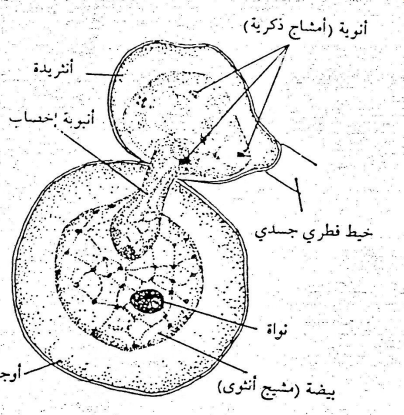
وهو الطور الثالث من أطوار التكاثر الجنسي وهو يتبع الاقتران النووي مباشرة أو بعد فترة، وفي هذا الطور تبدأ النواة الثنائية المجموعة الصبغية بالانقسام الاختزالي (والذي ينتج عنه اختزال عدد الصبغيات مرة أخرى) إلى عدد من الأنوية أحادية المجموعة الصبغية لتدخل في تكوين الجراثيم الجنسية. وتحدث تلك العمليات الثلاث في دورة الحياة الجنسية الحقيقية في تتابع منتظم.

وفيما يلي وصف لمختلف الطرق التي يتم بها اقتراب الأنوية المتوالفة في عملية الاقتران البلازمي لأنه يعد بمثابة بدء هذه العملية، ويتحقق عادة بأحد الأنماط الأربعة التالية:

١ - تزاوج جنسي متشابه الأمشاج Isogamy حيث يحدث التزاوج بين أمشاج تتشابه شكلاً وحجمًا ومسلكًا (شكل ٨أ).

٢ - تزاوج جنسي متباين الأمشاج Heterogamy وفيه يحدث تزاوج بين أمشاج تتباين شكلاً وحجمًا ومسلكًا حيث تتميز إلى أمشاج كبيرة، وأخرى صغيرة (شكل ٨ ب) ولا يحدث التزاوج إلا بين كل مشيج كبير وآخر صغير، وتعرف الحوافظ المشيجية المنتجة للأمشاج الصغيرة بالحوافظ المشيجية الصغيرة الذكرية، وتعرف الحوافظ المشيجية المنتجة للأمشاج الكبيرة بالحوافظ المشيجية الكبيرة الأنثوية ويحدث ذلك عادة في الفطريات البدائية التي تنتمي لجنس *الوميس*.

٣ - فقدان الأمشاج لأهدابها وبقائها داخل الحافظة المشيجية الكبيرة المنتجة لها، في هذه الحالة يعرف المشيج الكبير بالبيضة Oosphere أما الحافظة المشيجية الكبيرة فتعرف باسم الأوجونة Oogonium أو الأسكوجونة Ascogonium أما الحافظة المشيجية الصغيرة فتعرف عندئذ باسم الأنثريدة Antheridium وتعرف الأمشاج الصغيرة التي تنتجها باسم السابحات الذكرية. والخطوة التطورية في التناسل الأوجوني أن أحد الأمشاج يظل ساكنا ومستقرا بينما يتحرك الآخر ومن ثم تزيد فرصة اللقاء بين هذه الأمشاج.



ل (٩) اقتران بلازمي بواسطة تلامس الحافظتين المشيجيتين في أحد الفطريات البيضية.

رف بالمعلق Suspensor ، وتأخذ الجدر الفاصلة بين الحافظتين المشيجيتين تلامستين في التلاشي عند نقطة التلامس، ويتم اندماج المحتويات السيتوبلازمية لنووية لهما.

وتزداد الخلية الناتجة حجمًا ويتغلظ جدارها ويصبح لونها داكنًا وتظهر عليها بعض تجعدات وتعرف بالجرثومة الملقحة، أو اللاقحة الجرثومية Zygospore التي تظل في حالة سكون، وتصمد ضد الظروف القاسية، والمعاكسة التي لا تستطيع أن تصمد ضدها الخيوط الفطرية، وعندما تتهيأ لها الظروف البيئية المناسبة، تنبت لتعطي أنبوبة انبات قائمة تنتهي بتكوين حافظة جرثومية طرفية، تتكون بداخلها الجراثيم الحافظية.

والجدير ذكره أن التزاوج الجنسي في الفطريات الزيجوية (كما سيرد ذكره) يتم بين أعضاء جنسية متماثلة بالشكل، ولكنها مختلفة بالطبيعة الجنسية (فسيولوجيا) فأحدها يرمز له بالرمز السلبي (-) والآخر يرمز له بالرمز الإيجابي (+) كدلالة على هذا الاختلاف.

ا ـ الجراثيم البيضية Oospores

وفيه تنشأ الأعضاء الذكرية (الأنثريدات) والأعضاء الأنثوية (الأوجونات) في نهاية الخيوط الفطرية ونادرا ما تكون بينية وتفصلها عن الخيوط الفطرية جدر مستعرضة. والأوجونات عادة أكبر حجما من الأنثريدات. وتتميز الأوجونات بوجود طبقتان الأولى بروتوبلازمية محيطية ذات قوام خفيف، وتسمى بروتوبلازم محيطي Periplasm ، وبروتوبلازم داخلي قوامه كثيف ويسمى بروتوبلازم البيضة Ooplasm الذي يكون البيضة، وتحتوي البيضة على نواة واحدة فيما عدا حالات شاذة.

يلتصق عضو التذكير بجانب عضو التأنيث، ويرق الجدار في نقطة الاتصال ويرسل عضو التذكير أنبوبة اخصاب تخترق جدار عضو التأنيث في نقطة الاتصال الرقيقة وتصل إلى البيضة، ثم يفرغ عضو التذكير محتوياته عن طريق أنبوبة الإخصاب Fertilization tube معطيا نواة ذكرية واحدة، أو أكثر، وتتحد النواتان المذكرة، والمؤنثة وبذا يتم الإخصاب، ثم ينكمش عضو التذكير ويتلاشى وتنتج جرثومة بيضية Oospore واحدة تحيط نفسها بجدار سميك. ويحتمل أن يقوم البروتوبلازم بتغذية الجرثومة البيضية المتكونة، وهو أيضا مسؤول عن التغليظ الخارجي للجرثومة والتجعدات التي تترسب على جدارها (شكل ٩). وتحتاج الجرثومة البيضية إلى فترة سكون قبل أن تصبح قادرة على الإنبات، وعند إنباتها فهي إما أن تنبت إنباتا غير مباشر فتعطي جراثيم هدبية أي أنها تسلك سلوك الحوافظ الجرثومية، أو ترسل أنبوبة انبات تنتهي بتكوين الحافظة الجرثومية، أو تنبت إنباتا مباشرا معطية أنبوبة جرثومية.

ب ـ الجراثيم الزيجوية Zygospores

ويحدث نتيجة لاتحاد عضوين مشيجين متماثلين في الشكل تماما ولكنهما يختلفان في طبيعتهما الجنسية. وتبدأ عملية التزاوج عندما تتهيأ الفرصة لخيطين فطريين متجاورين ليخرج منهما نتوءا ينمو متجها نحو الآخر حتى تتلامس أطرافهما. ويعرف كل نتوء بالحافظة المشيجية الأولية Progametangium ويتكثف السيتوبلازم وتتجمع الأنوية بكثرة في طرف كل حافظة مشيجية أولية، وتنتفخ هذه النموات، ثم تنفصل بجدار مستعرض إلى خلية طرفية تعرف بالحافظة المشيجية Gametangium وإلى جزء قاعدي

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

الأسبرجيللس *Aspergillus* sp. تسبب أمراضا والتهابات مختلفة للأذن الوسطى للإنسان، حتى أصبح علم الفطريات الطبي أحد فروع التخصص في ميدان الطب.

ومن الأضرار الأخرى للفطريات أنها تسبب تلف الأخشاب وتحللها فيتسبب عن ذلك هدم المنازل، والجسور، والسكك الحديدية، وأعمدة الخطوط السلكية وخاصة في المناطق الباردة والمناطق الاستوائية، ومن أمثلة هذه المجموعة من الفطريات الأجناس *Polyporus* sp; *Fomes* sp. and *Merulius* sp. وكذلك تحلل وتآكل الألياف، والورق والبضائع الجلدية، والمنسوجات وتسبب أيضا تلف المواد الغذائية وتعفنها، وخاصة إذا توفرت لها الرطوبة الكافية ودرجة الحرارة الملائمة.

ولكن على الرغم من الأضرار البالغة التي تسببها الفطريات لمختلف الكائنات الحية الأخرى، إلا أن لبعضها تأثيرات مفيدة للإنسان، والنبات ويمكن تلخيص هذه الفوائد كما يلي:

١ ـ تسبب تحلل المواد العضوية إلى مركبات بسيطة؛ فتزيد من خصوبة التربة لما تحدثه من تغيرات متعددة يستفيد منها النبات، وبالتالي الحيوان، وبذلك فهي تساهم في تخليص الكرة الأرضية من المواد العضوية المتراكمة.

٢ ـ تفيد في تحضير بعض أنواع الجبن كما في أنواع الجنس *بنسيليوم*.

٣ ـ تدخل بعض الفطريات في غذاء الإنسان الأساسي حيث تُستهلك إما بحالتها الطازجة أو المجففة أو المملحة، ومن أهمها فطريات عيش الغراب Mushrooms (شكل ١٤٤). وفطريات الكمأة أو ما يعرف محليا بالفقع Truffles ذات القيمة الغذائية العالية فهي تحتوي على كميات كبيرة من البروتينات، والدهون والمواد الغذائية الأخرى، والفيتامينات. وتنمو الكمأة طبيعيًا في صحاري المنطقتين الوسطى والشمالية للمملكة العربية السعودية، ويوجد منها عدة أنواع، تعرف محليًا بالخلاسي، الزبيدي، الجبا وأجودها النوع المسمى بالخلاسي (شكل ١٢٤). وكان الإنسان قديمًا يجمع فطريات عيش الغراب من الحقول والغابات وأصبح الآن يزرعها ويضاعف إنتاجها. أما بالنسبة لفطريات الكمأة فلم يتمكن العلماء حتى الآن من استنباتها وإنتاجها

الأهمية الاقتصادية للفطريات في حياة الإنسان

تقوم الفطريات بدور هام في إحداث التغيرات البطيئة، والمستمرة التي تحدث بالطبيعة بسبب دوام وجودها، وضخامة أعدادها المدهشة، إذ تعد الفطريات هي المسؤولة بوجه خاص إلى جانب البكتريا عن تفتت وتحليل المادة العضوية، وإطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الذي تستخدمه النباتات الراقية في عمليات التمثيل الضوئي. ويوجد على سطح التربة كميات هائلة من الفطريات، ففي جرام واحد من التربة الزراعية يوجد عشرات وربما مئات الألوف من الفطريات المجهرية الصغيرة. ونتيجة للنشاط المستمر لهذا العدد الهائل ترتفع خصوبة التربة، وبالتالي يرتفع المحصول.

وكثير من الفطريات لها تأثيرات ضارة، وتأثيرات مفيدة، فمن تأثيراتها الضارة أنها مسؤولة عن معظم الأمراض التي تصيب النباتات المختلفة ذات الفائدة الاقتصادية كأشجار الفاكهة، والزينة، ونباتات الخضراوات والمحاصيل المختلفة، والتي تسبب عرقلة نمو النباتات ومن ثم تؤثر على جودة المحصول، وتقدر الخسائر التي تحدثها الفطريات للنباتات كل عام بملايين الدولارات، وبعض الفطريات تسبب أمراضًا كثيرة للإنسان والحيوان، وأن نوعًا منها يسبب تسممًا يسمى بالتسمم الإيرجوتي Ergotism الذي يصيب كلًا من الإنسان، والحيوان عند تناوله حبوب القمح، والشوفان المصابة، ويسببه الفطر المسمى *كلافيسبس بربوريا Claviceps Purpurea* ويرجع السبب إلى ما تحتويه الأجسام الحجرية للفطر من أشباه القلويات السامة.

وللفطريات أيضًا تأثيرات أخرى على الإنسان والحيوان فبعضها يسبب أمراضًا جلدية، وباطنية، والتهابات في المسالك التنفسية، فقد وجد أن بعض الفطريات يعيش متطفلا على الإنسان، ويسبب له بعض الأمراض الجلدية مثل مرض القراع العسلي حيث تتم بسببه إصابة الجلد وخاصة فروة الرأس والشعر بنوع من الفطر الطفيلي المعروف علميًا باسم *ترايكوفيتون Trichophyton* كما أن هناك بعض الأمراض الجلدية التي تسببها أنواع من فطريات الخميرة الخيطية، كما أن بعض أنواع فطرة

١ ـ نبذة تاريخية عن طرق التصنيف

يتفق علماء التصنيف المعاصرون على وضع الفطريات في مملكة خاصة بها يطلق عليها اسم مملكة الفطريات Kingdom: Mycetene (Fungi) ، ومن الطبيعي أن نجد اختلافًا في الجداول التصنيفية للفطريات، لأن كل تصنيف يعتمد على وجهة نظر معينة وأسس علمية مختلفة، وليس هناك اتفاق تام بين العلماء في هذا الشأن، ويحتمل أن يكون ذلك راجع إلى الاختلافات المتعلقة بفهم التركيب الأساسي للفطريات وتفسير مختلف الاتجاهات التطورية في هذه المجموعة من الكائنات. وسوف يستمر هذا الجدل والاختلاف بين العلماء إلى أن تكتمل هذه الصورة وتسد جميع الثغرات المتعلقة بمعرفتنا لهذا الموضوع.

ومع أن نظام التصنيف الموجود في حالته المعروفة لنا اليوم يعد مُرْضيا، ويمثل خلاصة ما توصل إليه العلماء في هذا المجال نتيجة للدراسات المستمرة والمستفيضة فمن المحتمل أن يدخل عليه تحوير وتغيير أو إضافة في المستقبل القريب.

وسنحاول فيما يلي إلقاء الضوء على بعض التطورات التاريخية القيِّمة والهامة، حتى أن علم الفطريات أصبح اليوم في مقدمة علوم الأحياء الدقيقة الأخرى.

ويعتبر العالم برسون (Persoon 1801) هو أول من وضع تصنيفًا للفطريات حيث قسمها إلى طوائف ورتب وفصائل. ثم جاء بعده العالم إيشلر (Eichler 1886) الذي قسم النباتات الثالوسية إلى طائفتين هما الطحالب والفطريات، وذلك على ضوء وجود أو عدم وجود صبغ الكلوروفيل، وقسم الفطريات بدورها إلى بكتريا، فطريات عفن هلامية وفطريات حقيقية. وبعد ذلك جاء العالم شروتر (Schröter 1893) حيث قسم الفطريات إلى أربع طوائف رئيسية هي:

بالطرق الصناعية. مع أنه يوجد حاليا بعض المحاولات الجادة لتنميتها أو زراعتها، نظرا لأهميتها الاقتصادية الكبيرة لما تمتاز به من طعم لذيذ وقيمة غذائية عالية.

وتجدر الإشارة هنا إلى أنه يوجد أنواع سامة من عيش الغراب يطلق عليها لفظة Toadstools (شكل ١٥٠) لا يمكن تمييزها من الناحية الشكلية عن الأنواع التي تستعمل كغذاء للإنسان ولكنها تختلف عنها في التركيب الكيميائي فيكون بعضها غير مأمون العاقبة تماما، والطريقة الوحيدة المأمونة التي يمكن للمرء معرفة الأنواع غير السامة Edible fungi ، والصالحة للأكل من فطريات عيش الغراب هي الإلمام بصفات أنواع الأفراد المألوفة من الفطر وذلك باستعمال معاجم مناسبة مع التدريب الكافي. وفي أوروبا يستعمل الإنسان أكثر من ١٥٠ نوعًا في غذائه، ولكن أشهرها وأجودها النوع المسمى *بوليتس ايديولس Boletus edulis* (شكل ١٤٩) و*أجاريكس بايسبوراس Agaricus bisporus* و*أجاريكس كامبستريس A. campestris* (شكل ١٤٤).

٤ ـ تعتبر الفطريات مصدرا لبعض المواد الكيميائية الثمينة الأخرى، كالإنزيمات، وبعض المضادات الحيوية، كالبنسيلين والذي تنتجه فطريات تابعة لجنس *البنيسيليوم*.

٥ ـ تستخدم الفطريات كأنواع الجنس *أسبرجيللس* في تحضير وإنتاج الكثير من الأحماض العضوية كحمض الليمون، وحمض الخل.

٦ ـ تعتبر الفطريات مصدرا لبعض الفيتامينات مثل فيتامين(ب) المركب.

٧ ـ تستغل بعض أنواع الفطريات صناعيا مثل فطرة الخميرة في تحضير المواد الكحولية في دول الغرب، بالإضافة إلى أن الخميرة المضغوطة تضاف إلى العجينة المستخدمة في عمل الخبز، لتخميرها حيث تجعل الرغيف خفيفًا منتفخًا وذا مسام.

٨ ـ تستغل الأجسام الحجرية Sclerotia في فطر *Claviceps purpurea* صيدلانيًا لتحضير عقاقير خاصة لاستحداث تقلصات الرحم، ومنع النزيف أثناء الولادة، مما يجعل أمر الولادة ميسرا، والحياة متصلة بحفظ عنصرها الأساسي، وهو الدم.

إضافة إلى ما ذكر أعلاه، فإن للفطريات أهمية اقتصادية أخرى، لا يتسع المجال لذكرها هنا. وستطرق لذلك فيما بعد، عند مناقشتنا للأجناس الفطرية المختلفة.

١ ـ الفطريات الأركية	Archimycetes
٢ ـ الفطريات الطحلبية	Phycomycetes (3 orders)
٣ ـ الفطريات الزقية	Ascomycetes
أ ـ الفطريات الزقية الأولية	(a) Hemiascomycetes (2 orders)
ب ـ الفطريات الزقية الحقيقية	(b) Euascomycetes (12 orders)
٤ ـ الفطريات البازيدية	Basidiomycetes (12 orders)
٥ ـ الفطريات الناقصة	Deuteromycetes

والشيء الملاحظ في التقسيم أعلاه هو أن جومان قد أوجد طائفة جديدة هي الطائفة الأركية وأنها تتساوى في الأهمية مع الفطريات الطحلبية، وأفراد الطائفة الأركية تمتاز بوجود خلايا عارية، وبعدم وجود غزل فطري متميز على الاطلاق.

ولكن علماء عصره أمثال (Fitzpatric 1930) وكارلينج (Karling 1932) وسبارو (Sparrow 1943) وبيسى (Bessey 1950) لم يعترفوا بجعل هذه الطائفة منفصلة، ولكن رأوا دمجها ضمن طائفة الفطريات الطحلبية.

ويتضح هذا فيما جاء به العالمان جوين فوجان وبارنز (Gwynne-Vaughan andBarnes 1937) في مؤلفهما «الفطريات» حيث اقترحا فيه تقسيم الفطريات إلى أربع طوائف رئيسية هي:

١ ـ الفطريات الطحلبية	Phycomycetes
ا ـ الفطريات الأركية	a) Archimycetes (3orders)
ب ـ الفطريات البيضية	b) Oomycetes (5 orders)
جـ ـ الفطريات الزيجوية	c) Zygomycetes (2 orders)
٢ ـ الفطريات الزقية	Ascomycetes
ا ـ الفطريات الزقية الكروية	a) Plectomycetes (3 orders)
ب ـ الفطريات الزقية القرصية	b) Discomycetes (5 orders)
جـ ـ الفطريات الزقية القارورية	c) Pyrenomycetes (4 orders)

١ ـ الفطريات الطحلبية	Phycomycetes
٢ ـ الفطريات الزقية الحقيقية	Euoascomycetes
٣ ـ الفطريات البازيدية	Basidiomycetes
٤ ـ الفطريات الناقصة	Deuteromycetes

وذلك وفقا لوجود أو عدم وجود حواجز في خيوط الغزل الفطري، إلى جانب أشكال وخصائص الجراثيم الجنسية.

وفي عام ١٩٣١ قام العالم Saccardo بإصدار موسوعته العلمية الضخمة عن هذه الكائنات Sylloge Fungorum والتي تضم ٢٥ مجلدا حيث قسم الفطريات إلى ست طوائف رئيسية هي:

١ ـ طائفة الفطريات المنشقة	Schizomycetes
٢ ـ طائفة الفطريات المخاطية	Myxomycetes
٣ ـ طائفة الفطريات الطحلبية	Phycomycetes
٤ ـ طائفة الفطريات الزقية	Ascomycetes
٥ ـ طائفة الفطريات البازيدية	Basidiomycetes
٦ ـ طائفة الفطريات الناقصة	Deuteromycetes

ومع أن هذا العالم قد وضع البكتريا وفطريات العفن ضمن الفطريات إلا أن معظم علماء الفطريات في ذلك العصر قد استبعدوا البكتريا وفطريات العفن من مملكة الفطريات وذلك نظرا لعدم احتواء البكتريا على النواة الحقيقية وأيضا عدم احتواء فطريات العفن على جدر خلوية سليلوزية أو كيتينية كالتى تمتاز بها الفطريات الحقيقية.

العالم الألماني جومان (Gaumann 1926) ألف كتاب بعنوان «مقارنة الأشكال الظاهرية للفطريات» وترجمه جومان ودوج (Gaumann & Dodge 1928) إلى اللغة الإنجليزية حيث قسم الفطريات إلى الطوائف الخمس التالية:

٣ ـ الفطريات البازيدية	Basidiomycetes
ا ـ الفطريات النصف بازيدية	a) Hemibasidiomycetes (1 order)
ب ـ الفطريات البازيدية الأولية	b) Protobasidiomycetes (3 orders)
جـ ـ الفطريات البازيدية الذاتية	c) Autobasidiomycetes (2 orders)
٤ ـ الفطريات الناقصة	Deuteromycetes (3 orders)

ولقد قسم العالم فيتزباتريك (Fitzpatric 1930) النباتات الثالوسية إلى قسمين رئيسيين هما:

١ ـ الثالوسيات المخاطية	Myxothallophyta
٢ ـ الثالوسيات الحقيقية	Euthallophyta

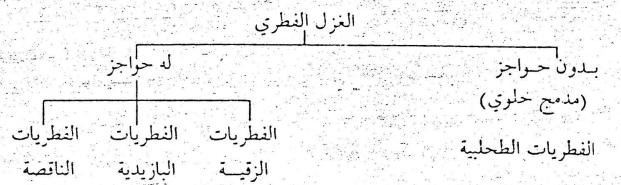
والقسم الأخير ينقسم بدوره إلى البكتريا، الفطريات، الأشنات والطحالب، ثم قام بتقسيم الفطريات إلى أربع طوائف هي:

١ ـ الفطريات الطحلبية	Phycomycetes
٢ ـ الفطريات الزقية	Ascomycetes
٣ ـ الفطريات البازيدية	Basidiomycetes
٤ ـ الفطريات الناقصة	Deuteromycetes

وبعد ذلك قام بعض العلماء أمثال بيسى (Bessey 1950) وجومان Gaumann (1952) وغيرهم بتقسيم الفطريات إلى ثلاث طوائف مستقلة هي:

١ ـ الفطريات المنشقة	Schizomycetes
٢ ـ الفطريات المخاطية	Myxomycetes
٣ ـ الفطريات الحقيقية	Eumycetes

وتم تقسيم الطائفة الأخيرة بدورها إلى أربع طويئفات وذلك على حسب طبيعة الغزل الفطري وتكوين الجراثيم الجنسية وفقا للمخطط التالي:



أما التقسيم الذي وضعه العالم مارتن (Martin 1961) فهو المتبع لدى معظم علماء الفطريات حتى وقتنا الحاضر، ومختصر هذا التقسيم يمكن أن يوضحه المخطط التالي:

قسم: الفطريات	Division: Mycota
■ قسيم: الفطريات الميكسوميكوتينية	Subdivision: A. Myxomycotina
● طائفة الفطريات المخاطية	Class: Myxomycetes
■ قسيم: الفطريات الحقيقية	Subdivision B. Eumycotina
● طائفة الفطريات الطحلبية	Class 1. Phycomycetes
ـ طويئفة الفطريات الشعرية	Subclass 1. Trichomycetes (4 orders)
ـ طويئفة الفطريات البيضية	Subclass 2. Oomycetes (8 orders)
ـ طويئفة الفطريات الزيجوية	Subclass 3. Zygomycetes (2 orders)
● طائفة الفطريات الزقية	Class 2. Ascomycetes
ـ طويئفة الفطريات الزقية الأولية	Subclass 1. Hemiascomycetes (2 orders)
ـ طويئفة الفطريات الزقية الحقيقية	Subclass 2. Euoascomycetes (14 orders)
● طائفة الفطريات البازيدية	Class 3. Basidiomycetes
ـ طويئفة الفطريات البازيدية المتباينة	Subclass 1. Heterobasidiomycetes (3 orders)
ـ طويئفة الفطريات البازيدية المتماثلة	Subclass 2. Homobasiomycetes (8 orders)
● شبه طائفة الفطريات الناقصة	Form-class 4. Deuteromycetes (4 orders)

ثم تبع الكسوبولوس (Alexopoulos 1962) وهوكر (Hawker 1967) وآخرون رأى مارتن في تقسيم الفطريات إلى القسيمين السابقين.

وفيما يلي ملخصا لهذا التصنيف :

المملكة العليا: الكائنات حقيقية النواة	Superkingdom: Eukaryota
مملكة الفطريات	Kingdom: Mycetеae (Fungi)
أولا: قسم الفطريات العارية	Division I. Gymnomycota
قسيم الفطريات الأكرازيوجيمنوميكوتينية	Sub division I. Acrasiogymnomycotina
طائفة الفطريات الأكرازيوميسيتية	Class I. Acrasiomycetes
قسيم الفطريات البلازمودبوجيمنوميكوتينية	Subdivision 2. Plasmodiogymnomycotina
طائفة الفطريات البروتوستيليوميستية	Class I. Protosteliomycetes
طائفة الفطريات اللزجة (الخلامية)	Class2. Myxomycetes
	Subclass 1. Ceratiomyxomycetidae
	Subclass 2. Myxogastromycetidae
	Orders 1. Liceales
	2. Echinosteliales
	3. Trichiales
	4. Physarales
	Subclass 3. Stemonitomycetidae
	Order: Stemonitales
ثانيا: قسم الفطريات السوطية	Division II. Mastigomycota
قسيم الفطريات أحادية السوط	Subdivision 1. Haplomastigomycotina
طائفة الفطريات الكيتريدية	Class 1. Chytridiomycetes
	Orders 1. Chytridiales
	2. Harpochytriales
	3. Plastocladiales
	4. Monoblepharidales
طائفة الفطريات الهيفوكيتريديوميسيتية	Class 2. Hyphochytridiomycetes .
	Order: Hyphochytriales

وأخيرا فإن العالمان الكسوبولوس وميمز (Alexopoulos & Mims 1979) قد اسهما مساهمة فعالة من خلال مؤلفهما «مقدمة في علم الفطريات» الذي يعد من أحدث وأهم ما كتب في هذا المجال، نظرا لأنه يمتاز بالحداثة في تصنيف الفطريات، حيث تم فيه تقسيم مملكة الفطريات إلى ثلاثة أقسام رئيسية ينقسم كل منها إلى طوائف تندرج تحتها رتب وفصائل وأجناس ثم أنواع، وهذه الأقسام هي :

١ ـ قسم الفطريات العارية	Division 1. Gymnomycota
٢ ـ قسم الفطريات السوطية	Division 2. Mastigomycota
٣ ـ قسم الفطريات اللاسوطية	Division 3. Amastigomycota

وقد بُني هذا التقسيم على أساس الصفات الرئيسية التالية :

١ ـ وجود أو عدم وجود الأطوار المتحركة في دورة حياة الفطر.

٢ ـ شكل وترتيب أسواط الجراثيم السابحة.

٣ ـ انقسام أو عدم انقسام الغزل الفطري إلى خلايا.

٤ ـ نوعية وطبيعة الجراثيم الجنسية، ما إذا كانت زيجوية، بيضية، زقية أو بازيدية.

وغير ذلك من المعايير والاختلافات المعروفة لدى علماء التصنيف، والتي سنتطرق لها فيما بعد.

ولا يفوتنا أن نذكر بأن علماء الفطريات يعتبرون أن الكائنات التي تعيش في الوسط المائي بوجه عام أكثر بدائية من تلك التي تعيش في الوسط الأرضي، وتمشيا مع هذا المبدأ فإننا نعتبر أن الفطريات المنتجة لتراكيب متحركة (جراثيم سابحة وأمشاج متحركة) أثناء دورة حياتها، والتي تعتمد على الوسط المائي في وظائفها، أكثر بدائية من تلك التي ليست لها تراكيب متحركة، كما تعد الطفيليات داخل مجموعة شكلية أكثر رقيا من الرميات، والطفيليات الإجبارية أكثر رقيا من الأنواع الأقل تخصصا (Alexopoulos 1962).

٢ ـ نظام التصنيف المتبع في هذا الكتاب

سوف يُتَّبَع في هذا الكتاب نظام التصنيف الذي سار عليه الكسنوبولوس وميمز (Alexopoulos and Mims 1979) وفقا للصفات والمعايير المذكورة أعلاه.

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

Order. Plasmodiophorales

Subdivision 2. Diplomastigomycotina — ■ قسيم الفطريات ثنائية السوط

Class I. Oomycetes — ● طائفة الفطريات البيضية

Orders 1. Saprolegniales

2. Leptomitales

3. Lagenidiales

4. Peronosporales

Division III Amastigomycota — ثالثا : قسم الفطريات اللاسوطية

Subdivision 1. Zygomycotina — ■ قسيم الفطريات الزيجوميكوتينية

Class I. Zygomycetes — ● طائفة الفطريات الزيجوية (المتزاوجة)

Orders 1. Mucorales

2. Enthomophthorales

3. Zoopagales

Class 2. Trichomycetes — ● طائفة الفطريات الشعرية

Subdivision 2. Ascomycotina — ■ قسيم الفطريات الأسكوميكوتينة

Class 1. Ascomycetes — ● طائفة الفطريات الزقية (الكيسية)

Subclass 1. Hemiascomycetidae

Orders 1. Protomycetales

2. Endomycetales

3. Taphrinales

Subclass 2. Plectomycetidae

Orders 1. Aeosphaerales

2. Elaphomycetales

3. Onygenales

4. Eurotiales

5. Microascales

Subclass 3. Hymenoascomycetidae

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

Series 1. Pyrenomycetes — * مجموعات الفطريات الزقية القارورية (الدورقية)

a) The phyllactinia type centrum

Orders 1. Erysiphales

2. Meliolales

b) The Xylaria type centrum

Order 1. Xylariales

c) The Neetria type centrum

Order 1. Hypocreales

Series 2. Discomycetes — * مجموعة الفطريات الزقية القرصية (الكأسية)

a) Epigean inoperculate discomycetes

Orders 1. Phacidiales

2. Ostropales

3. Helotiales

b) Operculate discomycetes

Orders 1. Cyttariales

2. Pezizales

c) Hypogean discomycetes

Order 1. Tuberales

Subclass 4. Laboulbeniomycetidae

Subclass 5. Loculoascomycetidae

Orders 1. Myriangrales

2. Dothideales

3. Pleosporales

4. Hysteriales

5. Hemisphaeriales

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

■ قسيم الفطريات البازيديوميكوتينية — Subdivision 3. Basidiomycotina

● طائفة الفطريات البازيدية — Class 1. Basidiomycetes

Subclass 1. Holobasidiomycetidae

* مجموعة الفطريات الخصية — Series: Hymenomycetes

Orders 1. Aphyllophorales

2. Agaricales

3. Exobasidiales

4. Dacrymycetiales

5. Tulasnellales

6. Brachybasidiales

* مجموعة الفطريات المعدية — Series: Gasteromycetes

Orders 1. Hymenogastrales

2. Sclerodermatales

3. Tulostomatales

4. Phallales

5. Lycoperdales

6. Nidulariales

Subclass 2. Phragmobasidiomycetidae

Orders 1. Tremellales

2. Auriculariales

3. Septobasidiales

Subclass 3. Teliomycetidae

Orders 1. Uredinales

2. Ustilaginales

■ قسيم الفطريات الديتيروميكوتينية — Subdivision 4. Deuteromycotina

● شبه طائفة الفطريات الناقصة — Form - class 1. Deuteromycets

Form - subclass 1. Blastomycetidae

Form - orders 1. Sporobolomycetales

2. Cryptococcales

Form - subclass 2. Coelomycetidae

Form - orders 1. Sphaeropsidales

2. Melanconiales

Form - subclass 3. Hyphomycetidae

Form - orders 1. Moniliales

2. Agonomycetales

ونظرا لأن هذا الكتاب قد وضع أصلا ليناسب منهج الدراسة الخاص بعلم الفطريات في الكليات العلمية المختلفة . وإنه ليس في الإمكان مناقشة جميع الفطريات أو حتى نماذج تمثل جميع المجموعات، لذلك فإنه قد تم اختيار بعض الأمثلة، وخاصة تلك التي لها أهمية اقتصادية، والتي تناولتها المناقشة ليكون القارىء على بينة بالتركيب الأساسي للفطريات، والظواهر المختلفة لدورة حياتها، وكذلك تفسير حقائق الاتجاهات التطورية المختلفة في تصنيف هذه المجموعة الضخمة من الكائنات.

٣ ـ التسمية الثنائية Binomial Nomenclature

كما ذكرنا آنفا فإن علم تصنيف الفطريات يختص بالتعرف على الأنواع المختلفة من الفطريات، ووصفها وتسميتها ووضعها في الموضع التصنيفي المناسب لها.

ويعرف حاليا أكثر من ١٠٠ ألف نوع موصوف من أنواع الفطريات، تظهر تباينًا كبيرا فيما بينها، من حيث بنيتها، ووظائفها، وطرق معيشتها. وقد كان لزاما على المشتغلين بعلم الفطريات أن يقوموا بوضع نظام موحد لتسمية وتصنيف هذا العدد الهائل من أنواع الفطريات لتسهيل دراستها، ولتفهم مختلف العلاقات بين مجموعاتها.

وعلى حسب توصيات لجنة القوانين الدولية للتسمية الثنائية للكائنات الحية فإن أسماء أقسام الفطريات لابد من إنهائها بلفظ ميكوتا Mycota ، والقسيم بلفظ ميكوتينا Mycotina ، والطوائف بلفظ ميسيتات Mycetes ، والطويئفات بلفظ ميسيتيدى Mycetidae ، أما أسماء الرتب فتنتهي بلفظ آت ales ، والفصيلة بلفظ ايه Aceae ، وليس للأجناس والأنواع نهايات معيارية .

وعلى سبيل المثال فإن النوع *تيتراسبيرما tetrasperma* يعد واحدا من جملة أنواع يتضمنها الجنس *نيوروسبورا Neurospora* ، وينتمى هذا الجنس مع غيره من الأجناس إلى الفصيلة السوردارية . وتنتسب هذه الفصيلة مع غيرها من الفصائل لرتبة الزيلاريات وهذه الرتبة توضع بدورها مع رتب أخرى في طويئفة أسكوميسيتيدية ، وهي إحدى خمس طويئفات تحتويها طائفة الفطريات الزقية ، وتعد هذه الطائفة هي إحدى الطوائف التي تُكَوِّن قِسْيم الفطريات الاسكوميكوتينية . وهذا القسيم مع ثلاث قسيمات أخرى (الزيجوميكوتينية ، البازيديوميكوتينية ، والديتروميكوتينية) ، يشكلون قسما واحدا هو قسم الفطريات اللاسوطية Amastigomycota الذى يشكل بدوره مع القسمين الآخرين ، وهما قسم الفطريات العارية Gymnomycota ، وقسم الفطريات السوطية Mastigomycota مملكة واحدة هي مملكة الفطريات .

ويمكن تمثيل هذا التقسيم كما يلى :

المملكة العليا : الكائنات حقيقية النواة	Superkingdom: Eukaryota
مملكة الفطريات	Kingdom: Mycetae (Fungi)
قسم الفطريات اللاسوطية	Division: Amastigomycota
قسيم الفطريات الأسكوميكوتينية	Subdivision: Ascomycotina
طائفة : الفطريات الزقية	Class: Ascomycetes
طويئفة الزقيات الخصية	Subclass: Hymenoascomycetidae
رتبة الزيلاريات	Order: Xylariales
الفصيلة السوردارية	Family: Sordariaceae
جنس : *نيوروسبورا*	Genus: *Neurospora*
نوع : *تيتراسبيرما*	Species: *tetrasperma*

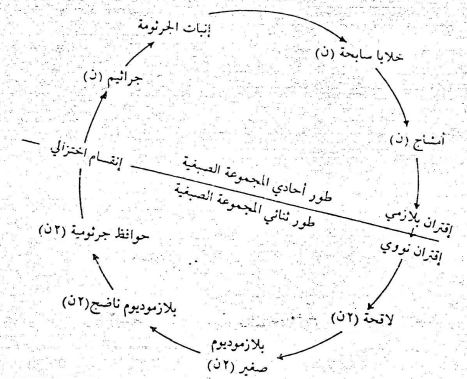
كان أول من وضع أسس نظام التصنيف البيولوجي الحالي هو العالم النباتي السويدي كارلوس لينيوس (Carlus Linneaus 1753). فقد صنف لينيوس الكائنات الحية ، حيوانية كانت أو نباتية ، أو كائنات دقيقة ، تبعا لدرجة التشابه المورفولوجي والتشريحي بينها . كما وضع نظاما جديدا لتسمية الكائنات الحية يعرف بنظام التسمية الثنائية للكائنات Binomial system of nomenclature حيث أعطى لكل كائن حي اسما مركبا من مقطعين الأول وهو لاتيني أو إغريقي الأصل وهو برمز للجنس Genus ويبدأ بحرف ابجدي كبير . والآخر وهو اسم صفه لاتيني أو اسم عالم ، وهذا هو اسم النوع Species ، ويبدأ بحرف أبجدى صغير ، وحين تكتب الأسماء الثنائية لابد وأن يوضع تحتها دائما خط ، وتكتب بحروف مائلة عند الطبع ، ويتبع الاسم الثنائي أحيانا الاسم أو الاسم المختصر للعالم الذي كان أول من وصف النوع .

وعموما يجب الثبات في التسمية العلمية لأنه في بعض الأحيان يحدث بعض التغيير لأسباب مختلفة ، وإذا حدث تغيير في الاسم العلمي فيجب وضع اسم المؤلف وتاريخ التغيير الجديد بعد اسم المؤلف الأول إذا أريد اعطاء صورة كاملة عن الكائن المراد دراسته .

ومع تقدم العلوم والدراسات البيولوجية ، تطور علم التصنيف حتى أصبح يعتمد الآن أيضا على بعض الصفات الكيميائية الحيوية والوراثية والفسيولوجية للكائنات الحية ، وليس فقط على الصفات المورفولوجية والتشريحية لها .

وتبعا للتصنيف الحديث تضم الأنواع ذوات الصفات المشتركة في جنس Genus واحد ، والأجناس المشتركة في صفاتها في فصيلة Family واحدة . والفصائل الشبيهة ببعضها البعض في رتبة Order واحدة . أما الرتب المتشابهة في صفاتها فتضم في طائفة Class واحدة ، والطوائف المتقاربة في قسم Division كبير واحد . ويتكون من مجموعة هذه الأقسام مملكة الفطريات . وقد تقسم كل فئة من تلك الفئات إذا لزم الأمر إلى تحت مجموعات ، كقُسَيْم ، وطويئفة ، ورتيبة ، وأحيانا تقسم الأنواع إلى أصناف وسلالات أحيائية .

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com



شكل (١٠) النمط العام لدورة الحياة في الفطريات اللزجة (الهلامية).

وتمتاز بأن طورها الخضري يكون على هيئة أميبة هلامية عارية، وحيدة النواة، أحادية المجموعة الصبغية. وتتغذى بالبكتريا وهي لا تنتج خلايا ذات أسواط. وتمتاز عن أفراد القسيم الآخر بأنه يتم فيها تجمع الأميبات الهلامية لتكوين بلازموديوم كاذب لا تندمج فيه مكونات من الأميبات بل تحتفظ كل واحدة منها بفرديتها، ومع ذلك تتعاون فيما بينها كأفراد.

٢ ـ قسيم البلازموديوجيمنوميكوتينا Subdivision 2. Plasmodiogymnomycotina

وتسمى أفراد هذا القسيم بفطريات العفن الحقيقية True slime molds ويمكن تمييزها عن أفراد القسيم السابق بأن أميباتها الهلامية لا تتجمع مع بعضها لتكوين بلازموديوم كاذب، ولكنها إما أن تكون جراثيم صغيرة وحيدة النواة مباشرة أو أنها تنمو مباشرة حيث تشكل طورا جسديا حر المعيشة، عديد الأنوية يسمى البلازموديوم الذي لا يلبث أن يعطى أجساما ثمرية. ويضم هذا القسيم طائفتين هما:

١ ـ طائفة الفطريات البروتوستيليوميتية Class 1. Protosteliomycetes

٢ ـ طائفة الفطريات الميكسوميسيتية (اللزجة) Class 2. Myxomycetes

مقدمة

لقد أطلق العالم دى بارى (De Bary 1887) على هذه الكائنات اسم الفطريات الحيوانية Mycetozoa لأنها تتوسط في الحقيقة في خواصها الحيوان والفطر. وتعرف أيضا باسم الفطريات اللزجة Myxomycota. أو العفنيات الهلامية Slime mold fungi وتظهر هذه الفطريات في دورة حياتها طورا حيوانيا، وآخر فطريا، ويتعاقب الطوران بانتظام في دورة حياة الفطر (شكل ١٠).

وعلى الرغم من أن جسم هذه الكائنات يتكون من كتلة بروتوبلازمية هلامية عارية مليئة بالأنوية وتتغذى بطريقة حيوانية، إلا أنه نظرا لكونها غير ذاتية التغذية وأن أجسامها الثمرية وجراثيمها الهدبية التي تشبه في مظهرها الأجسام الثمرية والجراثيم الهدبية الموجودة في الفطريات الحقيقية، فقد درج معظم المتخصصين في الفطريات وعلى رأسهم الكسوبولوس وميمز (Alexopoulos & Mims 1979)، ومارتن (Martin 1960) على وضع هذه الكائنات تقليديا ضمن مملكة الفطريات. ويعد العالم مارتن أحد العلماء البارزين والمرجع العالمي في تصنيف الأعفان الهلامية، وهو يميل إلى الاعتقاد بنشوء الفطريات من أسلاف شبه بروتوزوية، وقد قدم بعض الأدلة الحاسمة (١٩٣٢، ١٩٦٠، ١٩٦١) لتعزيز الطبيعة الفطرية للأعفان الهلامية (Alexopoulos 1962).

وتنقسم الفطريات العارية إلى قُسَيْمَيْن هما:

١ ـ قسيم الأكرازيوجيمنوميكوتينا Subdivision 1. Acrasiogymnomycotina

وتسمى أفراد هذا القسيم بفطريات العفن الهلامية الخلوية Cellular slime molds

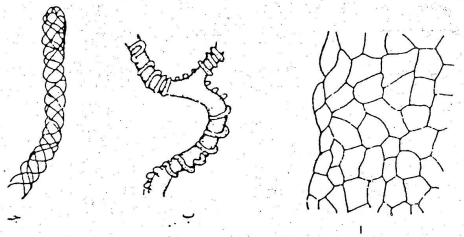
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

قسيم: الفطريات البلازموديوجيمنوميكوتينية
Subdivision Plasmodiogymnomycotina

طائفة الفطريات اللزجة (الهلامية)
Class Myxomycetes

الفطريات اللزجة أو ما تسمى بالأعفان اللزجة الحقيقية True slime molds هي كائنات تعد بمثابة حلقة اتصال بين مملكة الفطريات والحيوان، إذ يجمع الكائن بدورة حياته ما بين طور فطري وهو يمثل الطور التناسلي على هيئة حافظة جرثومية Sporangium ، وطور حيواني هو البلازموديوم Plasmodium ، وهو يشبه تماما البلازموديوم الحيواني، ويتعاقب هذان الطوران في دورة حياة الفطر.

وتعتبر الفطريات اللزجة واسعة الانتشار في الطبيعة، ويبدو أن الرطوبة ودرجة الحرارة هما من أكثر العوامل أهمية من حيث التحكم في انتشار هذه الفطريات، فهي تعيش عادة مترممة في الأماكن الباردة الظليلة الرطبة، على مواد عضوية مبللة أو على الأخشاب المتحللة، والكتل الخشبية المتساقطة أو الأوراق الميتة. وتتواجد بصفة خاصة أثناء موسم سقوط الأمطار في المناطق المعتدلة الشمالية والمنطقة الاستوائية. ويعيش بعض أنواعها متطفلا على كائنات حية أخرى مثل الطحالب، الفطريات الحقيقية أو النباتات الراقية.



شكل (١١) ثلاثة طرز من الخصلة الشعرية التي توجد عادة في الفطريات اللزجة.

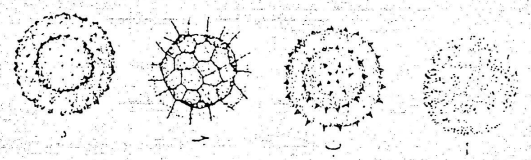
وتشتمل الفطريات اللزجة على حوالي ٤٥٠ نوعا منتشرا في معظم أنحاء العالم (Bold *et al.* 1980) ، وهي على العموم قليلة الفائدة الاقتصادية. ويتخذ عادة وجود أو عدم وجود الخصلة الشعرية Capillitium (شكل ١١) ولونها وشكلها وطريقة تشابك الخيوط داخلها من المميزات الهامة في تقسيم هذه الطائفة.

الخصائص العامة للفطريات اللزجة

١ ـ تتميز هذه الفطريات بتكوينها لجسم خضري وهو عبارة عن كتلة بروتوبلازمية عارية، وقادرة على الحركة الأميبية، وتحتوى على عدد كبير من الأنوية الثنائية المجموعة الصبغية، ويطلق على هذا الجسم البلازموديوم.

٢ ـ تختلف الفطريات اللزجة عن الفطريات الحقيقية أساسا في ماهية الطور الخضري حيث يكون هذا الطور في الفطريات اللزجة هو البلازموديوم أو الطور الحيواني عديم الجدار الخلوي، بينما في الفطريات الحقيقية فإنه يتمثل بوجود الأغزال الفطرية.

٣ ـ الجسم الخضري «البلازموديوم» في دورة حياة الفطريات اللزجة يشبه الحيوانات الأولية من حيث تركيبه وفسيولوجيته، إلا أن هذه الفطريات تكون أجساما ثمرية فطرية بحتة، وهذه الأجسام الثمرية ذات أشكال محددة، تتميز بواسطتها الأجناس والأنواع المختلفة.



شكل (١٢) طرز مختلفة من جراثيم الفطريات اللزجة (الملامية).

أ ـ جرثومة ذات غلاف أملس Smooth.

ب ـ جرثومة ذات غلاف شوكي Spiny.

جـ ـ جرثومة ذات غلاف شبكي Ridged (reticulate).

د ـ جرثومة ذات غلاف متثأل Warty.

٤ ـ الجراثيم الحافظية في هذه الفطريات أحادية المجموعة الصبغية، وذات جدر خلوية واضحة، ومحددة، وتحتوى على مادة السليلوز، ولذا فهي تشبه في هذه الصفة الفطريات الحقيقية.

وتقسم طائفة الفطريات اللزجة إلى ثلاث طوائف على حسب طريقة إنتاج ولون وشكل الجراثيم، (شكل ١٢) وطرز الأجسام الثمرية وما تحتويه من حبيبات جيرية مترسبة، وغير ذلك من الصفات، وهذه الطوائف هي:

١ ـ طوائفة السيراتيوميكسوميسيتيدية Subclass Ceratiomycomycetidae ويطلق عليها الجرثوميات الخارجية Exosporeae نظرا لأن جراثيمها تتولد خارجيا على أعناق الحوافظ الجرثومية، وهي طوائفة ضئيلة للغاية ولا تتضمن سوى ثلاثة أنواع من جنس سيراتيوميكسا *Ceratiomyxa*.

٢ ـ طوائفة الميكسوجاستروميسيتيدية Subclass Myxogastromycetidae وهي فطريات رمية، تتولد جراثيمها داخل الحوافظ الجرثومية Endosporous type.

٣ ـ طوائفة الستيمونيتوميسيتيدية Subclass: Stemonitomycetidae وهي أيضا فطريات رمية، وتتولد جراثيمها داخليا في أجسام ثمرية.

وسنناقش فيما يلي الطوائفتين الأخيرتين فقط كمثال للفطريات اللزجة.

طوائفة الميكسوجاستروميسيتيدية Subclass Myxogastromycetidae

تشتمل هذه الطوائفة على حوالي ٤١٨ نوعا موصوفا في جميع أنحاء العالم، وتتوزع هذه الأنواع في حوالي ٦٤ جنسا (Martin & Alexopoulos 1969) يعيش معظمها مترما في الأماكن الباردة الظليلة الرطبة من الغابات وخاصة على جذوع الأشجار الميتة أو الأوراق الساقطة، أو المواد العضوية الرطبة.

وتتصف الفطريات اللزجة التابعة لهذه الطوائفة بالصفات التالية:

١ ـ جراثيمها على شكل كتل سوداء أو بنفسجية داكنة.

٢ ـ تتولد جراثيمها داخليا Internally في أجسام ثمرية.

٣ ـ يكون إنبات الجراثيم عادة عن طريق انشقاقها، وتفتحها، ثم انبثاق البروتوبلازم منها.

٤ ـ تتميز أجسامها الثمرية بترسب كميات غزيرة من الجير عليها.

٥ ـ نمو حواملها الجرثومية من النوع الميكسوجاستروبي Myxogastroid type.

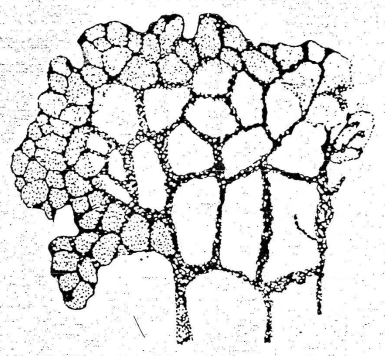
٦ ـ الطور التمثيلي أو الغذائي من نوع البلازموديوم الظاهر Phaneroplasmodium وهو جسم سائب «بلازموديوم» يتكون من مروحة متميزة وأشرطة سميكة واضحة، تتميز إلى بلازم خارجي Ectoplasm وبلازم داخلي Endoplasm ويكون بروتوبلازمه خشنا وغزير التحبب، ويسهل تمييزه حتى في المراحل المبكرة من نموه (شكل ١٣).

وبطبيعة الحال فإنه يوجد عدد قليل من الأنواع التي تستثنى من تلك الصفات ولكن الغالبية العظمى من أفراد هذه الطوائفة تشترك بها جميعا.

وتنقسم هذه الطوائفة بالاستناد إلى الصفات المذكورة أعلاه إلى أربع رتب هي:

١ ـ رتبة ليسيات	Order: Liceales
٢ ـ رتبة اكينوستيليات	Order: Echinosteliales
٣ ـ رتبة تريكيات	Order: Trichiales
٤ ـ رتبة فيزارات	Order: Physarales

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com



شكل (١٣) جزء من البلازموديوم الحيواني الموجود في الفطريات اللزجة (الهلامية) يوضح الفراغات المختلفة على شكل شبكة رقيقة.

رتبة فيزارات Order Physarales

تتميز أفراد هذه الرتبة بأن أجسامها الثمرية تكون عادة مكسوة بكمية غزيرة من الجير المترسب عليها، وكذلك بجراثيمها البنية ـ البنفسجية. وتحتوي على فصيلتين هما:

١ ـ الفصيلة الفيزارية Family Physaraceae

٢ ـ الفصيلة الديديمية Family Didymiaceae

تشتمل الفصيلة الفيزارية على حوالي إثني عشر جنسا أهمها جنس *فيزارم* *Physarum* الذي يعد من أكبر الأجناس التابعة لطائفة الفطريات اللزجة ولذلك سنقتصر على دراسته كمثل لهذه الطائفة.

الوضع التصنيفي لجنس فيزارم Systematic position of genus: *Physarum*

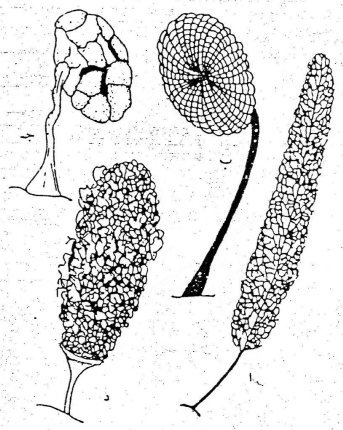
قسم: الفطريات العارية	Division: Gymnomycota
قسم: البلازموديوجيمنوميكتينا	Subdivision: Plasmodiogymnomycotina
طائفة: الفطريات اللزجة	Class: Myxomycetes
طريقة: الفطريات الميكسوجاستروميسيتيدية	Subclass: Myxogastromycetidae
رتبة: الفيزارات	Order: Physarales
الفصيلة: الفيزارية	Family: Physaraceae
جنس: فيزارم	Genus: *Physarum*

كما سبق ذكره فإن هذا الجنس يعد من أكبر الأجناس التابعة لطائفة الفطريات اللزجة، وهو فطر مترمم واسع الانتشار خاصة في المناطق الحارة، ويعيش مترمما على أكوام الأوراق المتساقطة وجذوع الأشجار الميتة.

ويضم جنس فيزارم أكثر من ١٠٠ نوع، أشهرها النوع *Physarum polycephalum* الذي يستعمل بكثرة من قبل العلماء وطلاب الدراسات العليا في تجاربهم ودراساتهم المتعلقة بالوراثة والفسيولوجي والكيمياء الحيوية. ويشتمل هذا الجنس كذلك على بعض الأنواع التي لا تقل في أهميتها عن النوع السابق وهي: *فيزارم فيريدي* *P. viridae* *فيزارم بايفالف* *P. bivalve* *وفيزارم كومبريسم* *P. compressum*.

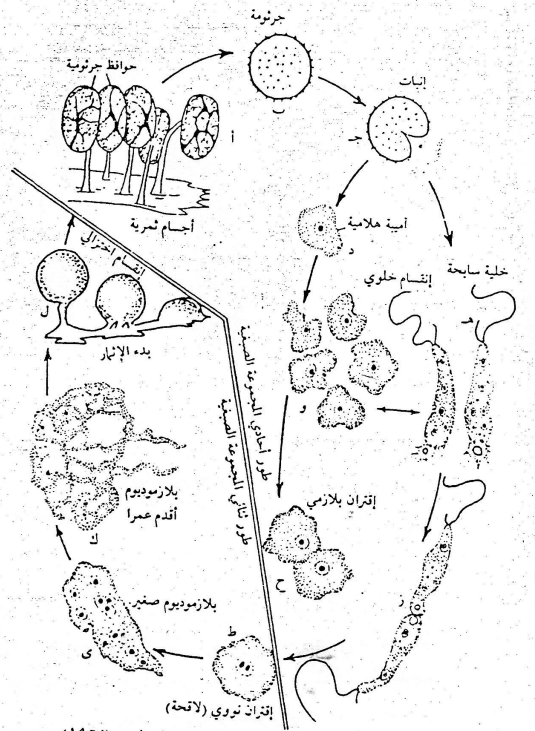
وفيما يلي وصفا تفصيليا لتركيب ودورة حياة جنس *فيزارم* كمثل للفطريات اللزجة.

يتم تطور الفطر بتكوين عدد من الحوافظ الجرثومية (شكل ١٥أ)، التي تحمل فوق حوامل رفيعة تمتد داخل الحافظة الجرثومية وتسمى أحيانا بالعويميد Columella. وتوجد الحوافظ الجرثومية عادة على الأوراق والأغصان الميتة، وعلى كتل الأخشاب المتحللة، وتختلف هذه الحوافظ في أشكالها باختلاف الأجناس التابعة لنفس الطائفة، فهي إما أن تكون كروية أو اسطوانية أو بيضية (شكل ١٤)، وكذلك تتلون بألوان زاهية كالأصفر والذهبي والبرتقالي، وتوجد الجراثيم بأعداد كبيرة داخل الحافظة الجرثومية. ويتخللها طرز من أنابيب أو خيوط متشابكة تعرف بالخصلة الشعرية Capillitium، وتكون الجراثيم مشبوكة وممسوكة داخل الخصلة أو الشبكة، والتي تملك خاصية التمدد في الرطوبة والانكماش والتقلص عند الجفاف، ولذلك فإن هذه الخيوط تساهم في آلية



شكل (١٤) طرز مختلفة من الحوافظ الجرثومية المميزة لأربعة أجناس من الفطريات اللزجة هي:
ا ـ ستيمونيتس *Stemonites* ب ـ ديكتيديام *Dictydium*.
جـ ـ فيزارم *Physarum* د ـ أركيريا *Arcyria*.
(عن الكسوبولوس ١٩٦٢)

انتشار الجراثيم وانتشارها في التربة. والجرثومة عند انتشارها في التربة تتكون من كتلة بروتوبلازمية وحيدة النواة (شكل ١٥ب)، يحيط بها جدار سليلوزي وهي تستطيع أن تصمد لكافة الظروف غير الملائمة التي قد تتعرض لها، وإذا توفرت لها الظروف المواتية من درجة حرارة ورطوبة وغيرها من العوامل البيئية والفسيولوجية المختلفة، فإن كل جرثومة تأخذ في الإنبات، عن طريق شق طولي في الجدار الخارجي ينبثق منه البروتوبلازم (شكل ١٥جـ)، ثم تأخذ الكتلة البروتوبلازمية الداخلية الوحيدة النواة في التحرك إلى الخارج، وتتخذ شكلا كمثريا (شكل ١٥د)، وينبثق منها سوطا مفردا يمكن بحركته أن يدفع تلك الكتلة في أي اتجاه في الماء، ولذا تعرف هذه الكتلة باسم الجرثومة الهائمة أو الأميبا المخاطية Myxamoeba (شكل ١٥و)، وهي تجمع بين صفات نباتية



شكل (١٥) دورة حياة فطرة هلامية (عن الكسوبولوس ١٩٦٢).

وأخرى حيوانية على حسب طريقة التغذية، فإذا وجدت في محلول أصبحت نباتية التغذية فتمتص من هذا المحلول المواد الغذائية على نفس المنوال الذي تمتص به النباتات الراقية، أما إذا وجدت في وسط جاف فإنها تلتقم المواد أو الجزيئات الصلبة بنفس الطريقة التي تلتقم بها الكائنات الحيوانية. وتأخذ هذه الجراثيم الهائمة في

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

وتجدر الإشارة إلى أن البلازموديوم يستطيع أيضا أن يصمد لمختلف الظروف البيئية المعاكسة كما يستطيع أن يزداد حجما وعددا عندما تصبح الظروف مواتية. فعند الظروف غير الملائمة يلاحظ أن البلازموديوم يتحول إلى جسم حجري حيث يحيط نفسه بجدار غليظ ويظل في حالة سكون ما بقيت الظروف غير مواتية، وإذا أصبحت الظروف مواتية تحول مرة أخرى إلى بلازموديوم نشيط، ويستطيع تحت الظروف المناسبة أن يزداد عددا بالتفتت بمعنى أنه يتجزأ إلى عدد من الوحدات كل وحدة تمثل بلازموديوم جديد، أو يزداد حجما بالاتحاد مع غيره من البلازموديومات أو الأميبات الهلامية.

طويئفة الفطريات الستيمونيتوميسيتيدية Subclass Stemonitomycetidae

تشمل هذه الطويئفة الأعفان اللزجة ذات الصفات التالية:

١ ـ الجراثيم على شكل كتلة سوداء أو بنفسجية داكنة.

٢ ـ تتولد جراثيمها داخليا Internally في أجسام ثمرية.

٣ ـ يكون انبات الجراثيم عادة عن طريق ثقب ينبثق منه البروتوبلازم.

٤ ـ خلو الأجسام الثمرية والخصلة الشعرية من الحبيبات الجيرية المترسبة عليها.

٥ ـ نمو حواملها الجرثومية Sporophores من النوع الستيمونيتي.

٦ ـ الطور التمثيلي أو الغذائي من نوع البلازموديوم الخفي أو غير المتميز Aphanoplasmodium وهو أن البلازموديوم يتكون في مراحله المبكرة من شبكة من حزم شفافة دقيقة للغاية، لا تتميز بسهولة إلى بلازم خارجي Ectoplasm وبلازم داخلي Endoplasm، ويختلف عن الطويئفة السابقة في أن بروتوبلازمه ليس خشن التحبب.

وعلى الرغم من وجود بعض الاستثناءات في بعض الأفراد، إلا أن هذه الصفات قد تكون كافية للتمييز بين معظم أفراد هذه الطويئفة. ومع أن أفرادها تعيش في الطبيعة عادة مترممة على كتل الأخشاب، وعلى التربة الغنية بالدبال، إلا أنه من الصعب تنميتها على المزارع الغذائية في المعمل، إذ يتطلب ذلك معاملة خاصة.

وتضم هذه الطويئفة رتبة واحدة فقط هي رتبة ستيمونيتات Stemonitales وقد وضعت جميع الأنواع التابعة لهذه الرتبة في فصيلة واحدة هي الفصيلة الستيمونيتية

التغذية والحركة ثم تنقسم إلى عدة وحدات متشابهة، بعض هذه الوحدات تكون أمشاج متشابهة Isogametes (شكل ١٥هـ، ز)، حيث توجد في أزواج وتتحد فيها النواة لتكون لواقح Zygotes (شكل ١٥ط)، أما في أفراد أخرى فتفقد أسواطها وتكون أقدام كاذبة، ثم تصبح أميبات هلامية تحمل في أطرافها فجوات قابضة. تتحد هذه الأميبات الهلامية في أزواج، وينتج عن إنبات اللاقحة أو التركيب المدمج الناتج عن اتحاد الأميبات الهلامية تكوين كتلة عارية لا يغلفها أي جدار تسمى البلازموديوم أو المدمج الخلوي Plasmodium (شكل ١٣) ويحتوى هذا البلازموديوم على عدد كبير من الأنوية الثنائية المجموعة الصبغية والتي لا يفصلها عن بعضها البعض أية جدر خلوية، وهو يبدأ صغيرا ثم يأخذ في التغذية والتهام كل ما يقابله من مواد، فيصل إلى حجم كبير (يصل وزنه إلى أكثر من ٢٠ ـ ٣٠ جرام ومساحة سطحه تصل إلى حوالي ١٠٠ سم٢) ويبدو ككتلة مخاطية مثقبة تشبه في مظهرها قطعة الاسفنج وتتحرك حركة أميبية على الأوراق الساقطة أو الأغصان الميتة والسيقان المتحللة، ويلتهم البلازموديوم كل ما يقابله من فتات (بكتريا، خميرة أو جراثيم فطريات) أو جزيئات صلبة صغيرة، وقد يتغذى بامتصاص المحاليل، ثم تطرد البقايا بأن تخرج من البلازموديوم بحركة انقباضية. ويتكون جسم البلازموديوم البالغ من شبكة من عروق بروتوبلازمية، ويعاود النشاط لفترة ثم يأخذ في التكون إلى كتلة مفتحة تنبثق منها عدة نتوءات تعرف بالحشية الثمرية (شكل ١٥ك)، وكل نتوء من الحشية الثمرية يستطيع أن يعطي حافظة جرثومية Sporangium وهي تحمل فوق حوامل خاصة أو سويقات Stalks وتتميز بأشكال جذابة وعندما تكبر الحافظة الجرثومية فإن الأنوية التي بها تنقسم انقساما اختزاليا ثم تحاط كل نواة بجزء من السيتوبلازم وتحيط نفسها بجدار سميك متحولة إلى جراثيم أحادية المجموعة الصبغية (ن). وتتميز هذه الجراثيم بقدرتها على تحمل مختلف الظروف البيئية غير الملائمة، لاسيما الفترات الطويلة من الجفاف وبعضها يستطيع الإنبات بعد مرور مدة طويلة من الزمن تصل إلى حوالي ٦٠ سنة، وربما يرجع ذلك إلى سمك جدار الخلية، والتركيب الكيميائي والفيزيائي لبروتوبلازمها (Alexopoulos 1962). وبإنبات هذه الجراثيم يستعيد الفطر دورة حياته من جديد (شكل ١٥).

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

الباب الثالث

قسم الفطريات السوطية

Division Mastigomycota

- مقدمة
- قسم الفطريات أحادية السوط
- قسم الفطريات ثنائية السوط

Stemonitaceae التي تتميز معظم أفرادها عادة بخلو أجسامها الثمرية من الجير المترسب عليها، ويستثنى من ذلك جنس ليبتوديرما *Leptoderma* الذي يترسب على أعناق أجسامه الثمرية بعض البلورات الجيرية. وتحتوي هذه الفصيلة على عدد من الأجناس أهمها جنس ستيمونيتس *Stemonitis* وكوماتريكا *Comatricha*.

ويختص جنس ستيمونيتس بوجود حصلة شعرية غزيرة شبه خيطية، غير حية، داكنة اللون وخالية من الترسبات الجيرية. وتتحد هذه الحصلة لتكون شبكة معقدة تتصل بالعويميد أو بالجراب الثمري. ويضم هذا الجنس عددا من الأنواع أشهرها وأكثرها وجودا في الطبيعة الأنواع: ستيمونيتس فوسكا *Stemonites fusca*، ستيمونيتس اكسيفيرا *S. axifera* وستيمونيتس سبلندنز *S. splendens*.

ونظرا للتشابه الكبير في النمط العام لدورة حياة كل من جنس ستيمونيتس وفيزارم فإنه لا داعي لوصف هذه الدورة ثانية ويمكن الرجوع في ذلك إلى الشكلين (١٠، ١٥).

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

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

١ ـ قسيم الفطريات أحادية السوط Subdivision Haplomastigomycotina

٢ ـ قسيم الفطريات ثنائية السوط Subdivision Diplomastigomycotina

قسيم الفطريات أحادية السوط

Subdivision Haplomastigomycotina

تتميز فطريات هذا القسيم بأن الجرثومة السابحة فيها تكون دائما أحادية السوط ويكون سوطها دائما من الطراز الكرباجي أو عديم الشعيرات Whiplash وهو يقع في الجهة الخلفية من الجرثومة والتكاثر الجنسي متماثل الأمشاج أو متباين الأمشاج، ويضم الطوائف الثلاث التالية:

١ ـ طائفة الفطريات الكيتريدية Class Chytridiomycetes

٢ ـ طائفة الفطريات الهيفوكيتريدية Class Hyphochytridiomycetes

٣ ـ 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 وعلى المواد السليلوزية، والنباتات المتحللة وبقايا الحيوانات الميتة في الماء أو التربة. ويمكن 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 فطرة سينكيتريوم *اندوبيوتيكم* *Synchytrium endobioticum* الذي يصيب نبات البطاطس ويسبب مرض التثآلل

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

Systematic position of Genus: *Synchytrium* الوضع التصنيفي لجنس سينكيتريوم

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

يعد جنس سينكيتريوم من أهم الأجناس التابعة للفصيلة السنكترية وهو واسع الانتشار ويضم أكثر من ١٥٠ نوعًا أهمها: سينكيتريوم *اندوبيوتيكم* *Synchytrium endobioticum* الذي يتطفل داخل خلايا نبات البطاطس ويسبب لها مرضًا يسمى بمرض التثالل الأسود للبطاطس Black wart disease سواء في التربة، أو في مستودعات التخزين (شكل 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 الجراثيم السابحة تتحرر بأعداد ضخمة من الحوافظ الجرثومية الشتوية الساكنة التي توجد في التربة (شكل ١٨ك)، وتسبح هذه الجراثيم في التربة في غشاء رقيق من الماء (شكلي ١٧ط، ١٨ك)، وتعمل الجرثومة السابحة الوحيدة السوط عند ملاءمة الظروف على إذابة ثقب دقيق في جدار بشرة الدرنة السليمة (شكل ١٧أ، ب)، ثم تنفذ من خلاله إلى الأنسجة الداخلية للعائل تاركة سوطها في الخارج (شكل ١٧جـ)، وبمجرد أن تنفذ الجرثومة إلى داخل خلايا بشرة البطاطس تتغذى وتزداد في الحجم ثم تعطى كل جرثومة ثالوسًا وحيد الخلية يسمى البثرة الأولية Pro-sorus (شكل ١٧هـ)، ويصحب نمو الطفيل في خلايا العائل حدوث تنبيه ونشاط لخلايا العائل المجاورة لموضع الإصابة فتنقسم عدة انقسامات متتالية ويتضخم حجمها بصورة غير طبيعية (شكل ١٧و)، مما ينتج عنه تكوين أورام متضخمة مشوهة وقريبة

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 الأرقى من ذلك يتكون ميسيليوم أولي 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 ـ رتبة الكيتريديات	Order Chytridiales
٢ ـ رتبة الهاربوكيتريات	Order Harpochytriales
٣ ـ رتبة البلاستوكلاديات	Order Blastocladiales
٤ ـ رتبة المونوبليفاريدات	Order Monoblepharidales

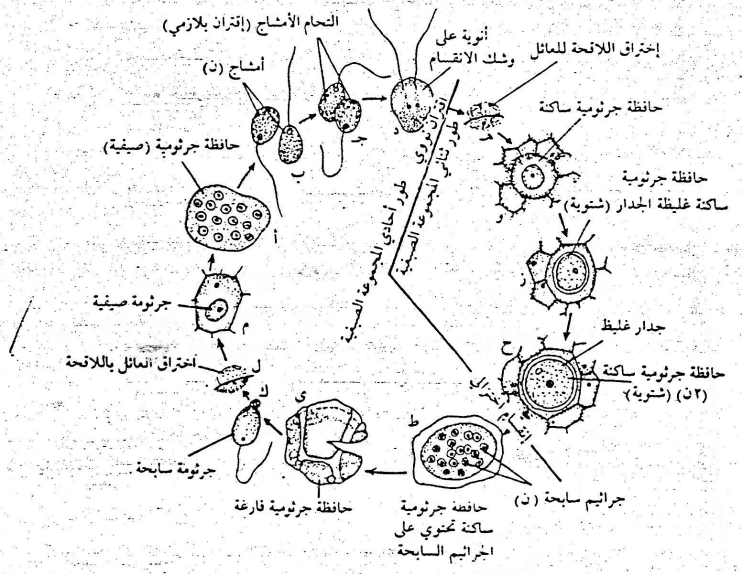
رتبة الكيتريديات Order Chytridiales

تضم هذه الرتبة الفطريات أحادية السوط التي لا يكون ثالوسها على الإطلاق غزلاً فطريًا حقيقيًا، وأفرادها غالبا تعيش في الماء مترمة أو متطفلة على ما به من طحالب ونباتات مائية، والقليل منها يعيش متطفلاً على بعض النباتات الزهرية. وتتكاثر أفرادها لا جنسيًا بواسطة جراثيم 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).

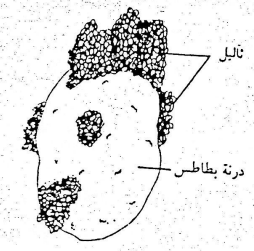
وتضم هذه الرتبة ما يقرب من خمسة وسبعين جنسا وحوالي أربعمائة نوع، وقد وزعت هذه الأجناس على ست فصائل. أهمها الفصيلة السينكيترية، وستتخذ جنس «سينكيتريوم» كمثال لهذه الفصيلة.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

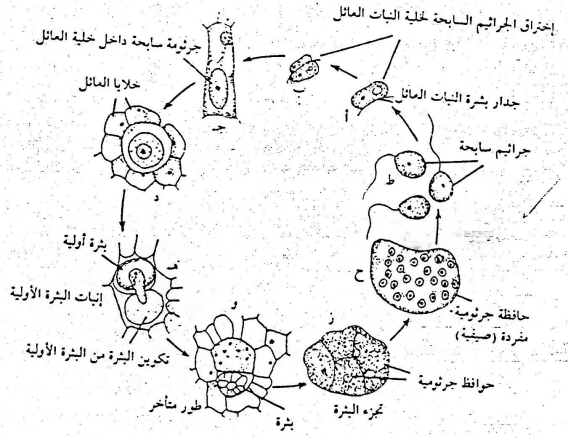
من بعضها على هيئة ثآليل Warts كما يستدل منها اسم المرض. تنبت البثرة الأولية بعد إنضجها وهي داخل خلية العائل فينفجر جدارها السميك، ويبقى البروتوبلازم مغلفا بغشاء رقيق شفاف وينتقل إلى النصف العلوي من خلية العائل ثم تنقسم نواة الفطر عدة انقسامات غير مباشرة، ثم تتكون جدر رقيقة تقسم البثرة الأولية إلى أربعة ـ تسعة أقسام عديدة الأنوية وتعرف حينئذ بالبثرة Sorus (شكل ١٧ز). ويستمر انقسام البثرة النووي حتى يصل عدد الأنوية في كل قسم إلى ٢٠٠ ـ ٣٠٠ نواة وتكون كل منها أحادية المجموعة الصبغية وينتج عن ذلك تكوين حافظة جرثومية صيفية Summer sporangium (شكلي ١٧ح، ١٨أ)، رقيقة الجدر مليئة بالجراثيم الهدبية المتحركة. وتكبر الحافظة الجرثومية الصيفية فتضغط على جدار البثرة، ثم على الجدار الخلوي



شكل (١٨) المراحل المتتالية لدورة حياة سينكيتريوم إندوبيوتيكم *S. endobioticum*.



شكل (١٦) درنة بطاطس مصابة بمرض الثآلل الأسود المتسبب عن الفطر سينكتريوم إندوبيوتيكم *Synchytrium endobioticum*.



شكل (١٧) التكاثر اللاجنسي في فطرة سينكيتريوم إندوبيوتيكم *S. endobioticum*.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

وتضم هذه الرتبة خمسة أجناس وحوالي أربعين نوعًا موزعة على ثلاث فصائل أهمها الفصيلة البلاستوكلادية Blastocladiaceae التي تضم أربعة أجناس، وبعد جنس الروميس *Allomyces* وبلاستوكلاديلا *Blastocladiella* من أكثر أجناسها المعروفة.

الوضع التصنيفي لجنس الروميس 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: البلاستوكلاذية
Genus: *Allomyces*	جنس: الروميس

يعيش هذا الفطر مترممًا 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 الروميس أربيسكيولا *A. arbuscula*، الروميس جافانيكس *A. javanicus* الروميس ماكروجينس *A. macrogynus*. ويتميز الثالوس المشيجي Gametothallus في النوع الأخير بوجود قاعدة ريزومية ينبثق من وسطها مجموعة من أشباه الجذور Rhizoids التامة التكوين والمتفرغة 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 مغلقة في نقطة منشأ تلك الفروع، حيث تنتهي من الأعلى بالحوافظ المشيجية الذكرية والأنثوية للفطر، وتكون مرتبة على شكل سلاسل.

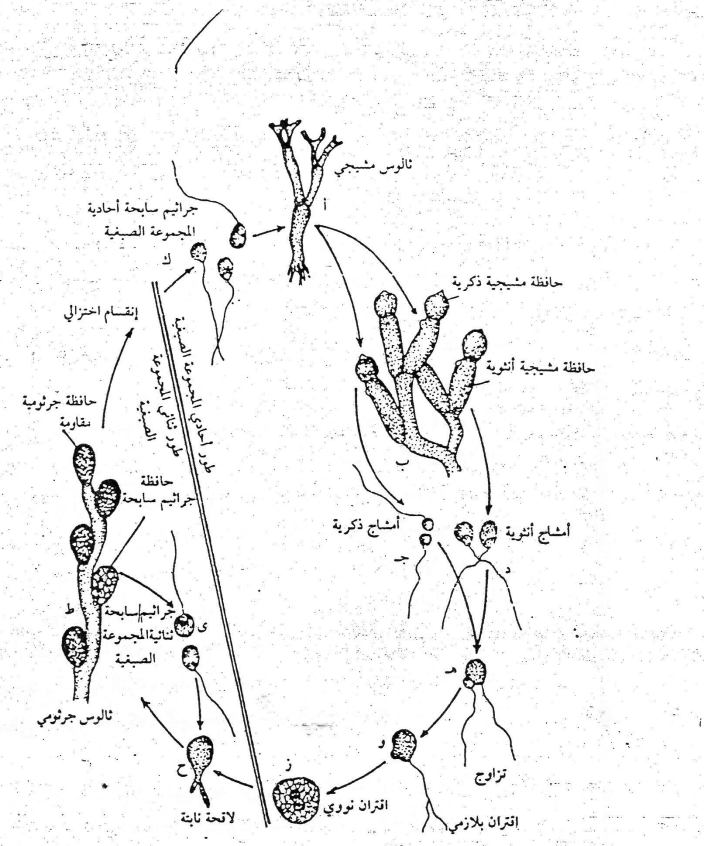
أما الثالوس الجرثومي Sporothallus فهو يحمل نوعين من الحوافظ الجرثومية احداهما رقيقة الجدر اسطوانية وعديمة اللون، والأخرى سميكة الجدر، بنية منقرة، وتكون عادة إما كروية، أو بيضية، أو ليمونية الشكل. ويتكون بكل منها جراثيم سابحة بسوط واحد خلفي. الجراثيم السابحة الناتجة من الحوافظ الجرثومية رقيقة الجدر أكبر حجمًا من مثيلتها الناتجة من الحوافظ الجرثومية سميكة الجدر.

للخلية المصابة، فتنفتح البثرة وتخرج الجراثيم الهدبية التي يمكنها أن تبدأ العدوى من جديد. وقد تسلك هذه الجراثيم الهدبية أحيانًا مسلك الأمشاج Zoogametes (شكل ١٨جـ)، فتلتحم في أزواج لتعطي لاقحة Zygote (شكل ١٨د)، وكل لاقحة تعطي بعد أن تخترق أنسجة العائل الداخلية حافظة جرثومية ساكنة Resting sporangium غليظة الجدر تسمى الحافظة الجرثومية الشتوية Winter sporangium (شكل ١٨و، ز، ح)، وتكبر الخلايا المجاورة لهذه الحوافظ وتنمو نموًا شاذًا فتتكون نتيجة لذلك ثآليل Warts كبيرة نسبيًا ومجعدة على الدرنة المصابة، وحين تتآكل هذه الثآليل تنطلق الحوافظ الجرثومية الشتوية في التربة (شكل 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 عددًا من الجراثيم المتحركة التي تتحرر من الحافظة (شكل ١٨ك)، وتنتشر في التربة لتصيب نباتات البطاطس السليمة، وهكذا تتكرر دورة حياة الفطر من جديد (شكل١٧، 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 جراثيم متحركة أحادية السوط الخلفي، وتتكون داخل حوافظ جرثومية. وتبدى بعض الأفراد التابعة لهذه الرتبة في دورة حياتها ظاهرة تبادل الأجيال بين جيل مشيجي وجيل جرثومي، إلا أن هذا هو الاستثناء وليس القاعدة، ففي الجنسين بلاستوكلاديلا *Blastocladiella* والروميس *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 المحوري الكاذب. وتحمل أفرع الطور الجرثومي على نهاياتها طرازين من الحوافظ الجرثومية، أحدهما رفيق الجدار يحمل بداخله جراثيم سابحة والآخر غليظ الجدار. أما الجذع والأفرع الرفيعة فكلاهما مجزأ أو مقسم ولكن هذه الحواجز التي تقسم الجذع والفروع مثقبة، وعلى هذا

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com



شكل (١٩) دورة حياة فطر *الوميس ماكروجينس* ***Allomyces macrogymus***.

(عن الكسوبولوس ومبمز ١٩٧٩)

دورة حياة الفطر

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

تنقسم محتويات الحوافظ الجرثومية الرقيقة الجدر Zoosporangia لتعطى جراثيم سابحة ثنائية المجموعة الصبغية (لأنها نتجت عن انقسام غير مباشر) وتستطيع كل جرثومة من هذه الجراثيم بعد تحررها أن تسبح لفترة ما (شكل ١٩ى) ثم تستدير وتنبت لتعطى الثالوس الجرثومي الثانوي (شكل ١٩ط) وعلى هذا فيمكن اعتبار أن هذه الجراثيم هي وسيلة مساعدة في تكاثر الطور الجرثومي (الجيل الثنائي المجموعة الصبغية) أما حين تنقسم محتويات الحوافظ الجرثومية الغليظة الجدر Resting sporangia (شكل ١٩ى) فإن انقساما اختزاليًا يحدث فيها، وبالتالي تكون الجراثيم الناتجة أحادية المجموعة الصبغية (شكل ١٩ك)، وهي أصغر حجما من مثيلتها الناتجة من الحوافظ الجرثومية الرقيقة الجدر. كل جرثومة بعد انباتها تعطى طورًا مشيجيًا (شكل ١١٩)، هذا الطور المشيجي يشبه في شكله الطور الجرثومي، ولكنه يختلف عنه في أنه يحمل حوافظ مشيجية (جاميطية) بدلا من الحوافظ الجرثومية. وتتكون الحوافظ المشيجية Gametangia في أزواج (شكل ١٩ب) على أطراف الأفرع، والحوافظ المشيجية الذكرية Male gametangia وهي ذات لون برتقالي طرفية، أما الحوافظ المشيجية الأنثوية Female gametangia فهي أكبر قليلا من الحوافظ المشيجية المذكرة وتتكون أسفلها (شكل ١٩ب)، وهي عديمة اللون وتتميز الأمشاج الناتجة من تلك الحوافظ إلى أمشاج ذكرية صغيرة متحركة (شكل ١٩جـ) وأمشاج أنثوية كبيرة (شكل١٩د)، وعندما تتزاوج تلك الأمشاج فإنه يتكون بعد ذلك لاقحات سابحة ذات سوطين (شكل ١٩هـ) وهي ثنائية المجموعة الصبغية. وبعد فترة سكون تنبت هذه اللاقحات (شكل ١٩ح) معطية أطواراً جرثومية (شكل ١٩ط) تحمل في نهاية أفرعها حوافظ جرثومية من نوعين، رقيقة الجدر وسميكة الجدر، وهكذا تتكرر دورة حياة الفطر

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

طائفة الفطريات البلازموديوفورية

Class Plasmodiophoromycetes

الفطريات البلازموديوفورية هي طفيليات إجبارية داخل خلايا بعض النباتات الراقية، والطحالب والفطريات، وهي تسبب عادة إفراطا وتضخمًا 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. وتضم هذه الطائفة رتبة واحدة فقط هي رتبة البلازموديوفورات التي لا تشتمل إلا 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 تعطى البلازموديومات كرات جرثومية داخل الخلية، إما أن تتكشف إلى جراثيم 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 الجراثيم الساكنة Resting spores ، أحادية النواة، ومقاومة للظروف البيئية غير الملائمة. تنبت الجراثيم الساكنة لتعطى جراثيم متحركة، كبيرة الحجم نسبيًا وثنائية السوط.

وتختلف الفطريات البلازموديوفورية عن الفطريات الهلامية من حيث تكوينها لحوافظ الجراثيم السابحة، وأنها لا تكون أجسامًا ثمرية عند انتاجها للجراثيم الساكنة، وكذلك فإن جدر الجراثيم 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, Sorodiscus, Linguiera, Woronina, Polymyxa and Membranosorus.

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

الوضع التصنيفي لجنس بلازموديوفورا **Systematic position of Genus *Plasmodiophora***

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

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

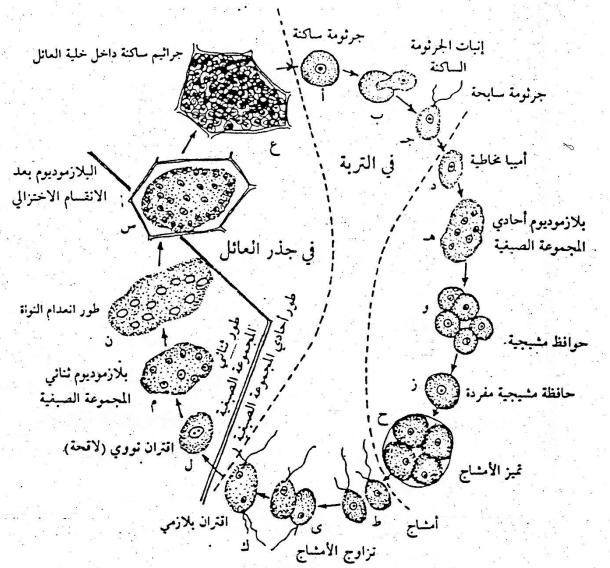
وعند إصابة النبات بهذا الفطر يفقد أوراقه السفلى بالتدريج وتلتوي وتتغير أشكالها وذلك لأن الخلايا المصابة والمجاورة يزداد نموها زيادة غير طبيعية، ونتيجة لذلك فإن زوائد صولجانية أو انتفاخات كروية تظهر على الجذور أو على قاعدة الساق للنباتات المصابة، وإذا تكونت هذه التضخمات على الجذر الرئيسي للنبات، فإن ذلك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

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

وجراثيم هذا الفطر (شكل 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 جرثومة تنبت لتعطى جرثومة سابحة Zoospore (شكل ٢٠جـ)، وحيدة النواة كمثرية الشكل ذات هدبين أحدهما طويل، والآخر قصير، وهذه الجراثيم يجب أن يتوافر لها وسط مائي حتى يمكنها أن تسبح فيه لتصل إلى عائلها، وتحدث الأصابة بأن تخترق الجراثيم الهدبية الشعيرات الجذرية للمجموع الجذري من النبات العائل وعندما تستقر الجرثومة الهدبية داخل الشعيرات الجذرية فإنها تفقد أهدابها وتعرف حينئذ باسم الأميبا المخاطية Myxamoeba (شكل ٢٠د)، وفي داخل أنسجة الشعيرات الجذرية تستطيل هذه الأميبا وتنقسم نواتها عدة انقسامات عادية، فيتشكل نتيجة ذلك جسم رغوي هو بلازموديوم Plasmodium (شكل ٢٠هـ)، صغير وهو جسم عار عديد الأنوية كل نواة أحادية المجموعة الصبغية ثم يتجزأ البلازموديوم بعد ذلك إلى عدد من البروتوبلاستات Protoplasts (شكل ٢٠ح)، الكروية الشكل الرقيقة الجدر، ثم ينقسم كل بروتوبلاست إلى عدد من الوحدات المتحركة التي يبلغ عددها من ٤ إلى ٦ جراثيم هدبية (شكل ٢٠ط)، في كل منها هدبان أحدهما طويل والآخر قصير، وهي تشبه تمامًا الجراثيم الهدبية التي تكونت من الجراثيم الساكنة إلا إنها أصغر منها قليلا وهذه الجراثيم الهدبية تنطلق من أكياسها إلى خارج العائل، وتسلك حينئذ مسلك الأمشاج فتلتحم في أزواج (شكل ٢٠ك)، ويتكون عن ذلك اللاقحة Zygote (شكل ٢٠ل)، ذات الشكل الأميبي، التي تغادر الطبقات الخارجية للعائل لتهاجم الطبقات الداخلية، حيث يتكون بلازموديوم جديد عديد الأنوية (شكل ٢٠م)، ويستطيع هذا البلازموديوم أن ينتشر من خلية إلى أخرى في أنسجة النبات ويتكاثر بطريقة التفتيت (شكل ٢٠ن)، وبعد هذا يكون كل بلازموديوم كرة جرثومية (شكل ٢٠س)، ونتيجة لذلك تنقسم خلايا العائل بسرعة، ويزداد حجمها مما يؤدى إلى تكوين تضخمات مميزة للمرض على جذر العائل وهذا ما يعبر عنه بالإفراط في أحجام الخلايا Hypertrophy (شكل ٢٠ع).

وفي نهاية الموسم يتجزأ البلازموديوم بأكمله إلى كتلة متزاحمة من الجراثيم الساكنة تعرف باسم الحويصلة الجرثومية Cystosorus. وحين يتآكل الجذر وتنتشر الجراثيم بالتربة

تستطيع هذه الجراثيم حينئذ أن تظل حية إلى سنوات قد تبلغ السبعة، وفي الربيع عندما تكون الظروف البيئية مناسبة لحدوث العدوى، فإن الجراثيم تنبت بعد انطلاقها من بقايا أنسجة الجذور المصابة المختلطة بالتربة، ويعطى كل منها جرثومة هدبية وحيدة النواة كمثرية الشكل ذات هدبين أحدهما طويل، والاخر قصير ويجب أن يتوفر لها وسط غذائي لتسبح فيه حتى تصل إلى الشعيرات الجذرية للنبات العائل وتحدث الإصابة من جديد (شكل ٢٠).



شكل (٢٠) رسم تخطيطي يوضح الأطوار المختلفة في دورة حياة فطرة بلازموديوفورا براسيكي *Plasmodiophora brassicae*.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

الفصل الرابع

قسيم الفطريات ثنائية السوط

Subdivision Diplomastigomycotina

تمتاز فطريات هذا القسيم بأن تكاثرها الجنسي من النوع الأوجوني، ويتم عن طريق الالتصاق الجاميطي بين كل من الانثريدات والأوجونات التي تكونت من أغزال فطرية ثنائية المجموعة الصبغية، ويحدث الانقسام الاختزالي داخل الأعضاء الجنسية قبل تكوين اللاقحة، وليس بعدها كما كان يظن سابقًا، أي يكون الانقسام الاختزالي جاميطيًا مع الخلايا الجسدية الثنائية المجموعة الصبغية (٢ ن) ويتم انعزال الصفات في هذه المرحلة من دورة الحياة. أما تكاثرها اللاجنسي فيتم عن طريق تكوينها لجراثيم سابحة ذات سوطين أحدهما أمامي أملس أو عديم الشعيرات Whiplash والآخر خلفي محاط بشعيرات دقيقة جدا ويسمى بالسوط الشعيري أو الريشي Tinsel وتعيش أفراد هذا القسيم إما في الماء أو رمية فوق المواد العضوية، أو متطفلة على النباتات الراقية. ويضم طائفة واحدة فقط هي طائفة الفطريات البيضية.

طائفة الفطريات البيضية

Class Oomycetes

تضم الفطريات البيضية أنواعا كثيرة، تعيش الأنواع البدائية منها مترممة في الماء على بقايا المواد العضوية، ومنها ما يعيش مترما في التربة وعلى المواد العضوية. أما الأنواع الأرقى فتعيش متطفلة على النباتات الراقية مسببة لها كثيرا من الأمراض الهامة. وتتميز هذه الفطريات بخلو غزلها الفطري من الجدر المستعرضة، وتتكاثر أفرادها لاجنسيا بواسطة جراثيم سابحة ذات سوطين متضادا الاتجاه، أحدهما أمامي أملس أو عديم الشعيرات، والآخر خلفي ريشي أو شعيري، وتتكون الجراثيم السابحة داخل

حوافظ جرثومية متعددة الطرز، أما أعضاؤها الجنسية الذكرية والأنثوية فهي متميزة إلى أنثريدات وأوجونات. وتجدر الإشارة إلى أن الدراسات الحديثة التي أجريت على سيتولوجية الفطريات البيضية قد أثبتت أن معظم أجناس رتب السابروليجنيات والبيرونوسبورات التابعة لتلك الطائفة ذات أغزال فطرية ثنائية المجموعة الصبغية (٢ ن)، وهذا يعني بأن الدورة النووية لتلك الفطريات تختلف اختلافا جوهريًا عن بقية الفطريات الأخرى، وأن الانقسام الاختزالي يكون جاميطيًا أي يحدث داخل الأعضاء الجنسية الثنائية المجموعة الصبغية من أنثريدات وأوجونات، قبل أن يحصل الاندماج بين محتوياتهما. وينتج عن هذا الانقسام أمشاج ذكرية وأنثوية أحادية المجموعة الصبغية. ويتم الاخصاب بأن تقترب الانثريدة من الأوجونة وتلاصقها، ثم تعطى الأنثريدة أنبوبة اخصاب تخترق جدار الأوجونة وتصل إلى البيضة، ثم تنتقل الأنوية الذكرية مع بعض السيتوبلازم من الأنثريدة إلى الأوجونة خلال هذه الأنبوبة فتخصب البيضة وينتج عن ذلك تكوين الجرثومة البيضية، وقد تم التوصل إلى اكتشاف هذه الحقيقة لأول مرة بواسطة العالمة إيفا سانسوم (Eva Sansome 1961) عندما كانت تجرى أبحاثها على نوع بيثيوم ديباريانوم. وقد لقي هذا الاكتشاف اهتماما بالغا من قبل العلماء والدارسين، ومن بينهم سانسوم (Sansome 1963, 1965, 1966, 1967)، وبرايزير وسانسوم (Braisir & Sansome 1975) ووين تن وديك (Win-Tin & Dick 1975) الذين اثبتوا بما لا يدع مجالا للشك بأن ثالوس كثير من الفطريات البيضية الذين قاموا بدراستها تعتبر ثنائية المجموعة الصبغية، وأن الأمشاج (الأنثريدات والأوجونات) هي التراكيب الوحيدة الأحادية المجموعة الصبغية في جميع دورة الحياة، وأن الانقسام الاختزالي في تلك الفطريات يحدث في الحوافظ المشيجية للفطر وليس في الجرثومة البيضية. وتعتبر هذه الخاصية التي تمتاز بها الفطريات البيضية دون غيرها من الفطريات كافية تماما لفصلها عن بقية الفطريات الأخرى ووضعها في قُسَيْم خاص بها ألا وهو قُسَيْم الفطريات ثنائية السوط.

وتتضمن هذه الطائفة حسب تقسيم سبارو (Sparrow 1976) ست رتب هي:

١ ـ رتبة السابروليجنيات Order Saprolegniales. وهي فطريات مائية مترممة على ما يحتويه الماء من مواد عضوية من بقايا نباتية وحيوانية.

الفصيلة السابروليجنية Family Saprolegniaceae

تضم هذه الفصيلة ما يقرب من عشرين جنسا ومائة وخمسين نوعا. تعيش معظمها مترممة في الماء، والتربة الرطبة وعلى المواد النباتية والحيوانية. وبعضها يعيش متطفلا على الأسماك أو على بيضها في أماكن تربية الأسماك كبعض أنواع جنسي *سابروليجنيا* *Saprolegnia Parasitica, S. ferax* و *أكليا* *Achlya*، وبعضها يتطفل على الطحالب كأنواع الفطر *أفانوميسس* *Aphanomyces* أو يتطفل على جذور النباتات الراقية، أو الحيوانات المائية. يتم التكاثر اللاجنسي لأعضاء هذه الفصيلة بواسطة جراثيم سابحة تأخذ شكلين متعاقبين. أما التكاثر الجنسي، فيتم بتكوين بيضات داخل الأوجونات تتحول بعد تلقيحها بالأنثيروزويدات Antherozoids (التي تتكون داخل الأنثريدات Antheridia) إلى جراثيم بيضية ملقحة.

سندرس مثلا لهذه الفصيلة جنسي *سابروليجنيا* و *أكليا*.

الوضع التصنيفي لجنس *سابروليجنيا* Systematic position of Genus *Saprolegnia*

Division: Mastigomycota	قسم: الفطريات السوطية
Subdivision: Diplomastigomycotina	قسيم: الفطريات ثنائية السوط
Class: Oomycetes	طائفة: الفطريات البيضية
Order: Saprolegniales	رتبة: سابروليجنيات
Family: Saprolegniaceae	الفصيلة: السابروليجنية
Genus *Saprolegnia*	جنس: *سابروليجنيا*

يضم جنس *سابروليجنيا* حوالي ٣٠ نوعاً جميعها تعيش في الماء مترممة على ما به من بقايا نباتية أو حيوانية. وهناك قلة من أنواعها تعيش إما في التربة المبتلة، أو متطفلة على ما في الماء من طحالب، وفطريات، ونباتات، وأسماك. ومن الممكن زراعة، وتنمية هذا الفطر في المختبر عند وضع طعم مناسب من بذور نبات الجوت المعقمة مع ذباب ميت في حوض به عينة من ماء عذب من بحيرة، أو مستنقع وتركه بضعة أيام على درجة حرارة الغرفة فسوف نلاحظ نمو فطر *سابروليجنيا* أو بعض الفطريات ذات القرابة لهذا الفطر. وتظهر هذه الفطريات للعين المجردة كشبكة من الخيوط عديمة اللون تحيط بالطُعم، كما يمكن أن نلاحظ هذه الفطريات في مياه الأنهار والبحيرات نامية على الأسماك الميتة. والغزل الفطري لهذا الفطر مثله كمثل الأغزال الفطرية في الفطريات

٢ ـ رتبة البيرونوسبورات Order Peronosporales. وهي تعد من أرقى رتب الفطريات البيضية، وتتضمن أنواعا مائية، وبرمائية وأرضية، وتعيش الفطريات الراقية منها كطفيليات إجبارية متخصصة على كثير من النباتات ذات الأهمية الاقتصادية فتسبب لها كثير من الأمراض.

٣ ـ رتبة الليبتوميتات Order Leptomitales. وهي رتبة صغيرة تضم فطريات مائية مترممة، وتشبه إلى حد كبير رتبة السابروليجنيات.

٤ ـ رتبة اللاجنيديات Order Lagenidiales. وهي فطريات مائية متطفلة على الطحالب، والأعفان المائية، والحيوانات الأولية، وغيرها من الكائنات التي تعيش في الماء.

٥ ـ رتبة الإيريكاسمات Order Eurychasmales.

٦ ـ رتبة الثروستوكيتريات Order Thraustochytriales.

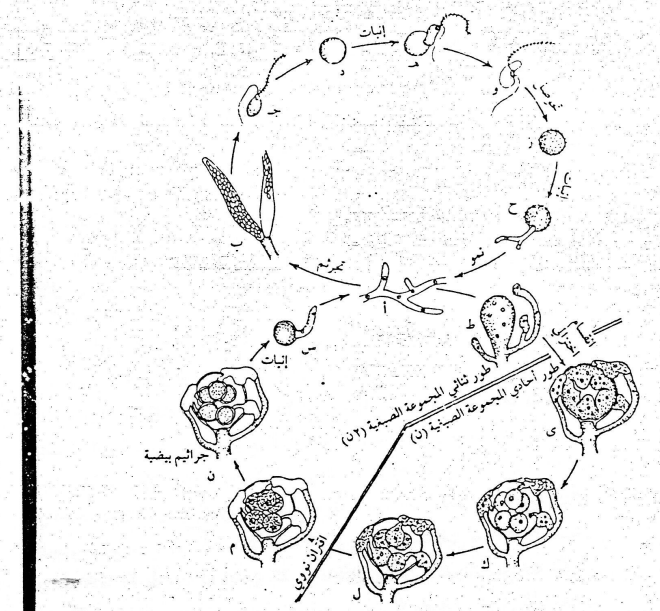
وسنتناول هنا فقط دراسة الرتبتين الأولى والثانية بشيء من التفصيل.

رتبة السابروليجنيات Order Saprolegniales

تعيش أفراد هذه الرتبة مترممة على البقايا النباتية، والحيوانية في الماء والتربة الرطبة. وقد تشاهد متطفلة على الطحالب أو الحيوانات المائية الصغيرة، أو على الأسماك. وأحيانا تشاهد متطفلة على جذور النباتات الراقية في التربة، وتتكاثر لاجنسيا بواسطة جراثيم سابحة ثنائية الأسواط، وتكون في معظم الأجناس ثنائية الفترة السابحة، وتضم الرتبة خمس فصائل هي:

١ ـ الفصيلة الإكتروجيللية	Family: Ectrogellaceae
٢ ـ الفصيلة الثروستوكيترية	Family: Thraustochytriaceae
٣ ـ الفصيلة الهاليفثورية	Family: Haliphthoraceae
٤ ـ الفصيلة الليبتوليجنيلية	Family: Leptolegniellaceae
٥ ـ الفصيلة السابروليجنية	Family: Saprolegniaceae

وتعد الفصيلة السابروليجنية إلى حد كبير من أكثر الفصائل الأربع الأخرى رقيا، وتحتوى على عدد أكبر من الأنواع، وتعتبر بالتالي نموذجا جيدا لهذه الرتبة لذا فسنكتفى بدراستها فقط.



شكل (٢١) دورة حياة فطر سابروليجنيا . *Saprolegnia* .

(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

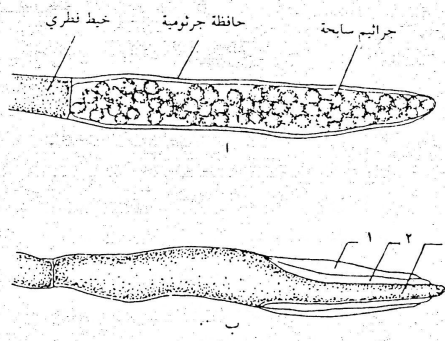
إنتاج أكبر عدد من الجراثيم السابحة لكي تستطيع بعضها أن تنبت وتعطى الفطر حيث يهلك البعض لصعوبة الظروف الغذائية والبيئية، ويقدر للبعض الآخر البقاء والإنبات وهو ناموس تتبعه سائر الكائنات الحية للإبقاء على الجنس والحياة من الانقراض.

الطحالبية الأخرى عبارة عن خيوط متفرعة، وغير مقسمة متعددة الأنوية (متدمج خلوي) وتتشعب هذه الخيوط في الوسط الغذائي مولدة فروعا تكثرية تبرز إلى الماء، حيث إن هذا الفطر يعيش ويقضي دورة حياته كاملة تحت الماء.

طرق التكاثر

التكاثر اللاجنسي. يأخذ طرف الخيط الفطري في الانتفاخ، وبعد أن تنساب كمية كبيرة من السيتوبلازم والأنوية إلى الجزء المنتفخ يتكون جدار مستعرض يفصل الجزء المنتفخ (الحافظة الجرثومية) عن بقية الخيط الفطري (شكل ٢١ب)، وبعد ذلك تنقسم المحتويات الداخلية العديدة الأنوية إلى بروتوبلاستات أحادية النواة، ثم تتحور هذه البروتوبلاستات أحادية النواة إلى عدد من الجراثيم السابحة، وتكون هذه الجراثيم السابحة التي تتولد داخل الحافظة كمثرية الشكل وذات سوطين متصلين بطرفها الأمامي (شكل ٢١جـ)، وبعد فترة تفقد كل جرثومة أسواطها وتتحوصل (شكل ٢١د)، ويتكون لها جدار خارجي غليظ وتستطيع الحويصلة، أن تقاوم من الظروف ما لا يستطيع الغزل الفطري أن يصمد لها. وعندما تعاود الحويصلة نشاطها يتمزق الجدار الخارجي (شكل ٢١هـ)، وتندلق المحتويات الداخلية لتكون طرازا آخر من الجراثيم السابحة تتميز كل جرثومة بأنها كلوية الشكل Reniform (شكل ٢١ز)، جانبية الأسواط، والسوطان متصلان بالجانب المقعر، أحدهما من الطراز الريشي والآخر من الطراز الكرباجي. وبعد فترة نشاط تأخذ هذه الجراثيم في التحوصل (شكل ٢١ز)، وتعطى الحوصلة الأخيرة بعد الإنبات فطر جديد (شكل ٢١أ). وتعرف هذه الظاهرة المتمثلة بوجود طرازين من الجراثيم السابحة (كمثرية وكلوية) في دورة حياة الفطر باسم ثنائية التشكل الجرثومي Diplanetism كما تعرف الجراثيم بأنها ثنائية التشكل.

وهناك ظاهرة أخرى هي ظاهرة التعاقب الحافظي (أو التوالد المتداخل) Internal proliferation (شكل ٢٢ب) حيث نجد أن الحافظة الأولى تفرغ محتوياتها من الجراثيم السابحة ثم يأخذ الجدار الفاصل عند قاعدتها بالنمو علويا ليكون حافظة ثانوية تفرغ محتوياتها الجرثومية ثم يأخذ الجدار الفاصل عند قاعدتها بالنمو علويا ليكون حافظة



شكل (٢٢) ا ـ حافظة جرثومية ناضجة لنوع من *سابروليجنيا* *Saprolegnia sp.*
ب ـ ظاهرة التعاقب الحافظي (تكوين حوافظ جرثومية داخلية بعملية التجديد).
(١، ٢) أغلفة فارغة لحوافظ جرثومية.
(٣) حافظة جرثومية متكشفة.
(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

تنطلق إلى الخارج. وبعد فترة سكون معينة تبدأ بالإنبات (شكل ٢١س). ونواة هذه الجرثومة البيضية الساكنة هي في الغالب ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن) ويبدأ الانبات بانقسام نواة البيضة الملقحة عدة انقسامات غير مباشرة. ويعتقد البعض أن الانقسام الاختزالي يحدث أثناء الإنبات. وهناك رأي آخر يقول بأن الانقسام الاختزالي لا يحدث إلا عند تكوين الأعضاء الجنسية الذكرية والأنثوية (Braisir & Sansome 1975). وعند الإنبات تنتفخ الجرثومة الساكنة وتصبح رقيقة الجدار. ثم تنشأ منها أنبوبة انبات Germ tube قصيرة غير متفرعة تشبه الخيط الفطري وتخترق جدار الأوجونة المنحل إلى الخارج ويتحول نهاية هذا الخيط الفطري الصولجاني الشكل إلى حافظة جرثومية نابتة تحتوي بداخلها على البروتوبلازم الذي ينقسم إلى عدد من الجراثيم السابحة التي تنطلق إلى الماء لتعيد دورة حياة الفطر من جديد (شكل ٢١).

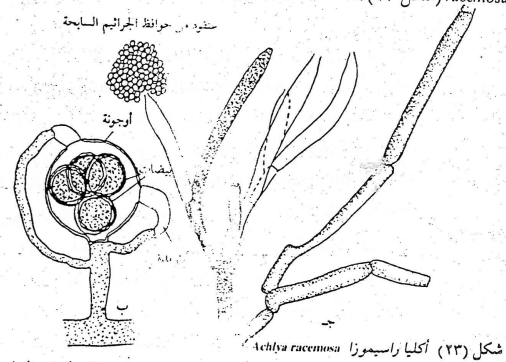
التكاثر الجنسي. التكاثر الجنسي في هذا الفطر من الطراز الأوجوني، حيث تتكون الأوجونات عادة فرادى على أطراف الخيوط الفطرية ثنائية المجموعة الصبغية، ولكن في بعض الأحيان تتكون عدة أوجونات بالتتابع (شكل ٢١ط)، الواحدة تلو الأخرى، وقد تكون هذه الأوجونات محمولة على أطراف خيوط فطرية طويلة، أو خيوط فطرية قصيرة جانبية. وتحتوي الأوجونة على عدد كبير من البيضات الكروية الشكل، قطر الأوجونة عادة أكبر عدة مرات من قطر الخيط الفطري، ويحدها حاجز مستعرض في قاعدتها، وتمتلىء بروتوبلازم حبيبي متجانس وعديد الأنوية ثم ينقسم انقساما اختزاليا بعد أن ينحل كثير من الأنوية إلى عدد من البيضات الأحادية المجموعة الصبغية يتراوح عددها ما بين خمس إلى ثلاثين بيضة عارية وحيدة النواة (شكل ٢١ك). وتعدد البيضات في الأوجونة الواحدة يعد صفة بدائية، حيث إنه في الفطريات الأكثر رقيا يختزل فيها عدد البيضات إلى بيضة واحدة فقط.

وفي الوقت الذي يتم فيه تشكل البيضات داخل الأوجونة. ينبثق من ثالوس الفطر فرع جانبي يأخذ في التقوس والتفرع طرفيا ويسمى بالفرع الأنثريدي، أو الحامل الأنثريدي Antheridiophore (شكل ٢١ط)، وتوجد الأنثريدات عند الأطراف، وهي متعددة الأنوية. وفي بعض أنواع السابروليجنيا ينشأ الفرعان الأنثريدي والأوجوني بجوار بعضهما، وفي أنواع أخرى لا يكونان كذلك، ويزداد الجزء الطرفي لكل أنثريدة في الحجم قليلا، ويصبح مملوء بكتلة من البروتوبلازم، تضم عددا من الأنوية الثنائية المجموعة الصبغية، ثم تنفصل الأنثريدة بتكوين جدار مستعرض بين الجزء المتضخم وبقية الخيط الفطري، ثم يحدث إنقسام اختزالي داخل الأنثريدة ينتج عنه تكوين أمشاج ذكرية أحادية المجموعة الصبغية. وعند الاخصاب تلتصق الأنثريدات بالأوجونات، وتبرز منها خيوط دقيقة متخصصة تخترق جدار الأوجونة ويطلق عليها أنابيب الإخصاب Fertilization tubes (شكل ٢١ى)، وتنمو هذه الأنابيب باتجاه أنوية البيضات حيث يتمزق الجدار الأوجوني فتنطلق النواة الذكرية، لتتحد مع نواة البيضة فتلقحها وبذلك تتحد النواتان المشيجيتان الواحدة بالأخرى، ثم تفرز البيضة الملقحة جدارًا سميكًا أملسًا حول نفسها، وتتحول إلى طور راكد يطلق عليه اسم الجرثومة البيضية Oospore (شكل ٢١ن). تبقى هذه الجراثيم البيضية داخل الأوجونة ولا

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

جنس أكليا *Achlya*

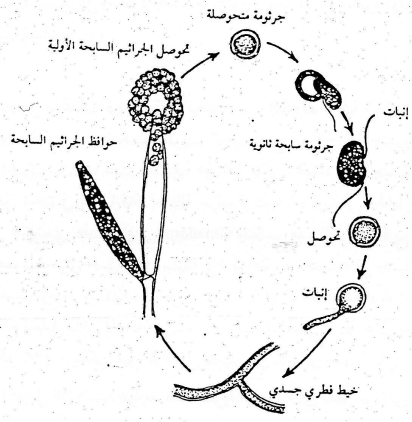
تختلف أفراد هذا الجنس عن أفراد الجنس السابق في عدم حدوث ظاهرة التعاقب الحافظي، أو التوالد المتداخل، وتنشأ الحوافظ الجرثومية على شكل فروع جانبية على الفرع الأصلي، الذي يحمل الحافظة الجرثومية الأولية أو القديمة (شكل ١٢٣). والجراثيم السابحة في هذا الفطر كمثرية الشكل، تتحوصل مباشرة عند انطلاقها من فتحة الحافظة الجرثومية وتعطى بعد فترة من تحوصلها جراثيم كلوية الشكل ثنائية الأهداب ولا تعرف في أفراد هذا الجنس عملية التجديد في تكوين الحوافظ الجرثومية ولكن تتشكل الحوافظ الجديدة الناشئة إلى جانب الحوافظ القديمة (شكل ٢٤). وقد لاحظ العالم هورن (Horn 1904) أنه في بعض الأنواع تتقطع المشيجة إلى عدد كبير من الأجزاء بتأثير إضافة كمية قليلة جدا من أملاح النحاس إلى مزرعة الفطر، ويطلق على هذه الأجزاء بالجراثيم الكلاميدية، أو ما تسمى أحيانا بالجيمات أو البراعم Gemmae (شكل ٢٣ جـ)، التي تتكشف إلى حوافظ جرثومية قصيرة الأعناق كما في النوع *Achlya racemosa* (شكل ٢٣).



شكل (٢٣) أكليا راسيموزا *Achlya racemosa*
ا ـ حوامل جرثومية متفرعة ينتهي [illegible] من حوافظ الجراثيم السابحة.
ب ـ أوجونة طرفية مع أنثريدات
جـ ـ جيمات الفطر *Gemmae* [illegible] تشبه الجراثيم الكلاميدية.

وكذلك فإن هذا الجنس يختلف عن الجنس *سابرولينجنيا* بأن في بعض أنواعه يختزل عدد البيضات في كل أوجونة إلى عدد قليل يصل في بعض الأحيان إلى بيضة واحدة فقط وهي كما أسلفنا تعد صفة متقدمة في الفطريات، بخلاف جنس *سابرولينجنيا* الذي يصل عدد البيضات في بعض أنواعه إلى ٣٠ بيضة.

ويحدث الاخصاب في هذا الفطر عن طريق تكوين أنبوبة اخصاب، وتحيط اللاقحة المتكونة، والتي تسمى بالجرثومة البيضية Oospore نفسها بجدار غليظ جدا. وهي تمثل الطور المقاوم في دورة حياة الفطر، وعندما تتوافر الظروف الملائمة فإنها تنبت لتعطى حافظة جرثومية واحدة أو أكثر.



شكل (٢٤) التكاثر اللاجنسي في الفطر أكليا *Achlya*.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

رتبة البيرونوسبورات Order Peronosporales

تعتبر هذه الرتبة من وجهة نظر المشتغلين بالفطريات وأمراض النبات من أهم الرتب التابعة لقسم الفطريات السوطية، حيث إن معظم الفطريات التابعة لها تعيش معيشة تطفلية وتسبب أمراضا نباتية خطيرة على كثير من المحاصيل الزراعية الاقتصادية، ويعيش بعض أفرادها في التربة والهواء. ويكون غزلها الفطري غالبا بين خلوي Intercellular ، ويرسل إلى داخل خلايا النبات العائل ممصات بسيطة، أو متفرعة لاستيفاء احتياجات الفطر الغذائية (شكل ٢ب ـ هـ) وفي بعض الأجناس يكون الغزل الفطري بين خلوي، وداخل خلوي Intracellular وتتميز الوحدات اللاجنسية في الأجناس المختلفة من هذه الرتبة، فهي إما أن تنتهج مسلك الحوافظ الجرثومية فتنقسم داخليا إلى عدة جراثيم تستطيع كل جرثومة أن تنبت لتسبب إصابة جديدة، ويسمى الحامل في هذه الحالة باسم الحامل الحافظي Sporangiophore.

وفي أجناس أخرى تنتهج كل وحدة لاجنسية مسلك الكونيدة فتنبت مباشرة دون انقسام داخلي لتسبب إصابة جديدة.

وهناك من الأجناس ما تختلف فيها طرق الانبات حسب الظروف البيئية السائدة فيها إذا كانت جفافية، أو رطوبية، فتحت الظروف الرطبة تنتهج كل وحدة لاجنسية مسلك الحافظة الجرثومية، أما تحت الظروف الجفافية فتكون الوحدة اللاجنسية كونيدة، وتسمى كل وحدة في هذه الحالة حافظة جرثومية كونيدية، ويسمى الحامل بالحامل الحافظي الكونيدي Conidiosporangiophore وتنقسم هذه الرتبة إلى أربع فصائل تضم في مجموعها حوالي خمسمائة إلى ستمائة نوع موزعة على خمسة عشر جنسا وتختلف فيما بينها حسب نوعية، وشكلية الحوامل الكونيدية ما إذا كانت هوائية أو تحت بشرية، وطريقة تفرع الحامل ما إذا كان كاذب المحور، أو صادق المحور أو يتفرع تفرعا ثنائي الشعب (شكل ٣٦). ويمكن تميز أفراد كل فصيلة عن الأخرى طبقا لما يأتي:

ا ـ إذا كانت الحوامل اللاجنسية تتواجد تحت بشرية أو هوائية أي تنبثق من ثغور أوراق العائل إلى الخارج.

ب ـ شكلية وانتظام الوحدات اللاجنسية على هذه الحوامل.

والفصائل التي تنتمي إلى هذه الرتبة هي:

١ ـ الفصيلة البيثية — Family Pythiaceae
٢ ـ الفصيلة البرونوسبورية — Family Peronosporaceae
٣ ـ الفصيلة الألبوجينية — Family: Albaginaceae
٤ ـ الفصيلة البيرونوفيثورية — Family: Peronophythoraceae

☐ الفصيلة البيثية Family Pythiaceae

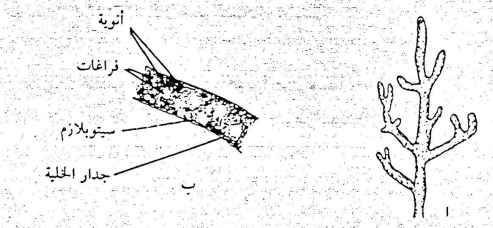
تعيش أفراد هذه الفصيلة إما رمية حيث يعيش الكثير منها في التربة وتنمو أفرادها على البيئات الصناعية، وتتمكن أغلب أنواعها من تكوين الأكياس الجرثومية والجراثيم على الآجار العادي، أو تعيش كطفيليات اختيارية التطفل حيث يسبب بعض أفرادها أمراضا خطيرة للنبات، ويعيش الفطر داخل خلايا النبات Interacellular ونادرا بين خلايا النبات Intercellular ، وتمتاز بأن حوامل الأكياس الجرثومية فيها تكون هوائية، ولا تتميز هذه الحوامل شكليا عما تحتها من أغزال فطرية، ويكون تفرع الحامل تفرعا كاذب المحور، بمعنى أن الفرع الرئيسي ينتهي نموه بتكوين وحدة طرفية. ثم يأخذ الفرع الجانبي التالي للطرف في تكوين وحدة طرفية أخرى. ومن ثم تكون هذه الوحدات اللاجنسية متدرجة من حيث الأحجام (شكل ٣٠).

وتشتمل هذه الفصيلة على جنسين هما بيثيوم *Pythium* وفيتوفثورا *Phytophthora*.

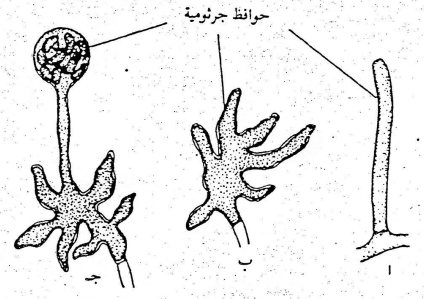
الوضع التصنيفي لجنس بيثيوم Systematic position of Genus *Pythium*

Division: Mastigomycota	قسم: الفطريات السوطية
Subdivision: Diplomastigomycotina	قسيم: الفطريات ثنائية السوط
Class: Oomycetes	طائفة: الفطريات البيضية
Order: Peronosporales	رتبة: البرونوسبورات
Family: Pythiaceae	الفصيلة: البيثية
Genus: *Pythium*	جنس: بيثيوم

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com



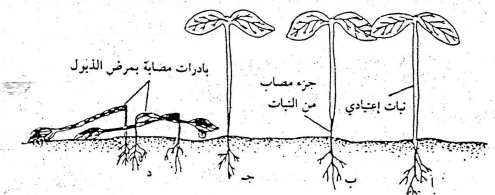
شكل (٢٦) جزء من الخيط الفطري لفطر بيثيوم *Pythium* .
ا ـ ميسيليوم كثير التفرع وغير متسم
ب ـ جزء مكبر من الخيط الفطري



شكل (٢٧) أنواع مختلفة من الحوافظ الجرثومية الموجودة في فطر بيثيوم *Pythium* .
ا ـ حافظة جرثومية مستطيلة (خيطية) لفطر بيثيوم مونوسبرمام *P.monospermum* .
ب ـ حافظة جرثومية مستطيلة ومتفرعة لفطر بيثيوم أفانيديرماتم *P.aphanedermatum* .
جـ ـ حافظة جرثومية بيضية لفطر بيثيوم ديباريانم *P.debaryanum* .

وميسيليوم هذا الفطر جيد التكشف فيتكون من هيفات دقيقة شفافة متعددة الأنوية وعديمة الجدر المستعرضة، وكثيرة التفرع، سواء كان نموها داخل أنسجة العائل أو خارجها أو على البيئات الصناعية (شكل ٢٦).

يضم هذا الجنس حوالي ٧٠ نوعا جميعها تقريبا منتشرة في جميع أنحاء العالم، بعضها يعيش في الماء ويتطفل على بعض طحالب المياه العذبة، ومعظمها يعيش مترمما على ما يوجد بالتربة الرطبة من بقايا مواد عضوية متحللة، أو تعيش كطفيليات اختيارية التطفل أي أن باستطاعتها أن تصيب بعض النباتات الراقية، وتسبب لها أمراضا مختلفة. وتحدث الإصابة في أغلب الأحيان في دور البادرة من نمو العائل. ومن أخطر أنواع الجنس بيثيوم النوع المسمى بيثيوم ديباريانوم *Pythium debaryanum* إذ هو أحد المكونات الفطرية المسببة لمرض وتعفن أنسجة بعض النباتات، ويسمى بالخناق، أو سقوط البادرات Damping off of seedlings (شكل ٢٥)، خاصة في بيوت الزراعة المحمية ويتطفل هذا الفطر على أنواع كثيرة من نباتات الزينة، والخضروات والمحاصيل وخصوصا بادرات القمح حيث يساعد على انتشار المرض تجمع البادرات والرطوبة العالية في التربة. وهو مرض عالمي الانتشار ويصيب أنسجة النبات العائل قرب سطح التربة فيخترق القشرة ويعيش على الساق، والجذور ونادرا على الأوراق وذلك داخل خلايا النبات فيسبب موتها. ويتطفل الفطر المسبب للمرض بأن تخترق هيفاته خلايا أنسجة البذرة النابتة، أو البادرة ثم ينتشر خلال وداخل خلاياها فيؤدى إلى موتها، ثم بعد ذلك تعيش هيفات الفطر مترممة على بقايا الأنسجة الميتة، والمواد العضوية التي قد توجد في التربة إلى أن يحين موعد زراعة البذور في الموسم التالي فيهاجمها الفطر من جديد.



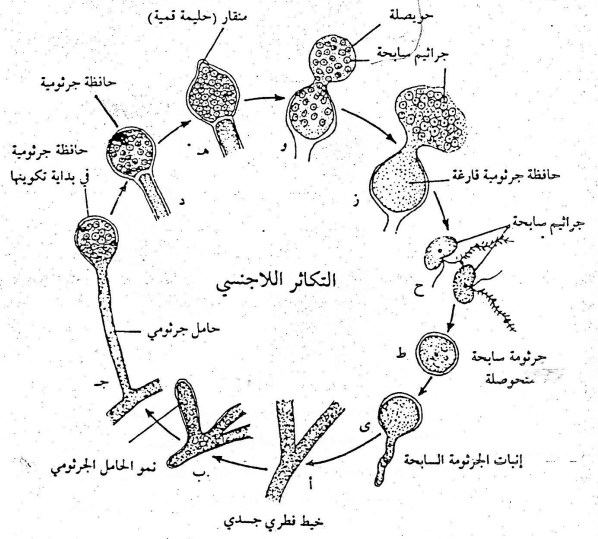
شكل (٢٥) مرض الذبول في البادرات المتسبب عن الفطر بيثيوم ديباريانوم *P. debaryanum* .
ا ـ بادرة عادية ب، جـ ـ بادرات مصابة
د ـ بادرات مصابة بمرض الذبول.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

طرق التكاثر

يتكاثر فطر بيثيوم بطريقتين هما التكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي.

التكاثر اللاجنسي. يحدث هذا التكاثر بتكوين جراثيم سابحة ثنائية السوط تتكون داخل الحوافظ الجرثومية، التي تنشأ على أطراف الخيوط الفطرية (شكل ٢٧)، أو على خلاياها الوسطية وتتكون بكثرة، وهي كروية الشكل، أو خيطية أو بيضية وتختلف في شكلها تبعا للأنواع المختلفة للفطر ويكون لها عادة حليمات قمية (شكلي ٢٧، ٢٨هـ). ولا يمكن تمييز الحوامل الجرثومية لتلك الحوافظ بسهولة عن بقية الغزل الفطري. والحوافظ الجرثومية تكون في بداية تكوينها ممتلئة بسيتوبلازم كثيف وعدد كبير

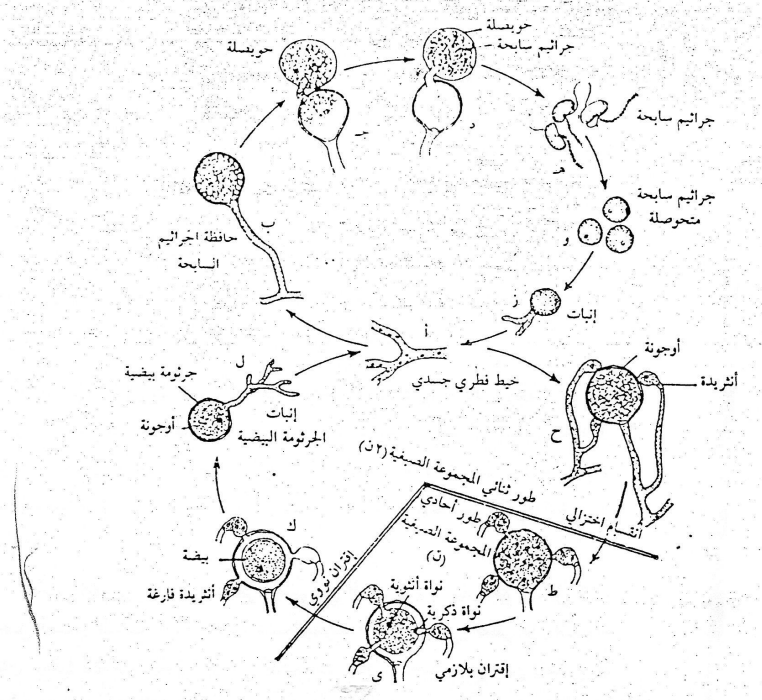


شكل (٢٨) التكاثر اللاجنسي في فطر بيثيوم ديباريانم *P. debaryanum*.
(عن باندى وتريفيدى ١٩٧٩)

من الأنوية (شكل ٢٨جـ)، وفي الظروف الرطبة، وكثرة الماء فإنه يخرج من الحافظة الجرثومية أنبوبة ضيقة وقصيرة تتوسع مكونة حويصلة Cyst (شكل ٢٨و) شبيهة بفقاعة الصابون، ثم ينساب بروتوبلازم الحافظة الجرثومية خلال الانبوبة إلى الحويصلة (شكل ٢٨ز)، وفي داخل الحويصلة ينقسم البروتوبلاست إلى عدد كبير من الجراثيم السابحة الكلوية الشكل ذات السوطين الجانبين، ثم بعد ذلك تندفع الجراثيم السابحة واحدة تلو الأخرى من الحويصلة بعد انفجارها، وتنتشر في جميع الاتجاهات (شكل ٢٨ح). وبعد فترة من انطلاقها تسبح خلال غشاء رقيق من الماء الموجود في التربة ثم تأخذ في الاستقرار والتحوصل (شكل ٢٨ط)، بعدها تنبت بواسطة تكوين أنبوب إنبات (شكل ٢٨ى)، لتكون هيفا خضرية (شكل ٢٨أ)، وإذا صادفت هذه الجرثومة النابتة وجود عائل مناسب فإنها تخترق بشرته عن طريق الثغور وتحدث الإصابة من جديد.

وتجدر الإشارة إلى أن انبات الحوافظ الجرثومية لفطر بيثيوم يعتمد بدرجة كبيرة على الظروف البيئية المحيطة بالفطر. ففي الظروف الجفافية والحرارة العالية فإن الحوافظ الجرثومية لا تنتج جراثيم سابحة، ولكن بدلا منها تنبت هذه الحوافظ مباشرة بطريقة تشبه إنبات الجراثيم الكونيدية، فتكون انبوب انبات مباشرة بدلا من تكوين الجراثيم السابحة.

التكاثر الجنسي. يحدث التكاثر الجنسي في الفطر بيثيوم ديباريانوم (شكل ٢٩) داخل أنسجة النبات العائل وذلك عندما يموت الأخير ويعيش الفطر على أنسجته الميتة، ونظرا لأن هذا الفطر يعد من الفطريات المتطفلة اختياريا فإنه من الممكن أن يتكاثر جنسيا على البيئات الصناعية المستحضرة في المعمل مثل بيئة آجار دقيق الذرة، أو بيئة البطاطس والدكستروز PDA. وقد درس كثير من الباحثين مثل مكين (Mckeen 1975)، وهاسكينز (Haskins 1976) وغيرهم التكاثر الجنسي في هذا الفطر، ووجدوا أنه يمتاز بأن أعضاؤه الجنسية الذكرية والأنثوية تنشأ جميعها من خيطين فطريين متجاورين من نفس الغزل الفطري المنبثق من جرثومة واحدة أو من أجزاء مختلفة من نفس الخيط، ويطلق على مثل هذا النوع من الفطريات بأنه متشابه الثالوس Homothallic وتتكون الأعضاء الجنسية الانثوية (الأوجونات) Oogonia (شكل ٢٩ح)، كانتفاخات على أطراف بعض الهيفات، أو في بعض الأحوال تتكون هذه



شكل (٢٩) دورة حياة فطر بيثيوم ديباريانم *P. debaryanum* .

(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

الخلايا الوسطية للهيفا. وعند بداية تكوين الأوجونات فإن كمية كبيرة من السيتوبلازم والأنوية تهاجر من الخيط الفطري إلى داخل الأوجونة التي تنفصل عن بقية الخيط الذي تتكون عليه بواسطة حاجز عرضي، وفي المرحلة الأولى من تكوين الأوجونة فإنها تنقسم إلى جزءين أحدهما جزء مركزي محبب يسمى البلازم البيضي Ooplasm والآخر محيطي اسفنجي يحيط بجدار الأوجونة يسمى البلازم المحيطي Periplasm وبعد فترة تبدأ

الأنوية الموجودة داخل الأوجونة بالتحرك نحو البلازم المحيطي حيث تبقى هناك وتتحلل كلها فيما بعد ما عدا نواة واحدة تظل نشطة في البروتوبلازم المركزي الذي يتزايد في الحجم مشكلا بيضة الأوجونة Oosphere وهي كروية الشكل رقيقة الجدار وحيدة النواة محاطة بطبقة من البروتوبلازم المحيطي. أما الأعضاء الجنسية المذكرة (الأنثريدات) Antheridia (شكل ٢٩ح)، فتتمركز قريبا جدا من الأوجونات، وغالبا ما يحدث هذا على ذات الخيط الفطري أو على هيفات مجاورة لها، وتقع الأنثريدة أسفل الأوجونة مباشرة وهي مستطيلة أو صولجانية الشكل إلى حد ما وأصغر حجما من الأوجونة، وهي إلى جانب ذلك عديدة الأنوية وتنفصل عن بقية الغزل الفطري بواسطة حاجز عرضي، وعند نضج الأنثريدة فإنها تتميز إلى جزءين، الأول جزء مركزي وحيد النواة يطلق عليه المشيج الذكري Male gamete ، والثاني جزء خارجي عديد الأنوية يطلق عليه البلازم المحيطي Periplasm وقد يحيط بكل أوجونة أنثريدة واحدة، أو أكثر قد يصل عددها إلى ست (شكل ٢٩ح). وتجدر الإشارة إلى أن فطر بيثيوم *ديباريانوم* يتبع في تكاثره الجنسي النمط العام للفطريات البيضية الأخرى، فقد ذكر كل من إيفا سانسوم (Eva San-some 1962) وبرايزير وسانسوم (Brasier & Sansome 1975) أن الانقسام الإختزالي في تلك الفطريات يحدث في الحوافظ المشيجية (الأنثريدات والأوجونات) وليس في الجرثومة البيضية، ومعنى ذلك أن ثالوس هذا الكائن ثنائي المجموعة الصبغية، وأن الأمشاج الذكرية والأنثوية هي التراكيب الوحيدة الأحادية المجموعة الصبغية في جميع دورة حياة الفطر. ويتم الإخصاب بأن ترسل كل أنثريدة أنبوبة إخصاب دقيقة تنفذ داخل جدار الأوجونة والبلازم المحيطي لتلتقى بالبلازم البيضي حيث تنتقل خلالها النواة الذكرية وتتحد بعد ذلك مع نواة البيضة فيحدث الإخصاب، وتتكون اللاقحة، أو البيضة المخصبة (شكل ٢٩ط، ى)، التي حينئذ تحيط نفسها بجدار سميك وحينذاك تصبح جرثومة بيضية Oospore (شكل ٢٩ك)، وبعد فترة من السكون تنبت الجرثومة البيضية وتعطى أنبوبة انبات حيث تنقسم نواتها الثنائية المجموعة الصبغية عدة انقسامات غير مباشرة ينتج عنها تكوين عدد كبير من الأنوية. وفي ظروف درجات الحرارة العالية نسبيا (٢٨°م) فإن الجرثومة البيضية تنبت مباشرة عن طريق تكوين أنبوبة الانبات لتعطى ميسيليوم جديد (شكل ٢٩ل). أما عند درجات الحرارة المنخفضة (١٠ - ١٧°م) فإن أنبوبة الانبات يقف نموها عندما يصل طولها إلى ٥ - ٢٠ ميكرونا،

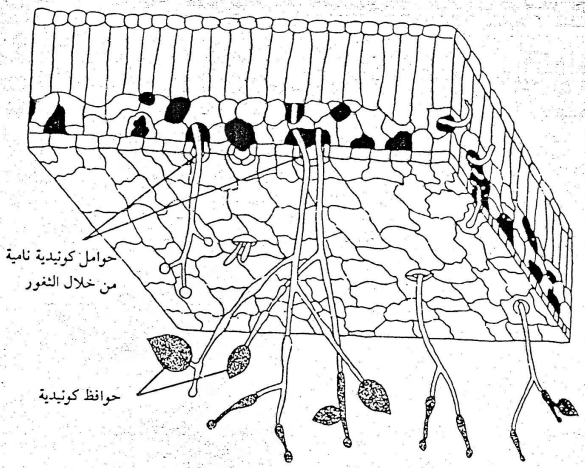
وتنتهي بتكوين كيس، أو حويصلة رقيقة الجدار تهاجر إليها جميع المحتويات الحية في الجرثومية البيضية من بروتوبلازم، وأنوية حيث يتشكل البروتوبلاست إلى عدد كبير من الجراثيم السابحة التي تضغط على جدار الحويصلة فينفجر وتتحرر الجراثيم السابحة لتنمو وتعطى غزل فطري جديد (Drechsler 1952).

جنس فيتوفثورا *Phytophthora*

تعيش أنواع هذا الفطر معيشة رمية عند غياب النبات العائل، ولكنها تتحول سريعا إلى فطريات طفيلية عند وجود العائل المناسب، وقد يعيش بين خلايا النبات فيرسل فيها ممصاته، وفي كلتا الحالتين يقضي على النبات بإتلاف أنسجته الداخلية.

وتختلف الأنواع التابعة لجنسي بيثيوم وفيتوفثورا عن بعضها في شكل الحوافظ الجرثومية التي تتكون في كل منها، ففي الفطريات التابعة لجنس فيتوفثورا تكون الحافظة الجرثومية ليمونية الشكل ذي حلمة طرفية (شكل ٣٠) بينما في الأنواع التابعة للجنس بيثيوم تكون الحوافظ الجرثومية كروية، أو غير منتظمة في الشكل، كما يمكن تمييز الفطريات التابعة للجنسين المذكورين على أساس إنبات الحوافظ الجرثومية، ففي حالة الفطر بيثيوم يحدث إنبات الحافظة الجرثومية بأن تنطلق محتوياتها خلال أنبوبة قصيرة إلى جويصلة تشبه فقاعة الصابون حيث يحدث فيها تجزئة لمحتوياتها إلى أجزاء يتكون كل منها من جرثومة هدبية. بينما في حالة فطر فيتوفثورا فإن تجزئة محتويات الحافظة الجرثومية عند الانبات تحدث في داخل الحافظة نفسها، ولا تتكون حويصلة بوجه عام، وحتى إذا تكونت هذه فإن الجراثيم الهدبية تتهيز داخل الحافظة الجرثومية الحقيقية ومن ثم تنتقل إلى الحويصلة كجراثيم هدبية ناضجة تتحرر بانفجار جدار الحويصلة وتخرج إلى الخارج.

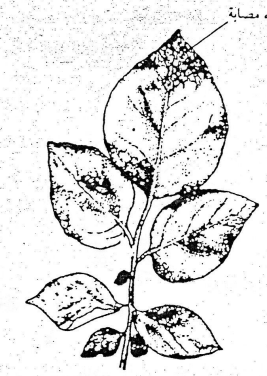
ويضم جنس فيتوفثورا حوالي ٧٥ نوعا أهمها من الناحية الاقتصادية الفطر فيتوفثورا انفستانس *Phytophthora infestans* الذي يسبب تعفنا لدرنات البطاطس وثمار الطماطم ويطلق على المرض اسم الندوة، أو اللفحة المتأخرة في البطاطس، والطماطم Potato late blight (شكل ٣١)، ويعد هذا المرض من أخطر أمراض



شكل (٣٠) قطاع تخطيطي عمودي في ورقة نبات البطاطس المصاب بفطر فيتوفثورا انفستانس *Phytophthora infestans* توضح الحوامل والحوافظ الجرثومية.
(عن وابر وآخرون، ١٩٨٢)

البطاطس، وقد كان السبب الرئيسي في حدوث المجاعة الأيرلندية عام ١٨٤٥م وهجرة الكثير من سكان أيرلندا إلى أمريكا عندما ظهر المرض بحالة وبائية، كما أنه قد يصيب بعض نباتات الفصيلة الباذنجانية الأخرى مثل الطماطم والباذنجان وغيرها. ونظرا لأهمية المرض المتسبب عن هذا الفطر فسوف نتطرق بصورة موجزة إلى الأعراض والتأثيرات المختلفة كما يلي:

تظهر أعراض المرض على الأجزاء الهوائية من النبات، وكذلك على الدرنات، فتظهر الإصابة على قمة أو حواف الوريقات بشكل بقع ميتة غير محددة ثم تتسع حتى تعم سطح الوريقات بكاملها ثم يتحول لونها إلى الأسود، وتظهر على السطح العلوي للوريقات أوضح منها على السطح السفلي. وبعد أن يتغذي الفطر على أنسجة العائل الورقية وفي وجود الرطوبة العالية يظهر على السطح السفلي للوريقات زغب أبيض، أو

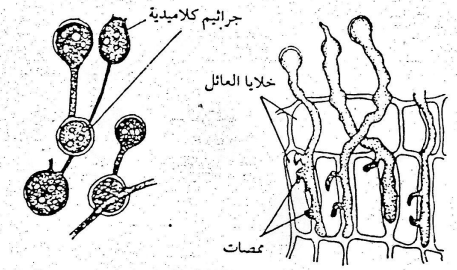


شكل (٣١) أوراق نبات البطاطس مصابة بمرض اللفحة المتأخرة المتسبب عن فطر *فيتوفثورا انفستانس* *P.infestans*.

رمادي اللون عند حواف البقع، وهو عبارة عن تلك الحوامل الجرثومية والحوافظ الجرثومية للفطر المسبب، وتخرج هذه الحوامل في مجاميع من خلال فتحات الثغور. أما في الطقس الجاف والحرارة المرتفعة فتبقى بقع الإصابة صغيرة الحجم ومحدودة، وتصبح الأوراق المصابة هشة سهلة التكسر. وعلى السيقان تظهر بقع مشابهة لتلك الموجودة على الأوراق وتمتد الإصابة من قمة النبات إلى أسفله، وتمتد البقع حول الساق التي تجف، وتتشقق طوليا لتصبح سهلة الكسر أيضا. أما على درنات البطاطس فتتميز الإصابة بظهور بقع داكنة غائرة نوعا ما على سطح الدرنة، وإذا كشطت الدرنة يظهر عفن جاف لونه بني محمر تحت سطح البشرة بسمك ١ إلى ٢ سم.

وتصاب ثمار الطماطم في أطوار نموها كافة وتظهر الإصابة غالبا على قمة الثمرة على شكل بقع بنية غائرة تكبر في الحجم حتى تعم الثمرة بكاملها. ويعد فطر *الفيتوفثورا* من الفطريات الطحلبية المتطفلة اختياريا، وينمو داخل أنسجة النبات إما في المسافات

البينية التي توجد بين الخلايا أو داخل خلايا العائل (شكل ٣٢)، وهيفاته غير مقسمة بجدر عرضية، ويحتوي كل منها على العديد من الأنوية، ويطلق على هذه الهيفات بالمدمج الخلوي Coenocytic ولكن من الممكن ملاحظة بعض الحواجز العرضية في أجزاء الميسيليوم الأقدم عمرا عند بداية تكوين التراكيب التكاثرية. وترسل هيفات الفطر ممصات Haustoria إلى داخل خلايا العائل لامتصاص المادة الغذائية منها وهذه الممصات إما أن تكون صولجانية، أو خطافية، أو حلزونية.



شكل (٣٢) (ا) غزل فطري بين خلوي لفطر *فيتوفثورا كلوكاسياى* *P. colocasiae* يوضح الممصات داخل خلايا العائل.
(ب) جراثيم كلاميدية نابتة ومكونة الحافظة الجرثومية.

طرق التكاثر

يتكاثر الفطر بطريقتين هما التكاثر اللاجنسي، والتكاثر الجنسي.

التكاثر اللاجنسي. يحدث هذا النوع من التكاثر عن طريق تكوين حوافظ جرثومية Sporangia (شكل ٣٣ب)، التي تنشأ على خيوط فطرية خاصة، وتخرج الحوامل الحافظية للفطر على شكل مجاميع مكونة من حامل واحد إلى خمسة من خلال فتحات الثغور في حالة الأوراق، وخلال العديسات، أو الأماكن المجروحة في حالة الدرنات، وهي شفافة عديمة اللون متفرعة تفرعا كاذب المحور وغير محدودة النمو وتحمل في نهايتها الحوافظ الجرثومية التي تكون أيضا شفافة ليمونية الشكل ذات حلمة

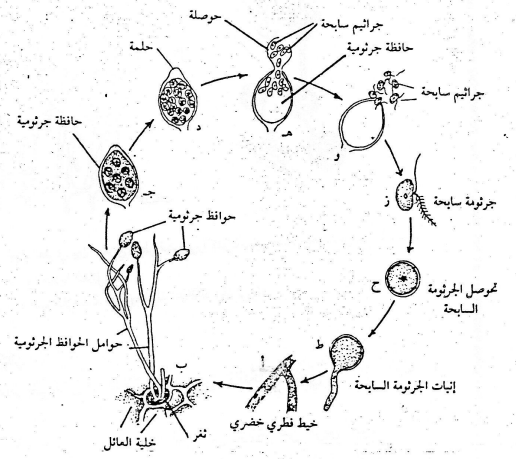
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

التكاثر الجنسي. وهو نادر الحدوث على النباتات المصابة، لأن الفطر عادة يمضى فترة الشتاء في الطبيعة في الأنسجة المصابة على هيئة ميسيليوم ينشط في بداية الموسم الجديد. وربما يرجع السبب في ندرة تكون الجراثيم البيضية *لفيتوفثورا انفستانس* إلى أن الفطر متباين الثالوس أي لا يحدث التزاوج الجنسي إلا بين خيطين فطريين كل منهما مستمد من غزل فطري متميز وينبثق من جرثومة واحدة. ولذلك فالتكاثر الجنسي في هذا الفطر (شكل ٣٤) يحدث بين أنثريدات وأوجونات متضادة الطرز التزاوجية.

وكان العالم كلينتون (Clinton 1911) أول من اكتشف المرحلة الجنسية لفطر *فيتوفثورا انفستانس*، وقد نشر بذلك تقريرا حول تكوين الجراثيم البيضية في مزرعة نقية. وينتج أثناء تكاثره الجنسي أعضاء جنسية متميزة، أنثوية وذكرية. وتتكون الأعضاء الأنثوية (الأوجونات) في نهاية فرع الخيط الفطري (شكل ٣٤ب)، ويبدأ تكوينها بتضخم كروي خيطي ثم انتقال الأنوية والسيتوبلازم إلى الجزء المتضخم، وبعد ذلك بقليل يتكون جدار مستعرض يعزل الجزء المنتفخ (الأوجونة) عن بقية الخيط الفطري (شكل ٣٤جـ). وتحتوي كل أوجونة على بيضة واحدة أحادية النواة تحاط بطبقة من البروتوبلازم المحيطي Periplasm، الذي تنحل فيه جميع الأنوية الأخرى، وفي نهاية خيط فطري آخر وبالقرب من هذا النوع أو بعيداعنه، تظهر الأعضاء الذكرية (الانثريدات) التي تتكون على هيئة خيوط منتفخة عند النهاية البعيدة للخيط كما يظهر جدار مستعرض خلف هذا الجزء المنتفخ مباشرة حيث تبدو الأنثريدة على شكل استطالة ثخينة (شكل ٣٤ب، جـ).

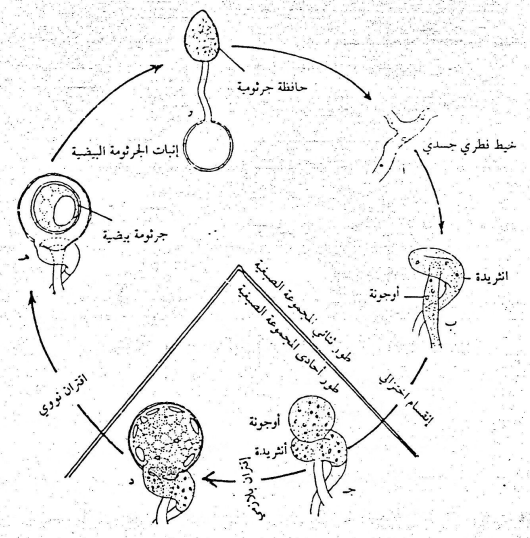
ويتبع الفطر في تكاثره الجنسي النمط العام للفطريات البيضية الأخرى. فالانقسام الاختزالي يحدث داخل الأعضاء الجنسية من أنثريدات وأوجونات (وليس في الجرثومة البيضية كما هو سائد من قبل)، قبل أن يحصل الاندماج بين محتوياتهما، لأنهما قد تكوَّنا أصلاً من أغزال فطرية ثنائية المجموعة الصبغية، ولقد تم إثبات ذلك مؤخرا بواسطة كل من برايزير وسانسوم (Brasier & Sansome 1975)، وينتج عن ذلك الانقسام تكوين أمشاج ذكرية وبيضات أحادية المجموعة الصبغية ويتم الاخصاب بينهما بأن تخترق الأوجونة الانثريدة والأخيرة ما زالت في طور التكوين. وتظهر الأوجونة في هذه الحالة فوق الأنثريدة كتركيب كروي الشكل (شكل ٣٤جـ)، ولذلك تبدو

طرفية (شكل ٣٣جـ، د). ويعتمد إنبات الحوافظ الجرثومية في فطر *فيتوفثورا* على عوامل كثيرة منها الرطوبة، والحرارة وطبيعة وسط النمو. فعند الرطوبة العالية والحرارة المنخفضة فإن محتويات هذه الحوافظ تنقسم لتكوين جراثيم سابحة (شكل ٣٣هـ)، وتنطلق هذه الجراثيم إلى الخارج عن طريق ثقب طرفي (شكل ٣٣و)، وبعد فترة نشاط تستقر وتتحوصل (شكل ٣٣ح)، ثم تنبت وتخترق أنسجة العائل لتحدث إصابة جديدة (شكل ٣٣ط).



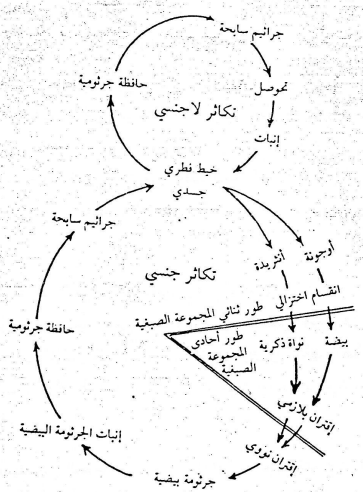
شكل (٣٣) التكاثر اللاجنسي في فطر *فيتوفثورا Phytophthora* sp.

أما في ظروف الرطوبة المنخفضة والحرارة العالية فإن الحوافظ الجرثومية تسلك مسلك الكونيدات، وتنبت مباشرة بدلا من تكوين جراثيم سابحة لتعطي أنبوبة انبات تتخذ طريقها خلال الثغر، وتسبب إصابة جديدة للنبات، وعلى هذا فيلاحظ أن المرض يكون أكثر خطورة في المناطق الرطبة عنه في المناطق الجافة.



شكل (٣٤) المراحل المختلفة للتكاثر الجنسي في فطر *فيتوفثورا انفستانس P. infestans* .

الأنثريدة على هيئة قمع حول قاعدة الأوجونة الناضجة. وتحصل عملية الاندماج السيتوبلازمي أثناء اختراق الأوجونة للأنثريدة (شكل ٣٤د)، ثم بعد ذلك تحصل عملية الاقتران النووي، وتتكون الجرثومة البيضية داخل الأوجونة (شكل ٣٤هـ)، وهي ذات جدار سميك وغالبا تكون ملساء ومقاومة للظروف غير الملائمة. تنبت الجرثومة البيضية مباشرة بعد نضجها، أو بعد فترة كمون ثم تنقسم نواتها المتكونة عدة انقسامات غير مباشرة ينتج عنها تكوين عدد كبير من الأنوية، وعند حدوث الانبات ترسل الجرثومة البيضية خيطا فطريا قصيرا وغير مقسم ينتهي عادة بكتلة كروية ينتقل إليها البروتوبلاست العديد الأنوية، ويطلق عليها الحافظة الجرثومية (شكل ٣٤و)،



شكل (٣٥) مخطط توضيحي لملخص دورة حياة فطر *فيتوفثورا Phytophthora* .

التي تحوي بداخلها عددا كبيرا من الجراثيم السابحة ثنائية السوط بالطريقة نفسها التي تتكون بها الحوافظ الجرثومية من الأغزال الفطرية.

وفي بعض الأحيان ينمو أنبوب الانبات المتكون مباشرة من الجرثومة البيضية ويتطور إلى غزل فطري جديد (شكل ٣٤أ). ويمكن تمثيل دورة حياة فطر *فيتوفثورا* بالمخطط الموضح بالشكل (٣٥).

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

الفصيلة البيرونوسبورية Family Peronosporaceae

تعد هذه الفصيلة أكثر الفصائل الأربع رقيا التي تضمنتها رتبة البيرونوسبورات. وتعيش جميع أنواعها كطفيليات إجبارية على النباتات الزهرية ولا يمكن زراعتها في منابت غذائية صناعية. وأفرادها تسبب أمراضا لكثير من النباتات تعرف بأمراض البياض الرغبي Downy mildews فهي تعد من أعظم الفطريات أهمية من الوجهة الاقتصادية حيث تصيب بعض المحاصيل الزراعية الهامة، وتسبب لها أضرارا بالغة الخطورة.

وسميت هذه المجموعة من الأمراض بالبياض الزغبي نسبة إلى وجود نموات، أو بثرات زغبية بيضاء اللون، أو رمادية، وهي الحوامل الجرثومية للفطر، وتبدو كما يدل الاسم كزغب الطير وأعراض المرض تظهر في الغالب على الأوراق وقد تظهر أيضا على السوق والثمار، ولا تلبث أوراق النبات المصاب أن تذبل، وتصفر ثم تموت، وقد يصيب الموت النبات كله.

وتختلف هذه الفصيلة عن الفصيلة البيثية Pythiaceae ولكنها تشبه الفصيلة الألبوجينية Albuginaceae في أن أجناسها كلها تعيش حياة إجبارية التطفل. وتوجد خيوط الفطر بين خلايا النبات العائل وممصاتها تشبه ممصات أفراد الفصيلة الألبوجينية في كونها مستديرة الشكل ولكنها قد تكون خيطية أو متفرعة، وتخرج حوامل الجراثيم الكونيدية عبر المسام الموجودة على السطح السفلى للورقة، وتتكون الجراثيم الكونيدية فردية وليست في سلاسل كما هو الحال في أفراد الفصيلة الألبوجينية، وكذلك تكون الجرثومة عديدة الأنوية وتنمو في أغلب الأحيان بتكوين جراثيم سابحة.

الصفات العامة لأمراض البياض الزغبي ومسبباتها

تشترك أمراض البياض الزغبي في صفات عامة من حيث الأعراض وطريقة الإصابة والظروف البيئية المسببة للإصابة وطرق مكافحة المرض. ويمكن تلخيص تلك الصفات في النقاط التالية:

العلوي للأوراق، وبتقدم الإصابة يتحول لونها إلى الأصفر ثم إلى البنى دلالة على اختفاء مادة اليخضور وموت النسيج ويقابل هذه البقع على السطح السفلي للورقة نموات زغبية رمادية اللون وهي عبارة عن الحوامل الجرثومية للفطر التي تخرج من خلال الثغور الهوائية إلى سطح العائل.

٢ ـ الفطريات المسببة لأمراض البياض الزغبي إجبارية التطفل.

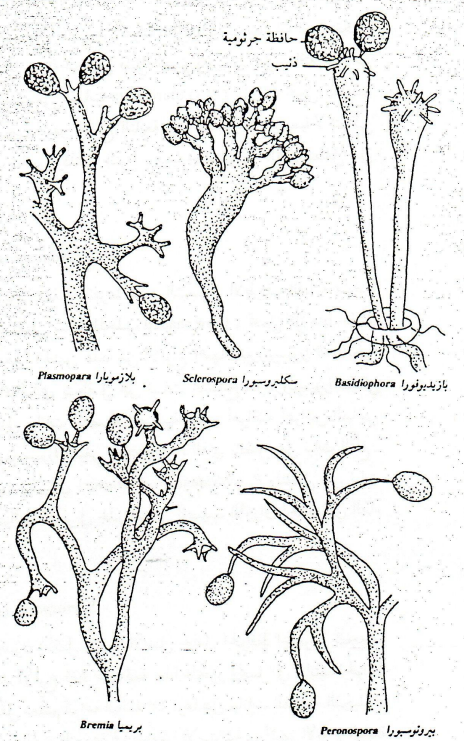
٣ ـ التطفل فيها داخلي، حيث ينمو الغزل الفطري داخل أنسجة العائل بين الخلايا ويرسل ممصات دقيقة تخترق جدر الخلايا لامتصاص المواد الغذائية منها. وتختلف أشكال الممصات حسب نوع الفطر المسبب للمرض، فقد تكون كروية إلا أنها في كثير من الأنواع تكون خيطية بسيطة، أو متفرعة ملتفة.

٤ ـ يرتبط كل جنس، أو كل نوع من هذه الفطريات في تطفله بعائل واحد، أو عدة عوائل خاصة.

٥ ـ تحدث إصابة النبات بأحد هذه الفطريات وذلك بإرسال أنبوبة إنبات تنشأ من إنبات الجرثومة السابحة، أو من إنبات الحافظة الجرثومية مباشرة، وتخترق هذه الأنبوبة أنسجة النبات العائل عن طريق الثغور فتحدث الإصابة.

٦ ـ بعد حدوث الاصابة وتوفر الظروف الملائمة للفطر تبدأ عملية التكاثر اللاجنسي، فتخرج من فتحات الثغور حوامل جرثومية ذات نمو محدود يختلف شكلها وطريقة تفرعها باختلاف الجنس المسبب للمرض، ويمكن تمييز الأجناس عن بعضها بواسطة شكل وطريقة تفرع هذه الحوامل (شكل ٣٦). أما تمييز الأنواع المختلفة لكل جنس فيكون عادة حسب نوع العائل النباتي وينتهي كل حامل جرثومي بحافظة جرثومية واحدة، أو أكثر وهي قد تكون بيضية أو مستديرة الشكل. وعند نضج هذه الحوافظ فإنها تنفصل عن حواملها بسهولة وتنتشر بواسطة الرياح.

٧ ـ إنبات الحوافظ الجرثومية يختلف باختلاف الظروف المحيطة بالمرض، ففي الظروف الجفافية فإن الحوافظ الجرثومية تنبت مباشرة أي بإرسال أنبوبة إنبات كما هو الحال في الجراثيم الكونيدية. أما في الظروف الرطبة وانخفاض درجات الحرارة فإن الحوافظ الجرثومية تنمو نموا غير مباشر وذلك بتكوين جراثيم سابحة (هدبية) لكل منها



شكل (٣٦) حوامل الحوافظ الجرثومية المميزة لخمسة أجناس من الفصيلة البيرونوسبورية.
(عن الكسوبولوس ومبز ١٩٧٩)

سوطان جانبيان تسبح بواسطتهما في الماء الموجود على سطح العائل، ثم تستقر وتفقد أسواطها وتحيط نفسها بجدار رقيق ثم تنبت بإرسال أنبوبة إنبات لتصيب العائل.

٨ - قرب نهاية موسم نمو النبات العائل يبدأ الفطر في التكاثر الجنسي وذلك بتكوين جراثيم بيضية داخل الأنسجة في المسافات البينية، وتحتاج هذه الجراثيم إلى فترة سكون لبعض الوقت، وتعمل على نقل المرض من موسم إلى آخر لانها تستطيع أن تتحمل الظروف البيئية غير المناسبة من درجات حرارة مرتفعة، أو برودة قاسية، أو جفاف.

هناك أكثر من ٣٠٠ نوع تتبع هذه الفصيلة، ولكن أبرزها الأنواع التالية:

١ - بلازموبارا فيتيكولا *Plasmopara viticola*

ويسبب مرض البياض الزغبي في العنب.

٢ - بيرونوسبورا باراسيتيكا *Peronospora parasitica*

ويسبب مرض البياض الزغبي لافراد الفصيلة الصليبية مثل النجل واللفت.

٣ - بريميا لاكتيوكي *Bremia lactucae*

ويسبب البياض الزغبي في الخس.

٤ - سكليروسبورا جرامينيكولا *Sclerospora graminicola*

الذي يسبب مرض البياض الزغبي للنجيليات.

ويمكن التمييز بين الأجناس الفطرية السابقة مورفولوجيا بطريقة شكل وتفرع حوامل الحوافظ الجرثومية، ووضع هذه الحوافظ على الحوامل (شكل ٣٦) وهي من الصفات الهامة من الناحية التصنيفية التي يمكن بواسطتها التعرف على هذه الأجناس كما يلي:

١ - جنس بلازموبارا *Plasmopara*

يتميز هذا الجنس بأن حوامل الحوافظ الجرثومية فيه رفيعة نسبيا وتتشكل بأعداد كبيرة، ويخرج منها محاور أو فروع عديدة تكاد تكون على زوايا قائمة مع المحور الأصلي، وهذه الفروع تتفرع بدورها تفرعا صادق المحور الأطراف النهائية للفروع غير مستدقة عليها نتوءات مستديرة قليلا ويحمل كل فرع في نهايته حافظة جرثومية، ومن أهم الأنواع التابعة لهذا الجنس النوع بلازموبارا فيتيكولا الذي يسبب مرض البياض الزغبي في العنب حيث تخرج حوامل الحافظة الجرثومية من السطح السفلي للورقة المصابة.

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

٢ ـ جنس بريميا *Bremia*

في هذا الجنس يتفرع الحامل الجرثومي تفرعا ثنائي الشعب، ونهاية الفرع تكون منتفخة على شكل جسم على هيئة الصحن قليل العمق، ويوجد على حافته عدد من الأعناق القصيرة الدقيقة تسمى ذنيبات Sterigmata (من ٢ إلى ٤) تحمل كل منها حافظة جرثومية واحدة. ومن أشهر الأنواع التابعة لهذا الجنس نوع بريميا لاكتيوكي الذي يتطفل على نبات الخس وكذلك النوع بريميا جرامينيكولا الذي يتطفل على النباتات النجيلية.

٣ ـ جنس بيرونوسبورا *Peronospora*

تكون الحوامل الجرثومية متفرعة تفرعا ثنائي الشعب، الأطراف النهائية منحنية مستدقة، ومدلاة حيث تعطى شكل المخلب Claw shaped ، تحمل كل منها حافظة جرثومية واحدة، ويتبع هذا الجنس عددا من الأنواع أهمها: *بيرونوسبورا السبانخي P. spinaciae (P. effusa)* الذي يتطفل على نبات السبانخ، *وبيرونوسبورا التطفلي P. parasitica* ويتطفل على نباتات الفصيلة الصليبية وتشبه أعراضه أعراض البياض الزغبي في العنب. *وبيرونوسبورا التبغي P. tabacina* الذي يتطفل على نبات التبغ. وأخيرا فطر *بيرونوسبورا شلييناي P. schleideni (p. destructor)* ويتطفل على نبات البصل، حيث تبقى جراثيم الفطر في جذر البصل لتصيب الأوراق الجديدة في العام التالي.

٤ ـ جنس سكليروسبورا *Sclerospora*

في هذا الجنس يكون شكل المحور الأصلي لحامل الحوافظ الجرثومية شجيري غليظ وقصير، وتتواجد الأفرع فقط عند قمة هذا المحور وتحمل في نهايتها الحوافظ الجرثومية المفردة، وتتطفل معظم أنواعه البالغة ١٣ نوعا على نباتات الفصيلة النجيلية، وخاصة قصب السكر، والذرة المزروعة في المناطق الاستوائية. وأشهر الأنواع التابعة لهذا الجنس النوع النجيلي، *سكليروسبورا جرامينيكولا*.

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

وتتبع دورات حياة جميع أنواع الفصيلة البيرونوسبورية نفس النمط العام، الذي يشبه مثيله في أفراد الفصيلة البيثية، ولذا فسنقتصر على دراسة ووصف دورة حياة الفطر المسبب لمرض البياض الزغبي في العنب كمثل لهذه الفصيلة نظرا لأهميته من الناحية الاقتصادية.

الوضع التصنيفي لجنس بلازموبارا

Systematic position of Genu: *Plasmopara*

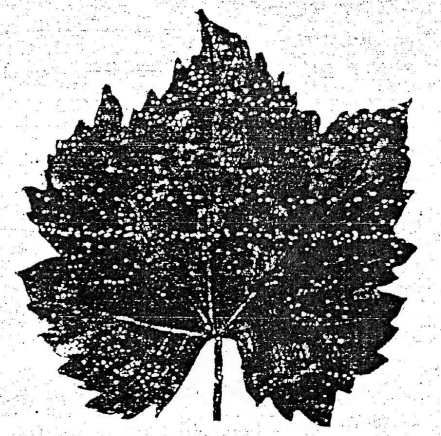
Division: Mastigomycota	قسم: الفطريات السوطية
Subdivision: Diplomastigomycotina	قسيم: الفطريات ثنائية السوط
Class: Oomycetes	طائفة: الفطريات البيضية
Order: Peronosporales	رتبة: البيرونوسبورات
Family: Peronosporaceae	الفصيلة: البيرونوسبورية
Genus: *Plasmopara*	جنس بلازموبارا

يضم هذا الجنس ما يقرب من ٢٠ نوعا منتشرة على نطاق واسع، وأهم هذه الأنواع من وجهة النظر الاقتصادية النوع بلازموبارا فيتيكولا *P. viticola* الذي يتطفل على العنب ويسبب له مرضا يسمى مرض البياض الزغبي في العنب Downy mildew of grapes وهو ينمو كمتطفل بين خلوي داخل الأوراق والفروع الصغيرة مسببا لفحتها، أو تبقعها (شكل ٣٧)، وقد يصيب كذلك الثمار فيعفنها، وتبدأ الأعراض المبكرة بتكوين بقع صفراء شاحبة مختلفة في الحجم، والشكل على السطح العلوي للورقة، وعند الظروف البيئية المناسبة يظهر على السطح السفلي للأوراق، بياض زغبي واضح في لون اللبن، وميسيليوم الفطر عديد الأنوية، متفرع وغير مقسم ويوجد بين الخلايا مرسلا ممصات صغيرة كروية الشكل رقيقة الجدر تخترق جدر خلايا العائل وتمتص الغذاء من بروتوبلازم العائل، وبعد فترة من النمو الميسيليومي تتجمع الخيوط الفطرية متكتلة تحت فتحات الثغور التي على السطح السفلي للورقة.

طرق التكاثر

تشبه دورة حياة أنواع هذه الفصيلة بصفة عامة مثيلتها في أفراد الفصيلة البيثية التي سبق وصفها، وعلى هذا فإن فطر بلازموبارا فيتيكولا يتكاثر لاجنسيا وجنسيا كما يلي:

التكاثر اللاجنسي. في الظروف البيئية الملائمة لنمو الفطر، أي بعد أن يثبت



شكل (٣٧) ورقة عنب مصابة بمرض البياض الزغبي المتسبب عن الفطر بلازموبارا فيتيكلا *Plasmopara viticola*.

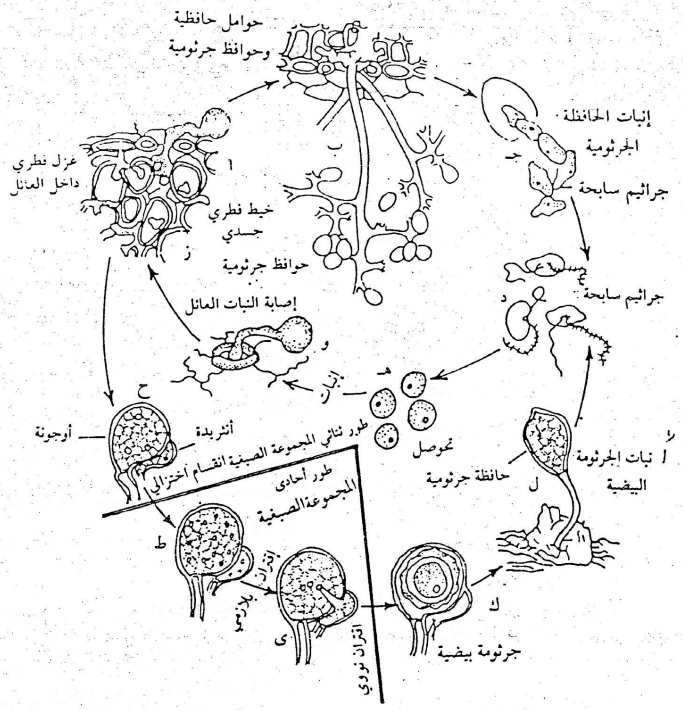
الغزل الخطري نفسه جيدا داخل العائل، يكون تجمعات كثيفة من الخيوط الفطرية في التجاويف تحت ثغور الأوراق والفروع الغضة ويخرج من فتحة الثغر الواحد عددا من الخيوط الفطرية التي تنمو في الاتجاه الرأسي معطية حوامل الحوافظ الجرثومية المتفرعة (كل حامل يعطى من ٢ إلى ٦ أفرع رئيسية) ويتفرع كل فرع من هذه الفروع الرئيسية بدوره إلى عدة فروع كل منها وحيد الشعبة وبزاوية قائمة أيضا وينتهي كل من هذه الفروع بعدد من البروزات، أو ما يسمى بالذنيبات التي يتراوح عددها ما بين ٢ إلى ٤ وهي قصيرة جدا ورفيعة ويحمل كل بروز حافظة جرثومية مفردة ليمونية الشكل، وتتراوح أبعادها من (٥ - ٣١ × ١١ - ١٨) ميكرون، وتسبب الأعداد الكبيرة من حوامل الحوافظ الجرثومية المظهر الزغبي الذي يظهر على السطح السفلي للأوراق المصابة. [illegible] ثم ينفصل هذا الانتفاخ

بحاجز عرضي وتنقسم نواة الحافظة الجرثومية التي استقرت في الانتفاخ قبل انفصاله لتعطى عددا من الأنوية تجعل الحافظة الجرثومية عديدة الأنوية حيث تحاط كل نواة بطبقة سيتوبلازمية وغشاء وتتشكل بداخلها الجراثيم السابحة (شكل ٣٨). عندما يتم نضج هذه الحوافظ فإنها تنفصل من البروز بسهولة وتحمل بواسطة التيارات الهوائية والأمطار لمسافات بعيدة حيث تسبب إصابات جديدة على نباتات أخرى سليمة.

وتحدث إصابة العائل نتيجة إنبات الحافظة الجرثومية، حيث تعطى عددا من الجراثيم السابحة التي تخرج من فتحة طرفية في الحافظة حيث تسبح هذه الجراثيم السابحة في الغلاف المائي الموجود على سطح العائل فترة قصيرة من الوقت، ثم تستقر وتفقد أسواطها ثم تفرز غشاء خلويا حول نفسها فتتحوصل، بعد ذلك تنبت مرة ثانية مكونة أنبوب إنبات يدخل نسيج العائل عن طريق فتحات الثغور، وينمو بين خلاياه محدثا بذلك إصابة جديدة. ويتم الفطر هذه الدورة في مدة تتراوح بين ٥ إلى ١٨ يوما تبعا لظروف الحرارة والرطوبة السائدة وقت حدوث الإصابة. وأنسب درجات الحرارة الملائمة لحدوث العدوى تنحصر بين ١٨ إلى ٢٤°م.

التكاثر الجنسي. كما سبق الإشارة إليه فإن دورة حياة هذا الفطر يتبع نفس النمط العام، الذي يشبه مثله في فطر «بيثيوم» و«فيتوفثورا» مما سبق وصفه بالتفصيل، ويمكن تلخيص التكاثر الجنسي لهذا الفطر كما يلي:

عندما تبدأ أنسجة النبات العائل في التحلل بسبب الموت يستجيب لها الفطر بتكوين أعضاء جنسية من أوجونات، وأنثريدات التي توجد متغلغلة داخل أنسجة النبات (شكل ٣٨ح). فالأوجونة تحتوى على بيضة واحدة بداخلها عد كبير من الأنوية التي سرعان ما تتلاشى كلها ما عدا نواة واحدة تنقسم انقساما أخيرا معطية نواتين تندثر إحداهما وتبقى الأخرى التي هي نواة البيضة Oosphere والتي تحاط بكتلة سيتوبلازمية كثيفة. أما العضو الذكري (الأنثريدة) فهو يحتوي على عدد كبير من الأمشاج الذكرية (الأنثيروزويدات Antherozoides) ويتم التلقيح والإخصاب بين بيضة ومشيج ذكري واحد وتحصل عملية الإندماج السيتوبلازمي أثناء اختراق الأنثريدة للأوجونة (شكل



شكل (٣٨) دورة حياة فطر بلازموبارا فيتيكولا *P. Viticola*
(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

٣٨ط)، ثم بعد ذلك تحصل عملية الاقتران النووي (شكل ٣٨ى)، ثم تحيط البيضة المخصبة (اللاقحة) نفسها بجدار غليظ ثم تتحول فيما بعد إلى جرثومة بيضية ساكنة Oospore (شكل ٣٨ك)، كروية الشكل تتراوح أقطارها بين ٢٥ إلى ٣٥ ميكرون، ولها جدار سميك مجعد وخشن الملمس وذو لون بني - برتقالي. وتستطيع الجرثومة البيضية الساكنة وهي على هذا الحال أن تقاوم كل الظروف البيئية غير الملائمة التي قد يتعرض

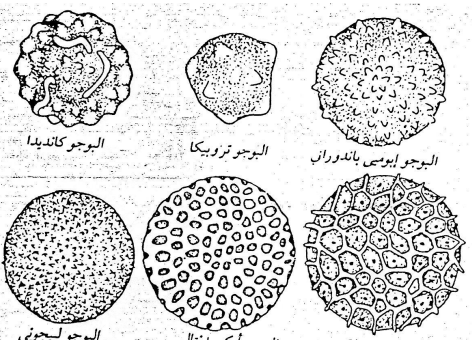
لها الفطر، ثم تمضى هذه الجراثيم الساكنة فترة الشتاء في المناطق الدافئة داخل أنسجة أوراق العنب القديمة المصابة التي تسقط في التربة وتختلط بها، وتظل الجراثيم على هذا الحال حتى حلول فصل الربيع التالي. وعندما تتوفر لها الظروف البيئية الملائمة من حرارة ورطوبة وذلك في أوائل موسم نمو النبات العائل فإن الجرثومة البيضية تعاود نشاطها وتنبت مكونة حاملا جرثوميًا قصيرا يحمل في نهايته الحافظة الجرثومية (شكل ٣٨ل)، ثم تنبت الحافظة المتكونة وتنطلق منها الجراثيم السابحة (شكل ٣٨د)، التي تسبح في الماء وتصيب الأجزاء السفلى من النبات وبذلك تحدث الإصابات الأولية، يتبعها فترة حضانة مدتها من ١٠ إلى ٢٤ يوما ثم تظهر النموات الزغبية، وبذلك يعيد الفطر دورة حياته من جديد (شكل ٣٨).

☐ الفصيلة الألبوجينية Family Albuginaceae

تشمل هذه الفصيلة جنسا واحدا فقط هو جنس *البوجو Albugo*، ويضم هذا الجنس أكثر من ٢٥ نوعا تعيش جميعها حياة طفيلية إجبارية Obligate parasite وتسبب أمراضا للنباتات الزهرية ولا يمكن زراعة هذه الأنواع في المزارع الفطرية الصناعية وهي بذلك تشبه أفراد الفصيلة البيرونوسبورية، وتختلف عن أفراد الفصيلة البيثية التي يمكنها أن تنطفل تطفلا اختياريا. وتعرف الأمراض المتسببة عن الأنواع المختلفة من جنس *البوجو* بالأصداء البيضاء White rust diseases حيث يكون الطفيل مساحات بيضاء لامعة على السوق والأوراق. ويمتاز الغزل الفطري في أفراد هذه الفصيلة بأنه متفرع وغير مقسم وينمو في المسافات البينية ويرسل ممصات بسيطة مستديرة أو بيضية الشكل في داخل الخلايا المجاورة لاستيفاء احتياجاته الغذائية (شكل ٣٩). وتتميز هذه الفصيلة بأن الحوامل الجرثومية تتولد تحت البشرة، ويحمل كل حامل جرثومي سلسلة من الحوافظ الجرثومية الكونيدية، فتنقسم داخليا تحت الظروف الجافية فتنبت كل وحدة مباشرة كجرثومة كونيدية وتسبب إصابة جديدة وتشترك هذه الفصيلة في هذه الخاصية مع الفصيلتين السابقتين والتابعتين لنفس الرتبة.

وتمتاز الأنواع المختلفة لجنس *البوجو* بأنها تتكيف لتتطفل على مجموعات نباتية معينة أي أنها متخصصة، وينحصر تطفل كل نوع على عائل محدد خاص به. وأهم هذه الأنواع هي:

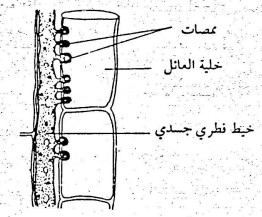
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com



شكل (٤٠) جراثيم بيضية ملقحة Oospores في ستة أنواع من فطر البوجو *Albugo sp.* .

يضم جنس *البوجو* أكثر من ٢٥ نوعا أهمها من الناحية الاقتصادية النوع *البوجو كانديدا* *A. candida* (pers.) kuntze أو ما يسمى أحيانا (pers.) *Cystopus candidus* de Bary وهو فطر متطفل تطفلا اجباريا ويسبب مرضا فطريا للنباتات يعرف بمرض الصدأ الأبيض في النباتات الصليبية White rust of crucifers (شكل ٤١)، وهذا المرض يعد من أقدم الأمراض النباتية في العالم، ويشاهد على كثير من النباتات التابعة للفصيلة الصليبية، وخاصة ذات الأهمية الاقتصادية كالفجل، واللفت، والكرنب وغيرها فيسبب رداءة نوعيتها وعدم تكون بذورها، وهو واسع الانتشار، وترجع تسمية الفطر بالصدأ الأبيض لمشابهته لمرض الصدأ العادي (الأسود) المعروف في القمح والذي يسببه الفطر *باكسينيا جرامينيس* وذلك من حيث تكوين الجراثيم في بثرات Sori (المفرد Sorus) ومن حيث انتظامها في سلاسل بطريقة مشابهة للجراثيم الأسيدية التي ستتعرض لها بمزيد من التفصيل فيما بعد.

ويصيب الفطر كل أعضاء النبات ما عدا الجذور، وتتمثل الأعراض الخارجية للمرض في ظهور بثرات بيضاء لامعة شمعية مختلفة الشكل والحجم ويبلغ قطرها بين



شكل (٣٩) فطر *البوجو كانديدا*، قطاع خلال ساق النبات العائل يبين الغزل الفطري بين الخلوي للطفيل، وكذلك عصات الفطر الأصبعية الشكل داخل خلايا العائل.

١ ـ *البوجو كانديدا* *Albugo candida* ويتطفل على نباتات الفصيلة الصليبية وعلى الأخص الكرنب واللفت والفجل وهو النوع الوحيد من بين الأنواع الأخرى الذي يسبب مرضا بالغ الأهمية الاقتصادية.

٢ ـ *البوجو بورتيولاكي* *A. portulacae* ويتطفل على نبات الرجلة.

٣ ـ *البوجو أيبوميا* *A. ipomoeae-panduranae* ويتطفل على نبات البطاطا الحلوة.

٤ ـ *البوجو أكسيد ينتاليس* *A. occidentalis* ويتطفل على نبات السبانخ.

٥ ـ *البوجو تروبيكا* *A. tropica* .

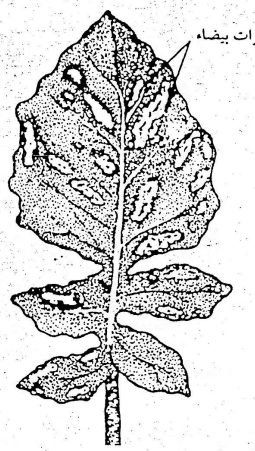
٦ ـ *البوجو ليبيجوني* *A. lepigoni* .

وتعد صفة الجرثومة البيضية *Oospore* وشكلها معيارا نافعا للتمييز بين أنواع فطر «*البوجو*» آنفة الذكر (شكل ٤٠).

Systematic position of Genus *Albugo* **الوضع التصنيفي لجنس *البوجو***

Division: Mastigomycota	قسم: الفطريات السوطية
Subdivision: Diplomastigomycotina	قسيم: الفطريات ثنائية السوط
Class: Oomycetes	طائفة: الفطريات البيضية
Order: Peronosporales	رتبة: البيرونوسبورات
Family: Peronosporaceae	الفصيلة: البيرونوسبورية
Genus: *Albugo*	جنس: البوجو

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com



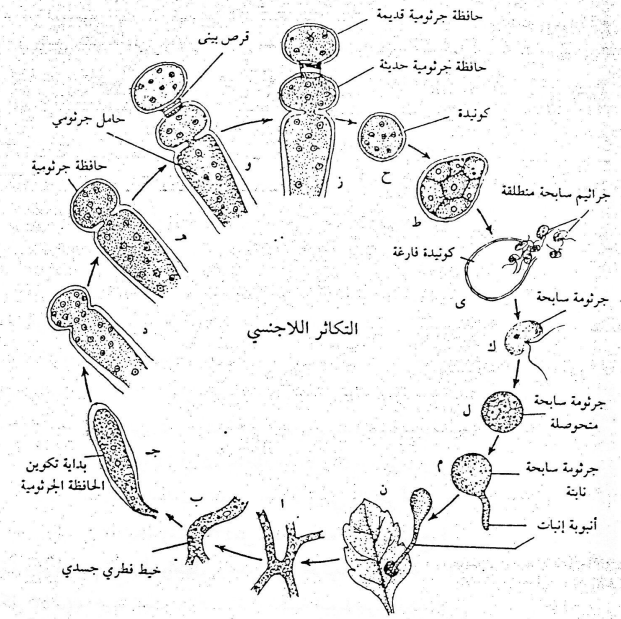
شكل (٤١) ورقة نبات أخر مصابة بمرض نقصا الأبيض المتسبب عن الفطر *البوجو كانديدا* *Albugo candida*.

١ ـ ٢ مم وقد تتقارب وتتصل بعضها ببعض مكونة مساحة كبيرة نسبيا ثم تنفجر أخيرا وتصبح ذات مظهر دقيقي. وتتكون البثرات على السيقان، والأوراق، وأحيانا على الثمار، ويسبب ذلك تشويها للأزهار، والثمار ويعيش الغزل الفطري داخل المسافات البينية لأنسجة النبات العائل، وهو عديد الأنوية دون جدر مستعرضة عادة، ويرسل داخل خلايا العائل ممصات Haustoria مستديرة صغيرة الحجم وعديدة تمتص من داخلها المواد الغذائية اللازمة لنمو الفطر.

طرق التكاثر

يتكاثر فطر *البوجو كانديدا* بطريقتين هما التكاثر اللاجنسي والتكاثر الجنسي.

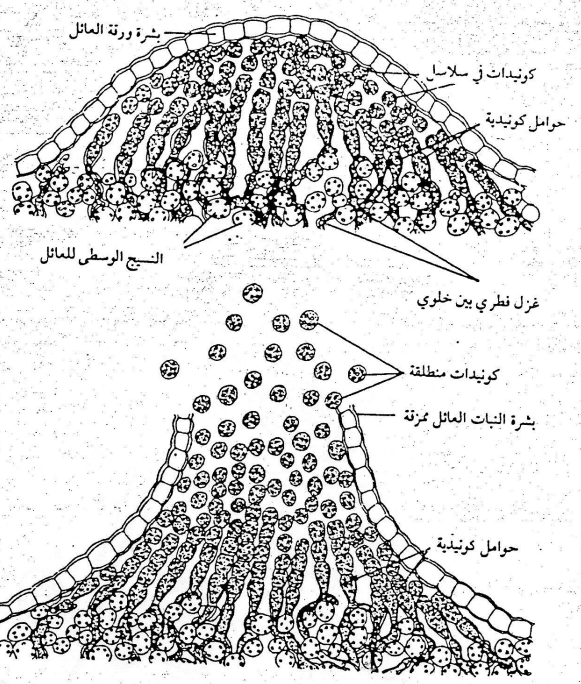
التكاثر اللاجنسي. بعد فترة معينة من نمو الغزل الفطري خضريا داخل أنسجة النبات العائل يكون أثناءها قد استنفذ الكثير من المواد الغذائية الموجودة في العائل، يبدأ



شكل (٤٢) المراحل المختلفة للتكاثر اللاجنسي في فطر *البوجو كانديدا* *Albugo candida*. (عن باندى وتريفيدى ١٩٧٩)

بعد ذلك في عملية تكاثر لاجنسي لحفظ نوعه، وإكثاره (شكل ٤٢). وتبدأ هذه العملية بتجمع الخيوط الفطرية وتزاحمها وتغلظها تحت بشرة العائل، ثم يعطى هذا الغزل الفطري أفرعا رأسية عمودية على سطح الورقة تسمى الحوامل الجرثومية أو الكونيدية Sporangiophores or conidiophores (شكل ٤٣جـ، د)، وهي صولجانية الشكل، ويحتوي البروتوبلاست داخل الحامل الجرثومي ما يقرب من ١٢ نواة، ويكون الجزء الطرفي من الحامل محاطا بجدار رقيق، بينما يحاط الجزء السفلي بجدار مغلظ

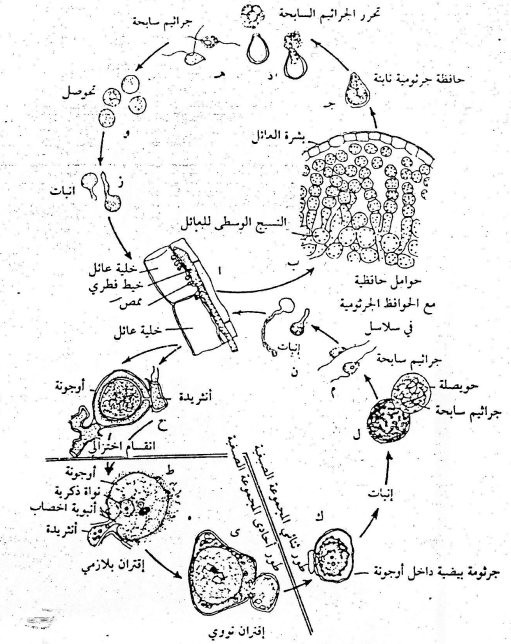
كثيرا. وتستمر الأطراف العلوية من الحوامل في الاستطالة وباستطالتها تضغط على بشرة العائل فتسبب انفصالها عن الأنسجة التي تحتها، وبذلك تتخذ بثرة الاصابة ذلك المظهر الأبيض اللامع الذي يشبه الشمع، وتقتطع من هذه الأطراف الرأسية للغزل الفطري خلايا مستديرة من الخارج إلى الداخل. أي أن أكبرها سنا يكون أبعدها عن الغزل الفطري، وأحدثها سنا يكون أقربها إلى الفرع الرأسي (شكل ٤٣ز). أما الأجسام المستديرة التي تقتطع منها في سلاسل يفصل عن بعضها البعض أقراص جيلاتينية Disjunctor تساعد على انفصالها، فتسمى حوافظ جرثومية، أو كونيدات (شكل ٤٣و، ز)، ويبلغ قطرها بين ١٢ إلى ١٨ ميكرون، وهي شفافة وتحوي بداخلها على خمس إلى ثمان أنوية، ويؤدى استمرار تكوين هذه السلاسل من الحوافظ الجرثومية على تتابع، ويكون انفصالها من الخارج إلى الداخل وتنتشر بواسطة الهواء، أو غيره من وسائل آلية لتصيب عوائل نباتية جديدة إذا وجدت ظروفا ملائمة لإنباتها. وتتوقف طريقة إنبات الحافظة الجرثومية لإصابة العائل الجديد على الظروف البيئية التي يحدث فيها الإنبات، فعندما تكون درجات الحرارة منخفضة والرطوبة عالية، فإنها تنبت بصورة غير مباشرة حيث تنقسم المحتويات الداخلية للحافظة إلى عدد من الوحدات التناسلية المتحركة التي تصل إلى ١٢ وحدة في كل حافظة (شكل ٤٣ح، ط)، وهي كلوية الشكل وذات سوطين متصلين بالجانب المقعر، أحدهما ريشي والآخر أملس، وتعرف هذه الوحدات بالجراثيم السابحة (شكل ٤٣س، ك)، هذه الجراثيم تسبح في الغلاف المائي لفترة وجيزة، ثم تفقد أسواطها، وتتحول إلى جرثومة متحوصلة En-cysted spore (شكل ٤٣ل)، حيث تنبت بعدها مباشرة مكونة أنبوبا جرثوميا (شكل ٤٣م)، يتخذ طريقه من خلال الثغور إلى داخل نسيج النبات وينتج غزلا فطريا في المسافات البينية للعائل ثم يرسل ممصاته داخل خلايا العائل ليحصل منها على الغذاء اللازم، وبذلك يسبب إصابة جديدة لنبات عائل جديد (شكل ٤٣ن). وإذا كانت درجات الحرارة مرتفعة نسبيا والجو جافا أو قليل الرطوبة فإن الحافظة الجرثومية تنبت مباشرة دون انقسام داخلي، وإنتاج جراثيم سابحة لتعطى أنبوبا جرثوميا وتعرف الوحدة اللاجنسية في مثل هذه الحالة بالجرثومة الكونيدية Conidium ويطلق على الحامل الجرثومي الذي يحمل سلاسل الكونيدات بالحامل الكونيدي. وتتكرر الإصابة خلال



شكل ٤٣: قطاعات مستعرضة في ورقة أحد النباتات الصليبية المصاب بمرض الصدأ الأبيض المسبب عن فطر البوجو كانديدا مارا بالبثرة. وتظهر فيها هيفات الفطر المنتشرة خلايا. وتبرز منها حوامل حوافظ الجرثومية الصولجانية الشكل التي ينتهي كل منها بسلسلة من الكونيدات.

(عن واير وآخرين، ١٩٨٢)

موسم نمو النبات بواسطة تكوين حوافظ جرثومية جديدة ليعيد بذلك الفطر دورة حياته اللاجنسية

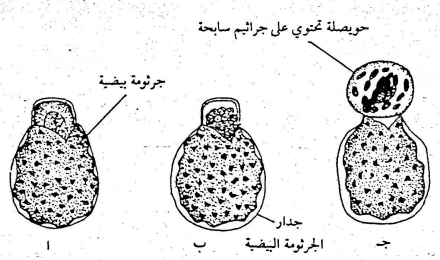


شكل (٤٤) دورة حياة فطر *البيوجو كانديدا* *Albugo candida* .

(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

التكاثر الجنسي. يحدث التكاثر الجنسي (شكل ٤٤) في الظروف البيئية غير الملائمة لنمو الفطر فعندما يبدأ النبات العائل بالجفاف، وتقترب حياته على الانتهاء، عند ذلك تتكون في الأنسجة العميقة من النبات العائل أعضاء جنسية للفطر (شكل

٤٤ح)، هذه الأعضاء الجنسية تتميز إلى عضو جنسي أنثوي يسمى أوجونة، وهو كروية الشكل تنشأ كانتفاخ عند نهاية الهيفا يحتوي بداخلها على بيضة واحدة عديا الأنوية، وعضو جنسي ذكري يسمى الأنثريدة صولجانية الشكل عديدة الأنوية أيضا وتنشأ كنهاية لهيفا قريبة من الأوجونة وتلتصق بها عند النضج. ولقد أظهرت الدراسات الحديثة التي قام بها كل من سانسوم وسانسوم (Sansome & Sansome 1974)، أنه في أثناء التكاثر الجنسي للفطر فإن الإنقسام الاختزالي يحدث داخل الأعضاء الجنسية من أوجونات وأنثريدات وينتج عن ذلك تكوين بيضات وأنوية ذكرية أحادية المجموعة الصبغية (شكل ٤٤ط)، فعند الإخصاب نجد أن الأنثريدة تعطى انبوبة اخصاب تخترق جدار الأوجونة حتى تصل إلى البيضة، وتمر عن طريقها أنوية الأنثريدة إلى داخل البيضة، وتنجح نواة ذكرية واحدة فقط في إخصاب نواة البيضة (شكل ٤٤ى)، في حين تختفي جميع الأنوية العديدة الأخرى، ونتيجة الإخصاب تتكون اللاقحة (شكل ٤٤ك). وهي كروية الشكل، وتتراوح أبعادها بين ٤٠ إلى ٥٥ ميكرون وسرعان ما تفرز هذه الجرثومة حول نفسها جدارا سميكا (وتعرف حينئذ بالجرثومة البيضية Oospore) من ثلاث طبقات متميزة، سطحه الخارجي غير مستو، ويحتوى على بعض العلامات المميزة التي تختلف باختلاف نوع الفطر، حيث يستخدم شكل الجدار لتشخيص نوع الفطر (شكل ٤٥)، وتبقى هذه الجراثيم البيضية داخل نسيج العائل إلى أن يموت



شكل (٤٥) أ، ب، جـ الأطوار المختلفة في إنبات الجرثومة البيضية في نوع *البوجو* *Albugo sp* .

الباب الرابع

قسم الفطريات اللاأسوطية
Division Amastigomycota

- مقدمة
- قسم الفطريات الزيجوميكوتينية
- قسم الفطريات الأسكوميكوتينية
- قسم الفطريات البازيديوميكوتينية
- قسم الفطريات الديتيروميكوتينية

وتتحلل أنسجته فتتحرر منها، وتبقى لفترة في داخل التربة حيث تقاوم الظروف البيئية غير الملائمة بفضل جدارها السميك الذي يحفظها من المؤثرات الخارجية. وبعد أن تمضى فترة سكون تختلف طولا، وقصرا باختلاف الظروف المحيطة بالفطر فإن أنويتها تنقسم عدة انقسامات غير مباشرة، وكل نواة تحيط نفسها بجزء من السيتوبلازم وتصبح جرثومة سابحة، ثم يتمزق جدار الجرثومة البيضية السميك من أحد جوانبه ويخرج منه كيس يحتوى على عدد كبير من الجراثيم السابحة يزيد على المائة جرثومة (شكل ٤٤ل)، كل جرثومة كلوية الشكل ثنائية السوط (شكل ٤٤م)، أسواطها جانبية أي محمولة على جانب واحد وهو الجانب المتعر. وتسبح هذه الجراثيم المتحركة بحرية في الوسط المائي بمساعدة أسواطها، وإذا صادفت عائلا مناسبا فإنها تنبت مباشرة لتعطي كل منها أنبوب إنبات (شكل ٤٤ن)، يخترق ثغور النبات العائل ويكون غزلا فطريا داخليا في المسافات البينية للعائل لتبدأ الإصابة من جديد (شكل ٤٤أ).






الباب الرابع

قسم الفطريات اللاسوطية
Division Amastigomycota

مقدمة : قسم الفطريات الزيجوميكوتينية
قسم " الاسكوميكوتينية
" " البازيديوميكوتينية

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 والتى لها أهمية اقتصادية مثل فطريات الخميرة، الأعفان، البياض الدقيقي، الفطريات القرصية والدورقية، الأصداء، التفحمات، الكرات النافخة وفطريات عيش الغراب وغيرها.

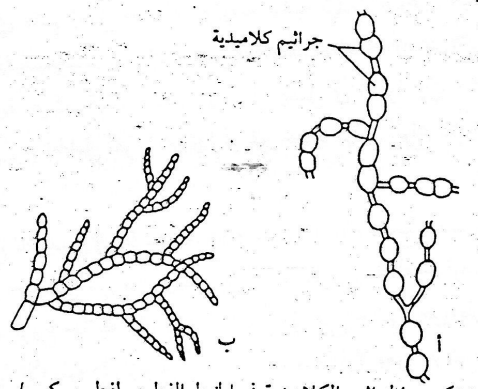
وجميع الفطريات السابقة تتغذى عن طريق الامتصاص، وتحتوي جميعها باستثناء الخمائر على غزل فطري متميز إما مقسما أو غير مقسم. وبالرغم من تباين أشكال فطريات هذا القسم إلا أن كافة أفراده يشتركون بصفة واحدة مميزة وهي عدم إنتاجها لأي تراكيب متحركة (جراثيم سابحة أو أمشاج متحركة Zoospores or gametes) أثناء دورة حياتها أي أن تكاثرها اللاجنسي إما أن يتم بواسطة جراثيم غير متحركة في صورة جراثيم حافظية، أو كونيدات، أو بالتبرعم أو بتجزء الميسيليوم، أما تكاثرها الجنسي فيتم إما عن طريق تكوين جراثيم زيجوية، أو جراثيم زقية، أو جراثيم بازيدية، وسيتم مناقشة ذلك فيما بعد.

وينقسم هذا القسم إلى أربع قسيمات هي :

١ ـ قسيم الفطريات الزيجوميكوتينية Subdivision Zygomycotina
٢ ـ قسيم الفطريات الأسكوميكوتينية Subdivision Ascomycotina
٣ ـ قسيم الفطريات البازيديوميكوتينية Subdivision Basidiomycotina
٤ ـ قسيم الفطريات الديتيروميكوتينية Subdivision Deuteromycotina

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 يسمى 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 الجراثيم البينية تسمى الجراثيم الكلاميدية Chlamydospores وهذه الجراثيم شائعة في الأنواع ميوكر هيماليس *M. hiemales* وميوكر راسيموسس *M. racemosus* (شكل ٤٦) حيث تتكون هذه الجراثيم في حوامل الحوافظ الجرثومية نفسها. وإذا لم تكن تهوية الميسيليوم جيدة فإن هذه الجراثيم تتكسر إلى أجسام خميرية الشكل تتكاثر بالتبرعم (شكل ٤٦ب) وتسبب تخمرا كحوليا نشطا وتستطيع هذه الأجسام الخميرية الشكل أن تنمو لتكون ميسيليوم عادي إذا نقلت إلى بيئة صلبة حيث تكون التهوية جيدة.



شكل (٤٦) ا ـ تكوين الجراثيم الكلاميدية في الخيط الفطري لفطر ميوكر راسيموسس *Mucor racemosus*.

ب ـ خلايا خميرية الشكل (الأويدات) لنفس الفطر.

الفصل الخامس

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 ـ عدم احتوائها على جراثيم سابحة (سوطية).

٢ ـ 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 ـ يتم التكاثر اللاجنسي لأفرادها بواسطة جراثيم غير متحركة Aplanospores في صورة جراثيم حافظية تنتج بأعداد غير محدودة داخل حوافظ جرثومية، أو قد تعمل الحافظة الجرثومية بأكملها كجرثومة مفردة تسلك مسلك الكونيدة.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

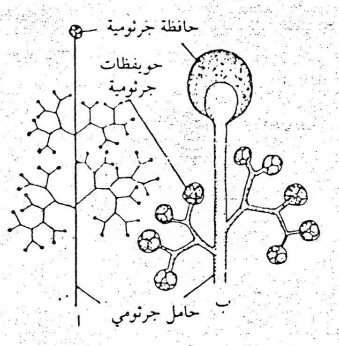
العلاقة التطورية للحوامل والحوافظ الجرثومية للتمييز بين الفصائل المختلفة التابعة لهذه الرتبة

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

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

تنشأ الحوامل الحافظية الصغيرة كفرع من الميسليوم 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 الجرثومية، والحاجز الذي يفصل الحافظة عن الحامل دائري الشكل وذلك من أول تكونه، ويسمى بالعويميد Columella وحين تنفجر الحافظة الجرثومية وتنتشر الجراثيم يتبقى من جدار الحافظة الجرثومية جزء قاعدي يحيط بالعويميد ويعرف بالياقة Collar. أبسط أنواع الحوامل هي صورة خيط فطري قائم يحمل حافظة جرثومية نهائية كما في النوعين ميكور ميوسيدو *Mucor mucedo* وفيكوميس بلاكسلينس *Phycomyces blakesleeanus* التابعان للفصيلة الميوكورية حيث يكون الحامل قويا وقد يصل في الطول إلى ٣٠ سم. وفي بعض الأحيان يتفرع الحامل تفرعا محدودا أو غير محدود كما في أنواع كثيرة من الجنس ميوكور.

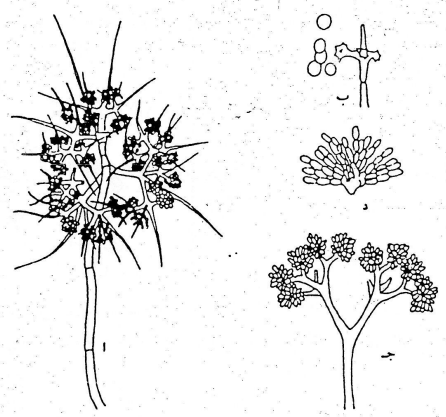
أما في النوع ثامنيديوم إليجانس *Thamnidium elegans* التابع للفصيلة الثامنيدية فيتكون حامل حافظي من نوع رئيسي ينتهي بتكوين حافظة جرثومية كبيرة ذات عويميد، وتوجد فروع جانبية على الحامل يحمل كل فرع جانبي حويفظة تختلف عن الحافظة الجرثومية الأصلية (الرئيسية) من حيث صغرها أولا ومن حيث عدم احتوائها على العويميد،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



شكل (٤٧) فطر ثامنيديوم إليجانس *Thamnidium elegans*.
ا - حامل جرثومي يحمل في طرفه حافظة جرثومية، ومتفرع تفرعا ثنائي الشعب وينتهي كل فرع بحويفظة جرثومية.
ب - جزء من حامل جرثومي مكبر.

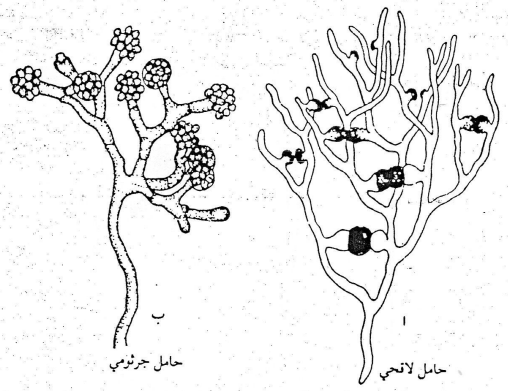
أما في الجنس كيتوكلاديوم *Chaetocladium* التابع لنفس الفصيلة الثامنيدية فينعدم فيه وجود الحافظة الجرثومية الكبيرة، وتحوى الحوافظ الجرثومية الصغيرة جرثومة واحدة، وهي حقيقة جرثومة كونيدية (شكل ١٤٨، ب). وتتطفل بعض أنواع هذا الجنس على فطر الميوكر.

ففي النوع سبورودينا جراندس *Sporodinia grandis* فإن الجهاز الجرثومي فيه مكون من نظام تفرعي يتكرر فيه التفرع الثنائي (شكل 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 (شكل ٥٤) أما في الجنس أبسيديا *Absidia* فإن مجاميع الحوامل (أعلى) تتبادل مع مجاميع أشباه الجذور (أسفل).



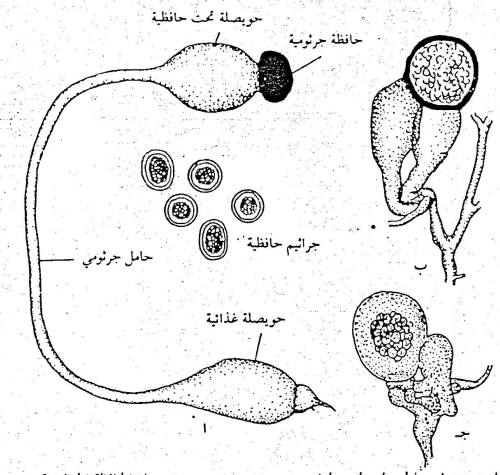
شكل (٤٨) ا ـ تركيب الحوامل الجرثومية في فطر كيتوكلاديام برفيلديای *Chaetocladium brefeldii* .
ب ـ ارتكاز الجراثيم الكونيدية .
جـ ـ تركيب الحوامل الجرثومية في فطر بيبتوسيفاليس فيرجينيانا *Piptocephalis virginiana* .
د ـ ارتكاز الحوافظ الجرثومية المجزأة (سلاسل الجراثيم الكونيدية) .

أما في الجنس *بيلوبولوس Pilobolus* التابع للفصيلة البيلوبولاسية وهو يترمم على روث كثير من الحيوانات آكلة الأعشاب فإن له حوامل جرثومية محمولة مباشرة على الميسيليوم، وكل حامل يحمل حافظة جرثومية واحدة نهائية سوداء اللون بيضية الشكل غليظة الجدار، وتحت هذه الحافظة يوجد انتفاخ يسمى كيس أو حويصلة ما تحت الحافظة الجرثومية Subsporangial vesicle (شكلي 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 بجراثيمها أفقيا إلى مسافات بعيدة (من ١ ـ ٢,٥م)، وذلك كما في النوع *Pilobolus projectile* .



شكل (٤٩) فطر سبورودينيا جراندس *Sporodinia grandis* .
ا ـ تكوين الحوافظ المشيجية .
ب ـ حوامل الحوافظ الجرثومية .

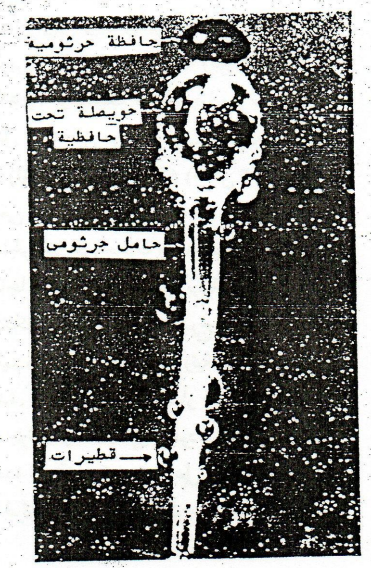
بالانتقال إلى الفصيلة الكوانيفورية نلاحظ شكلا آخر من أشكال التطور بالنسبة للحوافظ الجرثومية فالحامل الجرثومي منتفخ في نهايته على شكل قرص يحمل الحوافظ الجرثومية الصغيرة كل واحدة على زائدة صغيرة أو ذنيب Sterigma . ففي الجنس بلاكسليا *Blakeslea* (شكل ١٥٢، ب) يختلف حجم وشكل الجراثيم في الحوافظ الصغيرة، والكبيرة تبعا للظروف التي ينمو تحتها الفطر فتتشكل الأولى في الظروف الجيدة من التغذية ويتكون فيها من ٢ ـ ٤ جراثيم، أما الحوافظ الجرثومية الكبيرة، فتتشكل في الظروف السيئة من التغذية. وفي الجنس *كوانيفورا Choanephora* (شكل ٥٢د) تحمل الحافظة الجرثومية الصغيرة داخلها جرثومة واحدة، وهي لا تنفتح بل تأخذ وظيفة الجرثومة الكونيدية وفي الظروف الغذائية السيئة تتكون الحوافظ الجرثومية الكبيرة.



شكل (٥٠) ا ـ فطر *بيلوبولوس لونجيبس* *Pilobolus longipes* يبين جهاز الحافظة الجرثومية.
ب ـ جرثومة زيجوية *Zygospore*.
جـ ـ تكوين الجرثومة الزيجوية من خيطين فطريين مختلفي السلالة في فطر *بيلوبولوس كريستالينس* *P.crystallinus*. (عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

أما في الجنس *كانجهاميلا* *Cunninghamella* التابع للفصيلة الكانجهامية (شكل ٥٢هـ) تختفي الحوافظ والحويظات الجرثومية 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 تآليل أو أشواك صغيرة على الكونيدات، ويمكن أن توصف الكونيدات بأنها متآللة.

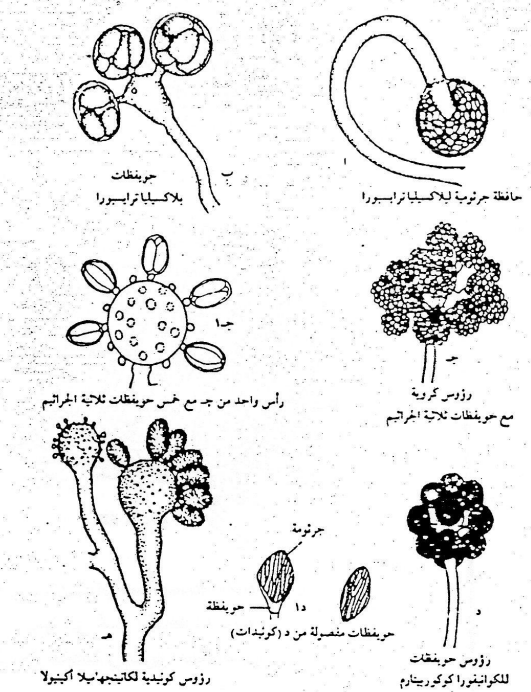
في الجنس *مورتيريللا* *Mortierella* (شكل ٥٣) وهو من الفصيلة المورتيريللية نلاحظ انعدام العويميد تماما، ولذلك يعتبر الفطر أقل تطورا من حيث بنية الحوافظ



شكل (٥١) صورة ميكروسكوبية لجهاز الحافظة الجرثومية في فطر *بيلوبولوس كريستالينس*، *P. crystallinus* لاحظ الحافظة الجرثومية، الحويصلة تحت الحافظية، الحامل الجرثومي وقطيرات الماء العديدة التي تغطي جهاز الحافظة الجرثومية.
(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

الجرثومية، 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.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com



شكل (٥٢) الخطوات المحتملة لتطور الحوافظ الجرثومية إلى كونيدات في فطريات رتبة الميوكورات.

ا ـ حافظة جرثومية كبيرة لفطر بلاكسليا ترايبورا *Blakeslea trispora* تحتوي على جراثيم حافظية.

ب ـ حوافظ جرثومية صغيرة (حويفظات) لفطر بلاكسليا ترايبورا تتكون على رأس (انتفاخ مركزي).

جـ ـ حويفظات ثلاثية الجراثيم منتظمة على رؤوس صغيرة على الطرف المتفرع للمحامل الحافظي.

د ـ حوافظ جرثومية صغيرة (حويفظات) أحادية الجرثومة لفطر كوانيفورا كوكوربيتارم *Choanephora cucurbitarum* محمولة على رؤوس منتفخة، لاحظ أن الجدار الجرثومي فيها يبدو مندمجا مع جدار الحافظة الجرثومية (د١).

هـ ـ رؤوس كونيدية منتفخة تحمل في أطرافها الكونيدات.

(عن الكسوبولوس ومبز ١٩٧٩)

طرق التكاثر

يتم التكاثر في أفراد رتبة الميوكورات بالطرق التالية:

التكاثر اللاجنسي. نظرا لعدم وجود جراثيم سابحة في أفراد هذه الرتبة فإن التكاثر اللاجنسي يتم في بعض الأنواع بتكوين جراثيم غير متحركة، وغير محدودة العدد وتتكون داخل حوافظ جرثومية (شكل ١٥٢)، أو بواسطة حوافظ جرثومية صغيرة ذات عويميدات (أو خالية منها) وتحتوي على عدد قليل من الجراثيم، وتعرف مثل تلك الحوافظ باسم الحويفظات Sporangiola (المفرد Sporangiolum) (شكل ٥٢ب، جـ، د). أو تحتوي على جرثومة واحدة وتسمى في هذه الحالة Monosporus sporangia، وفي بعض الأنواع التي تحتوي حوافظها الجرثومية على جرثومة واحدة فإنه عندما يندمج جدار الجرثومة، والحافظة الجرثومية اندماجا كليا ولا يمكن التمييز بينها فإنه يطلق عليها في هذه الحالة اسم كونيدات Conidia (شكل ٥٢هـ). ويعتبر التدرج في وجود الحوافظ الجرثومية عديدة الجراثيم، وقليلة الجراثيم، ووحيدة الجرثومة في رتبة الميوكورات تحولا تقدميا من الحافظة الجرثومية إلى الكونيدة. وإذا كان هذا الاعتبار صحيحا فإنه يجب أن يكون جدار الحافظة (في حالة وجود جرثومة واحدة) غير موجود لأنه لو كان الجدار موجودا في أية صورة فإن الجرثومة الواحدة لن تكون كونيدة. وعلى أية حال فإن كثيرا من علماء الفطريات يعتبرون الحافظة الجرثومية ذات الجرثومة الواحدة 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 جانبيين يأخذان في التقدم نحو بعضهما حتى يلتقيا ويطلق على هذين الفرعين الجانبيين 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، ويمتزج بروتوبلازم

الحافظية أحادية المجموعة الصبغية، والتي تتكون بالانقسام الاختزالي. تتحرر الجراثيم الحافظية بعد نضجها وتنتشر في الهواء، وعندما تسقط على أي وسط غذائي ملائم، فإن كل جرثومة تنبت لتعطى غزلا فطريا جديدا. ويمكن مشاهدة المراحل المختلفة للتكاثر الجنسي في فطر *الرايزوبس* كمثال لهذه الرتبة (شكل ٥٦).

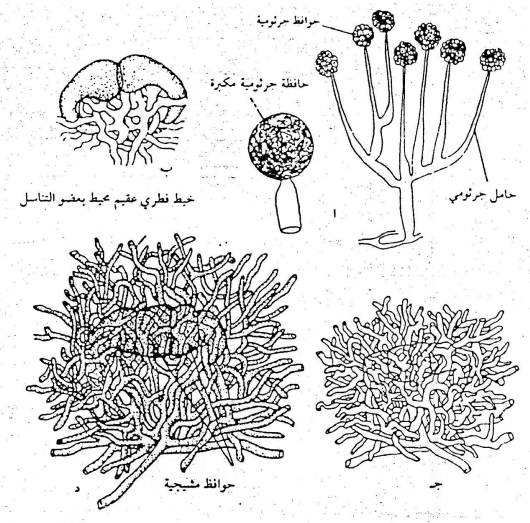
وحسب التصنيف الحديث (Alexopoulos & Mims 1979) فإن هذه الرتبة تضم حوالي ٤٠٠ نوع وحوالي ٤٥ جنسا موزعة على أحد عشرة فصيلة هي كما يلي:

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

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 جنسا 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



شكل (٥٣) فطر *مورتيريلا روستافينسكياى Mortierella rostafinskii*.
ا ـ الحوامل الجرثومية التي تحمل الحوافظ الجرثومية.
ب، جـ، د المراحل المختلفة في تكوين الحافظة المشيجية.

الحافظتين، وتتم الاندماج بين الأنويه، وتتكون لاقحة عديدة الأنوية يتكشف لها جدار غليظ يصبح لونه فيما بعد أسودا شوكيا، وتسمى بالجرثومة الزيجوية Zygospore والتي من اسمها انبثق اسم هذه الفطريات وتحتوي على (n2) من الكروموسومات.

تستطيع هذه الجرثومة الزيجوية أن تقاوم كل الظروف البيئية غير الملائمة التي تتعرض لها، ثم تنبت الجرثومة الزيجوية عندما تصبح الظروف المحيطة بها ملائمة للانبات فتعطى أنبوبة تنتهي بحافظة جرثومية تحتوي على عدد غير محدود من الجراثيم

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

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 ـ الحوافظ الجرثومية Sporangia كبيرة الحجم نسبيا، وهي كروية، أو بيضية، وتحتوي على عدد كبير من الجراثيم غير المتحركة.
٢ ـ الكونيدات غائبة.
٣ ـ تحتوي الحوافظ الجرثومية على عويميد Columella واضح.
٤ ـ جدر الحوافظ الجرثومية رقيقة.

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

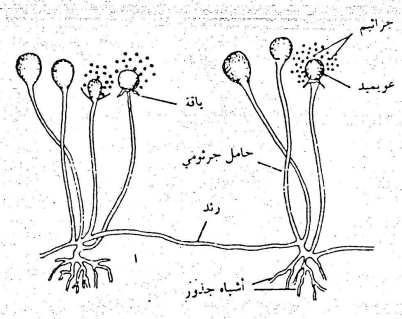
الوضع التصنيفي لجنس *رايزوبس* **Systematic position of Genus *Rhizopus***

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

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

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* الذي يعرف أحيانا بفطر العفن الأسود Black mold أو عفن الخبز Bread mold وهو كثير النمو على الخبز ويؤدى إلى تعفنه كما يسبب عفنا لكثير من الفواكه والثمار والخضروات خصوصا أثناء الجمع والتسويق والتخزين، حيث إن الثمار المتعفنة بصورة جزئية لا تلاقى 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 جراثيمه 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 جراثيم الفطر التي تنتشر بوفرة في الهواء وتسقط على سطح الخبز المبلل لتجد فيه وسطا غذائيا مناسبا، 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.

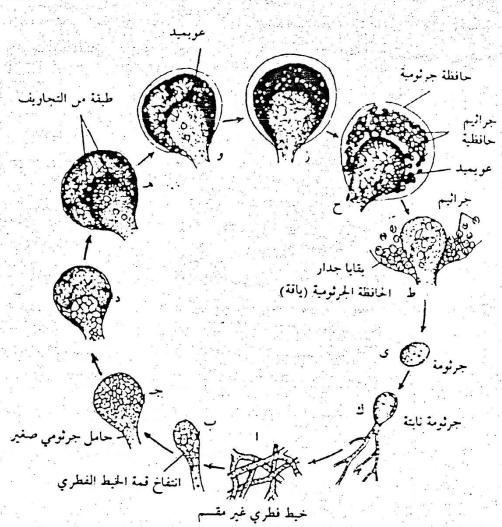
ويتكون الغزل الفطري Mycelium (شكل ٥٤) من خيوط فطرية Hyphae غير مقسمة، كثيرة التشعب، ويظهر على البيئة النامي عليها على شكل قطن أبيض اللون ينمو على سطح المادة العضوية، ويتميز إلى جزء زاحف يمتد فوق الطبقة التحتية للمادة العضوية النامي عليها الفطر يعرف بالرئد أو المدّاد، ويرسل عند نقطة اتصال الطرف الآخر 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 تنمو بصورة عمودية، والتي تصبح فيما بعد الحوامل الجرثومية 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 الجراثيم غير المتحركة Aplanospores ليكون بذلك حافظة جرثومية كروية الشكل، ثم يأخذ الجدار المستعرض في البروز إلى داخل الحافظة الجرثومية مكونا



شكل (٥٤) فطر *رايزوبس ستولونيفر* *R.stolonifer*.
ا - جزء من الخيط الفطري يوضح أشباه الجذور المتعمقة داخل الوسط الغذائي، الرئد والحوامل الجرثومية التي تحمل الحوافظ الجرثومية.
ب - جزء من الغزل الفطري غير المقسم.

تركيبا قبوي الشكل يعرف بالعويمبد Columella (شكل ١٥٤).

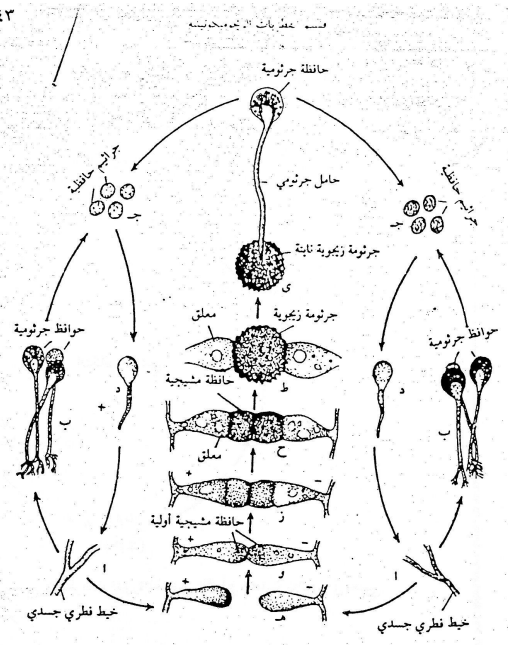
التكاثر اللاجنسي. يأخذ الفطر في التكاثر لاجنسيا (شكل ٥٥) بعد فترة، إذ يصبح الجزء الطرفي من الخيط الهوائي مليئا بالأنوية والسيتوبلازم (شكل ٥٥ب) وينفصل عن بقية الخيط بجدار مستعرض ثم تنقسم محتوياته إلى عدد من الجراثيم، ويأخذ الجدار المستعرض في البروز إلى داخل الحافظة الجرثومية مكونا ما يعرف



شكل (٥٥) المراحل المختلفة للتكاثر اللاجنسي في فطر *رايزوبس ستولونيفر* *R.stolonifer*.
(عن باندى وتريفيدى ١٩٧٩)

بالعويمبد (شكل ٥٥هـ، و)، وعندما تنضج الجراثيم يستمر العويمبد في الانتفاخ مندفعا إلى داخل الحافظة الجرثومية (شكل ٥٥ح، ز)، ويسبب ذلك ضغطا على الجراثيم التي تضغط بدورها على الحافظة الجرثومية فيؤدى ذلك في النهاية إلى تمزق جدار الحافظة (شكل ٥٥ط). وتحرر الجراثيم التي تنتشر بواسطة الهواء حتى إذا ما استقرت على وسط غذائي مناسب تأخذ في الإنبات (شكل ٥٥ك)، لتعطي خيوطا فطرية جديدة (شكل ١٥٥).

وهذه الآلية في انتشار الجراثيم تسبب في دفع تلك الجراثيم إلى مسافات بعيدة عن الغزل الفطري الأم لكي لا يحدث تنافس بين الأغزال الفطرية البنوية والغزل الفطري



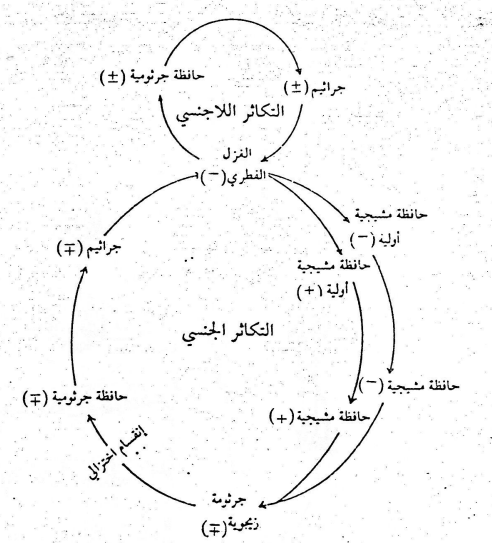
شكل (٥٥) دورة حياة فطر *رايزوبس ستولونيفر* *R.stolonifer*.

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

الأم وبين الأغزال الفطرية البنوية ذاتها. وبعد انتشار الجراثيم الحافظية يتبقى من جدار الحافظة الجرثومية جزء قاعدي يحيط بالعويميد ويعرف بالياقة Collar (شكل ١٥٤).

التكاثر الجنسي. عندما تصبح الظروف البيئية غير ملائمة لنمو الفطر، عندئذ يبدأ الفطر في إعداد نفسه للتكاثر الجنسي فيأخذ كل خيطين متجاورين لسلالتين مختلفتين (شكل ١٥٦)، في تكوين فرعين جانبيين يأخذان في التوجه نحو بعضهما البعض حتى يلتقيا، ويطلق على هذين الفرعين الجانبيين بالحوافظ المشيجية الأولية Progametangia (شكل ٥٦و)، ثم تنتفخ الحافظتان وتمتلآن بالبروتوبلازم، ويتكون في كل منهما حاجز عرضي يقسمها إلى جزئين الجزء الطرفي منها يسمى الحافظة المشيجية Gametangium (شكل 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 متألل، وسميك، ويصبح لونه فيما بعد أسودا مكونة بذلك الجرثومة الزيجوية Zygospore (شكل ٥٦ط)، وعندما يتحلل المعلقان تسقط الجرثومة الزيجوية 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 الجرثومة الزيجوية التي تحتوي على (٢ن) من الكروموسومات انقساما اختزاليا مكونة أنوية أحادية المجموعة الصبغية (ن) ثم بعد ذلك تنبت الجرثومة الزيجوية (شكل ٥٦ى)، ويتم ذلك بأن تمتص الماء فتنتفخ، وتضغط على الجدار فتسبب تمزقه، ويخرج منها أنبوب إنبات ينتهي بتكوين حافظة جرثومية تحتوي على الجراثيم اللاجنسية (شكل ٥٦ى). ثم تأخذ هذه الجراثيم كما في حالة التكاثر اللاجنسي في التحرر من جدر الحوافظ الجرثومية، وتنتشر في الهواء مسببة انتشار الفطر (شكل 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.

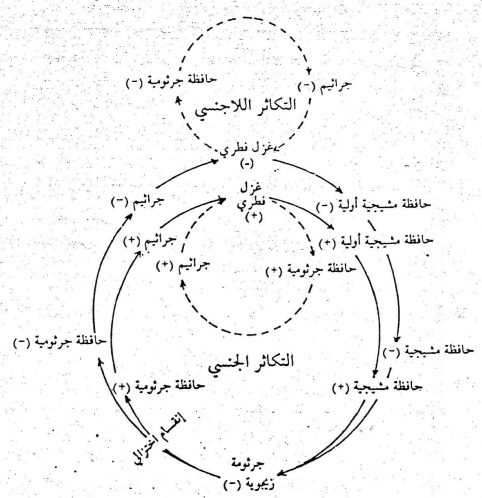
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com



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

الجسم الخضري (شكل ٥٨). ويجب وجود وتزاوج سلالة موجبة وسلالة سالبة لضمان تكوين وإنتاج الجراثيم 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 أيضا 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.



شكل (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 تعفنا طريا 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، ولاتمام بعض خطوات في تصنيع مادة

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

الكورتيزون الطبية، كما تستطيع تكوين كميات كبيرة من حمض اللاكتيك أثناء عملية التخمر اللاكتيكي Lactic fermentation .

جنس ميوكر Genus *Mucor*

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.

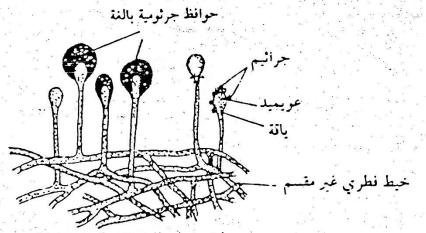
التركيب الخضري للفطر

يتكون الجسم الخضري للفطر من هيفات طويلة اسطوانية الشكل، ومتفرعة تفرعا كثيرا (شكل 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 ـ هيفات الامتصاص الموجودة في فطر ميوكر، تعتبر أقل تخصصا من أشباه الجذور الموجودة في فطر *رايزوبس*.

٢ ـ المدادات أو الرئاد تعتبر خاصة بجنس *رايزوبس* وغير موجودة في جنس ميوكر، وهي تساعد الفطر على انتشار النوع حيث تزحف على سطح الوسط الذي ينمو عليه

الفطر، وتثبت نفسها عليه في نقاط مختلفة بواسطة ما يسمى بأشباه الجذور. وتخرج من نقاط التثبيت عادة مجموعة من الحوامل الجرثومية.



شكل (٥٩) خيوط فطرية غير مقسمة Coenocytic تحمل الحوافظ والحوامل الجرثومية في نوع ميوكر *Mucor sp*.

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

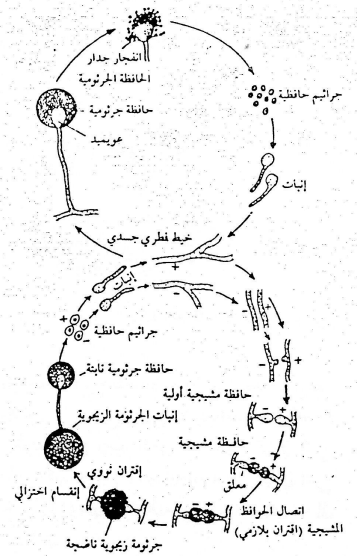
الأهمية الاقتصادية لفطر ميوكر

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

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

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com



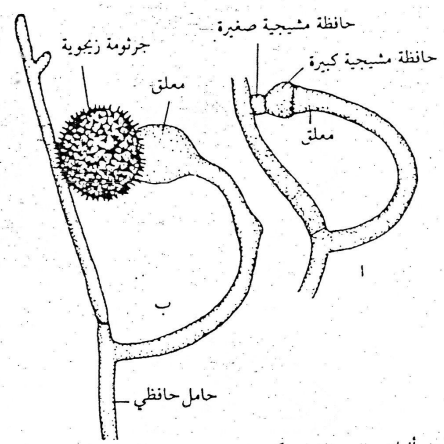
شكل (٦٠) دورة حياة فطر ميوكر *Mucor*.

تباين وتشابه الثالوس بين أفراد رتبة الميوكورات

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

شكل (٦١) أحـ
الـ
ا
ب
ب
المـ

المتزاوجتان متشـ
وإمـا أن تختلـ
أبسيديا المتجـ
وينبثق من كل
سباينوزا المتـ
المشيجيتين أكـ
المشيجية الكبـ
من ناحية الشـ
متباينة الحوافظ



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

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

ب - مرحلة متأخرة وقد تكونت فيها الجرثومة الزيجوية 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 الحافظتان المشيجيتان متساويتان حجما وينبثق من كل معلق شعيرات حلزونية الأطراف (شكل ١٦٢، ب)، أما في *ابسيديا* *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 (شكل ٦٢، هـ)، وعلى هذا الأساس فإنه من ناحية الشكل فقط نلاحظ أن الأنواع المتشابهة الثالوس، إما أن تكون متشابهة أو متباينة الحوافظ المشيجية.

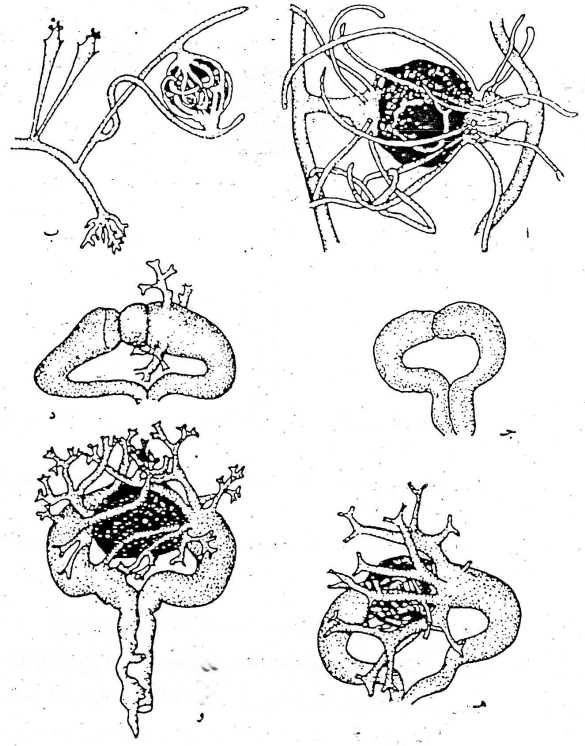
أما في الفطريات متباينة الثالوس Heterothallic فلا يحدث التزاوج الجنسي إلا بين خيطين كل منهما مستمد من غزل فطري متميز، وينبثق كل منهما من جرثومة مختلفة، وفي هذا الطراز من الفطريات لا تتكون جراثيم زيجوية إلا إذا حقنا نفس المنبت بجرثومتين مختلفتين جنسيا حيث تعطي إحدى الجرثومتين سلالة تعرف بالسلالة الموجبة (+) وتعطي الجرثومة الأخرى سلالة تعرف بالسلالة السالبة (-)، وتتكون الجراثيم الزيجوية (±) عند منطقة الاتصال بين السلالتين، وهذه التسمية مستمدة من أن إحدى السلالتين تكون أغزر نموا نسبيا عن السلالة الأخرى فتسمى السلالة الأكثر غزارة بالسلالة 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.

تعين جنسية السلالتين في الفطريات المتباينة الثالوس

قام بلاكسلي (Blakeslee 1904) بمحاولات عديدة لتعين جنسي السلالتين في الفطريات المتباينة الثالوس، ونجح في اتمام 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.



شكل (٦٢) ا ـ حافظة مشيجية ناضجة في فطر *أبسيديا جلوكا Absidia glauca*.
ب ـ حوامل الحوافظ الجرثومية وجراثيم زيجوية في فطر *أبسيديا سبيناتا A. septata*.
جـ، د، هـ، و ـ مراحل تكوين الجرثومة الزيجوية.

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 الجرثومة فإنها تعطي أنبوب إنبات سرعان ما يظهر فيه حواجز عرضية تقسم الخيط النطري 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 الانبات غالبا بواسطة أنبوبة الإنبات.

أما التكاثر الجنسي فيتم باتحاد الخيوط الفطرية وتكوين الجرثومة الزيجوية. 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 ـ الحوافظ المشيجية المتزاوجة قد تكون أجساما خيطية فطرية (شكل ٦٥).

٢ ـ قد تتكون الجرثومة الزيجوية باتساع إحدى الحافظتين المشيجتين، أو كلتيهما.

٣ ـ قد تتكون الجرثومة الزيجوية من بروز ينشأ من إحدى الخليتين المندمجتين، أو من كلتيهما بعد الاندماج.

وتشتمل 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 مترما على المواد العضوية المتحللة. وأهم الأجناس التابعة لهذه الفصيلة ما يلي:

١ ـ جنس *Entomophthora* وهو فطر يتطفل على الحشرات، ويشتمل على أكثر من ٤٠ نوعا وفيه تكون حوامل الجراثيم الكونيدية متفرعة، والجرثومة وحيدة النواة.

٢ ـ جنس *Empusa* وهو يتطفل على الحشرات أيضا، ويختلف عن الجنس السابق بأن حوامل الجراثيم الكونيدية فيه بسيطة، والجرثومة الكونيدية عديدة الأنوية.

٣ ـ جنس *Ancylistes* وتتطفل بعض أنواعه على الأشنات، ويتم التكاثر اللاجنسي بتكوين الجرثومة الكونيدية أما التكاثر الجنسي فيتم بتكوين الجرثومة الزيجوية ولكن حتى الآن لا تعرف طريقة نموها.

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

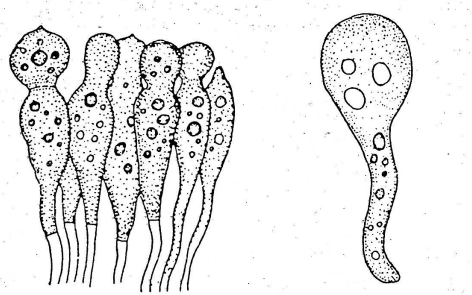
ندرس كمثال لهذه الفصيلة جنس *إنتوموفثورا Entomophthora*.

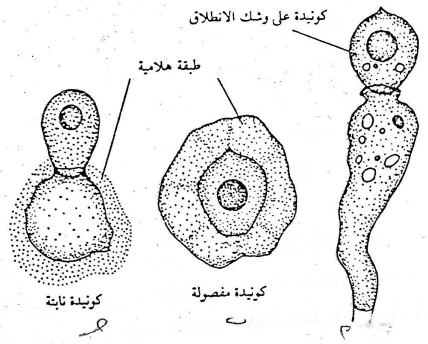
الوضع التصنيفي لجنس *انتوموفثورا* Systematic position of Genus *Entomophthora*

Division Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision Zygomycotina	قسم: 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* (شكل ٦٣) حيث يعد من أكثر فطريات هذه الرتبة وضوحا وهو يسبب مرض الكوليرا للذباب المنزلي، وهذا من الأمراض التي تنتشر

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

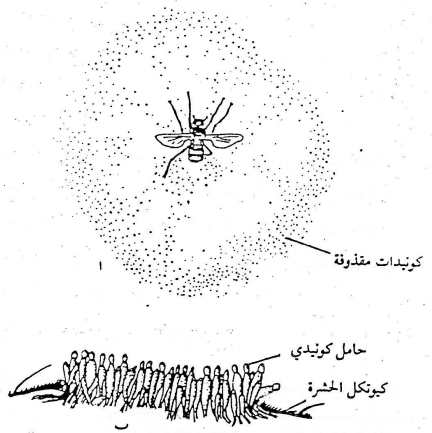




شكل (٦٤) مراحل مختلفة من دورة حياة فطر *انتوموفثورا موسكى* *E. muscae* .

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 يمتلىء جسم الذبابة تماما بالخيوط الفطرية وتتوسع منطقة البطن حيث يمكن التعرف على الذبابة المصابة بثقلها والتلون الباهت لبطنها، وعند قرب موتها تبدأ بالزحف ببطء

في فصل الصيف وبداية الخريف. ويعرف الفطر عادة 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 الجراثيم الكونيدية التي قذفت بها الحوامل الكونيدية النابتة من جسم الذبابة، ويعتبر هذا القذف القوي للكونيدات ميزة بارزة تمتاز به رتبة الانتوموفثورات كما يتضح من الشكل (٦٣).



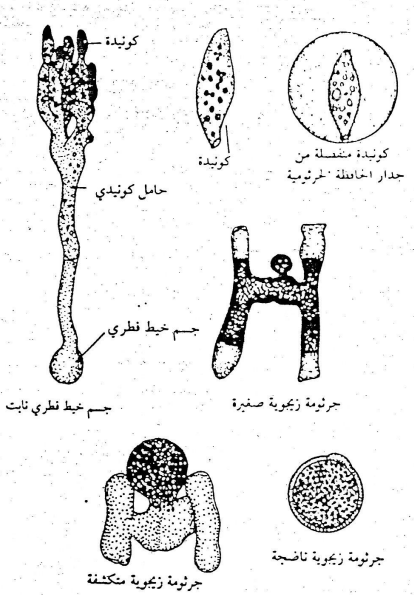
شكل (٦٣) فطر *انتوموفثورا موسكى* *Entomophthora muscae* .
ا ـ ذبابة ميتة على لوح الشباك وتحيط بها هالة من الجراثيم المقذوفة.
ب ـ جزء من مقطع طولي في منطقة البطن لذبابة مصابة مبينا الحوامل الكونيدية منبثقة من خلال كيوتكل الحشرة.

وتبدأ إصابة الذبابة بالفطر بأن تلتصق جراثيم الفطر على جسم الذبابة ويتكون أنبوب إنبات يخترق الجسم ثم يتكور نهاية الأنبوب، وتتولد براعم تنمو بعد ذلك إلى

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

على سقف الحجرة أو زجاج النوافذ، وعند موته [illegible] على أي جسم تقف عليه
كزجاج النوافذ غالبا بواسطة أعضاء، فمنها الماصة [illegible] ثبت الذبابة بجسم
الخيطية الفطرية مرسلة خيوط داخل جسم الحشرة، وتخرج من بين المناطق الرقيقة في
الجسم، وخاصة بين الحلقات الجسمية في منطقة البطن، ثم تنتفخ نهاية كل خيط
مكونة الحوامل الكونيدية الذي ينتهي كل واحد منها بكونيدة واحدة (شكل ٦٤)،
وهذه الحوامل الكونيدية تخرج بأعداد كبيرة [illegible] من جسم الذبابة، ثم تنفصل
الكونيدات من نهاية الحوامل الكونيدية وتقذف بها بعيدة إلى مسافة تصل إلى ٢ - ٣ سم
وهي تشبه إلى حد كبير عملية قذف الجراثيم في فطر *بيلوبيزميس*. وتشكل هذه
الكونيدات بعد قذفها بأعداد كبيرة هالة بيضاء [illegible] حول الذبابة وكذلك على الجسم
الذي تلتصق عليه الذبابة. وكونيدات الفطر معضاة 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 بالجراثيم الكونيدية
مسببة بذلك انتشار المرض. أما التكاثر الجنسي في فطر *انتوموفثورا* موسكي فيحدث
بالتزاوج بين جسمين خيطين متلاصقين تنتهي بتكوين الجراثيم الزيجوية التي من
المحتمل أن تنبت لتعطي أنابيب إنبات، وطريقة تكوين الجراثيم الزيجوية في هذا الفطر
تشبه مثيلتها في الفطريات التابعة لرتبة الميوكورات إلا أنها تختلف عنها إلى حد ما فيما
يلي:

عندما تنبت الجراثيم 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 جراثيم زيجوية، وقد تتكون هذه
الجراثيم الزيجوية إما باتساع إحدى الخافظتين المشيجيتين، أو كليتيهما معا، وقد تتكون
هذه الجراثيم الزيجوية من بروز ينشأ من إحدى الخيطين المندمجين، أو من كليهما بعد
الاندماج كما هو واضح من الشكل (٦٥).



شكل (٦٥) مراحل مختلفة من دورة حياة فطر *انتوموفثورا سيبلكراليس* *E. sepukhralis*.
(عن الكسوبيولوس ومبمز ١٩٧٩)

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

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

الفصل السادس

Div. Amastigomycota

قسيم الفطريات الأسكوميكوتينية
Subdivision Ascomycotina

طائفة الفطريات الزقية (الكيسية)
Class Ascomycetes

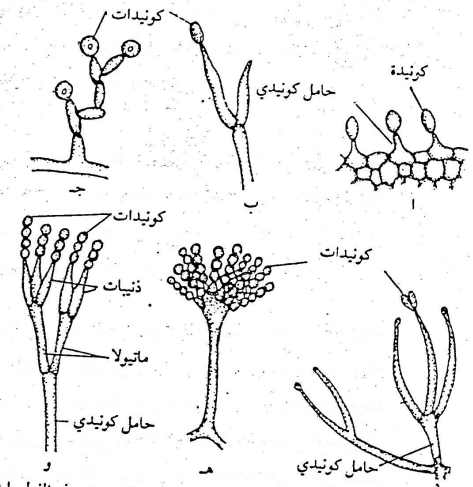
وجودها وأهميتها

تتضمن الفطريات الزقية، أو ما يطلق عليها أحيانا بالفطريات الكيسية Sac fungi عددا كبيرا من أنواع الفطريات Fungal species التي يتراوح عددها ما بين ٢٥,٠٠٠ إلى ٣٠,٠٠٠ نوع موصوف، وموزعة في حوالي ١٨٠٠ جنس، وهي واسعة الانتشار في الطبيعة وتوجد في بيئات مختلفة في معظم فصول السنة، وتتفاوت فيما بينها تفاوتا كبيرا في الشكل الخارجي والتركيب الداخلي وطريقة التغذية فمنها أنواع دقيقة التركيب وحيدة الخلية، كالخمائر، في حين أنه يوجد منها أنواع ذات تركيبات ثمرية كبيرة الحجم.

تعيش الفطريات الزقية إما مترممة على بيئات متباينة، إذ ينمو العديد منها على التربة الغنية بالدبال أو على كتل الأخشاب المتحللة أو على بقايا أوراق الصحف المتعفنة، أما البعض الآخر فيعيش متطفلا إما تطفلا إجباريا داخل أنسجة العائل، أو ينمو سطحيا على جسم العائل حيث تسبب كثيرا من الأمراض النباتية المعروفة كأمراض البياض الدقيقي التي تصيب كثيرا من أنواع المحاصيل الاقتصادية.

والبعض الآخر اختياري التطفل ويسبب أمراض نباتية عديدة مثل مرض العفن البني Brown rot والأخضر في ثمار الفاكهة وعفن الكوز Ear rot في الذرة، ومرض جرب

التفاح Apple scab ومرض تجعد أوراق الخوخ Peach leaf curl ومرض الأرجوت Ergot disease في الشيلم ومرض التبقع الورقي لنبات البرسيم Leaf spot كما أنه يوجد منها فطريات مترممة ترمما إجباريا ولا تسبب أمراضا نباتية. وهناك عدد منها يكون محبا للروث Coprophilous فلا تنمو إلا على روث حيوانات معينة.



شكل (٦٦) طرز متنوعة من الحوامل الكونيدية التي تحمل الكونيدات في الفطريات الزقية.

ا ـ فيلوستيكتا *Phyllosticta* sp.
ب ـ دندروفوما *Dendrophoma* sp.
جـ ـ مونوبودیوم *Monopodium* sp.
د ـ فيرتيسيليوم *Verticillium* sp.
هـ ـ أسبرجيللس *Aspergillus* sp.
و ـ بنيسيليوم *Penicillium* sp.

وتكون هذه الفطريات عند نموها ثمارا زقية Ascocarp بأحجام واضحة للعين المجردة، وأشكال محدودة، وقد تنتج هذه الفطريات ثمارها الزقية على سطح الأرض كما في حالة الفطريات القرصية Cup fungi والموريلات Morels أو قد تكون ثمارا زقية تحت سطح الأرض كما في فطريات الكمأة Truffles.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

إلى جانب ذلك فإن كثيرا من الفطريات الزقية تستغل صناعيا في إنتاج الأحماض العضوية مثل أحماض الستريك، والأوكساليك وغيرها. وكذلك إنتاج مختلف الفيتامينات والإنزيمات. وسنتطرق لذلك فيما بعد.

التركيب الخضري

باستثناء الخمائر، وبعض الفطريات القليلة الأخرى، يكون الثالوس في الفطريات الزقية من الطراز الغزلي حيث يتكون الغزل الفطري من هيفات مقسمة إلى خلايا بواسطة جدر عرضية، وتوجد عادة نواة واحدة أو أكثر في كل خلية، وهذه الفطريات لا تكون جراثيم سوطية على الإطلاق، كما أنها لا تكون جراثيم حافظية داخل الحوافظ الجرثومية، ولكن تتم فيها عملية التكاثر اللاجنسي عادة بتكوين كونيدات Conidia إما بحالة مفردة أو على هيئة سلاسل (شكل ٦٦). وتحمل هذه الكونيدات على حوامل كونيدية Conidiophores. وقد تنشأ الحوامل الكونيدية على اجزاء متفرقة من الميسيليوم أو تكون داخل تركيبات خاصة تعرف بالبكنيدة، أو الوعاء البكنيدي Pycnium، وهو وعاء كروي، أو دورقي الشكل يكون عادة مدفون في الوسط الذي ينمو عليه الفطر، وتتكون بداخله حوامل كونيدية تحمل على أطرافها الجراثيم التي تعرف في هذه الحالة بالجراثيم البكنيدية Pycnidiospores (شكل ٦٧).

من التراكيب المألوفة أيضا في الفطريات الزقية التركيب المسمى اسيرفيوله Acervulus (شكل ٦٧ب)، وهو عبارة عن تركيب قليل الانخفاض، طبقي الشكل يتكون من وسادة من نسيج هيفي متماسك تنشأ عليه الحوامل الكونيدية القصيرة والمتزاحمة، والتي تحمل على أطرافها الجراثيم الكونيدية التي تتعرض إلى الخارج بعد تمزق بشرة النبات العائل.

وتتميز الفطريات الزقية عن الفطريات الأخرى بنوع خاص من التكاثر الجنسي الذي ينتج عنه تكون جراثيم جنسية خاصة تتكون بعد تزاوج جنسي تسمى بالجراثيم الزقية Ascospores، وتوجد داخل أكياس خاصة تعرف بالأكياس الزقية (الزقاق) Asci. وتتميز الأعضاء الجنسية في الفطريات الزقية إلى أعضاء ذكرية، وأعضاء

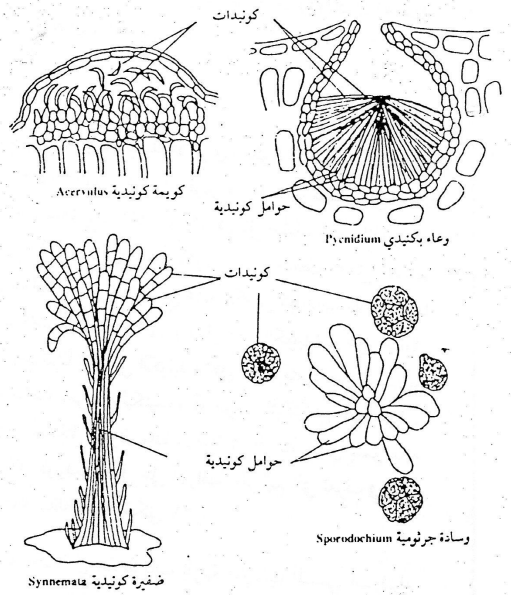
وتنمو بعض الفطريات الزقية مثل الخمائر والأعفان الزرقاء والخضراء على أسطح الفواكه والخضروات والجلود الرطبة ومختلف المواد النباتية والحيوانية مسببة فسادها.

وتسبب الفطريات الزقية كذلك بعض الأمراض المشتركة التي تصيب الإنسان وبعض الحيوانات الأليفة فبعضها يسبب للانسان أمراضا جلدية، وباطنية والتهابات في الجهاز التنفسي (أنظر الأهمية الاقتصادية للفطريات).

وبالرغم من أن أنواعا كثيرة من فطريات هذه المجموعة كثيرة الضرر لنا، وذلك نتيجة لما تسببه من تلف للنباتات الاقتصادية، وفسادا للاغذية، فإنها تضم كذلك انواعا مفيدة لنا كالخمائر التي تدخل في صناعة الخبز، وأنواع العجين كما تدخل في تحضير أنواع الفيتامينات، وبخاصة فيتامين (ب المركب).

وفطر البنيسيليوم Penicillium الذي له القدرة على إنتاج المضاد الحيوي المعروف بالبنسلين الذي له القدرة على إيقاف نمو الكثير من البكتيريا، ولهذا الفطر أيضا شهرته الواسعة حيث إن أحد أنواعه يستخدم في صناعة الجبن وخاصة جبن روكفورت حيث يضفي هذا الفطر له لونا ونكهة مميزتين. وينتمي إلى الفطريات الزقية بعض الفطريات الصالحة للاكل مثل فطرة مورشيلا *Morchella*، وفطريات الكمأة Truffles التي تتمتع بشهرة واهمية خاصة بين الفطريات، وهي تنمو طبيعيا في صحاري المملكة العربية السعودية في موسم سقوط الأمطار وهي لذيذة الطعم وذات قيمة غذائية عالية نظرا لما تحتويه من فيتامينات وبروتين. وهناك أيضا فطر كلافيسبس بربيوريا *Claviceps purpurea* الذي يصيب نبات القمح، والشيلم ويسبب لهما مرضا يسمى بمرض الإرجوت Ergot disease ولكنه ذو فائدة وشهرة طبية كبيرة حيث يستخلص من الأجسام الحجرية لهذا الفطر مادة الإيرجومترين Ergometrine وهي مادة سريعة الذوبان في الماء تؤخذ عن طريق الفم حيث تمتص سريعا في القناة الهضمية، وهي تعطى للأم أثناء عملية الولادة المتعسرة لتسهيلها. كما تساعد هذه المادة على الإقلال من النزيف الذي يعقب الولادة بسبب تأثيرها القابض للرحم والأوعية الدموية، هذا بالإضافة إلى أن مادة

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com



شكل (٦٧) أربعة طرز من الأجسام الثمرية اللاجنسية التي يمكن مشاهدتها بكثرة في الفطريات الزقية.

ا ـ وعاء بكنيدي في فطر *سبتوريا* *Septoria*

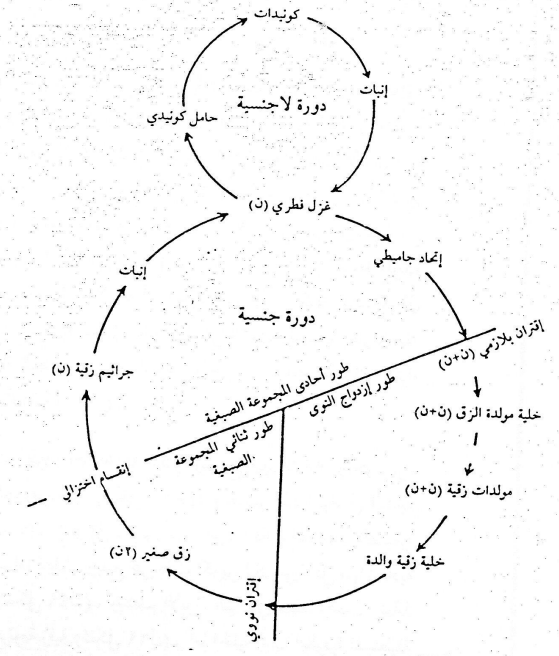
ب ـ كويمة كونيدية «أسيرفيولة» في فطر *مارسونينا* *Marssonina*

جـ ـ وسادة جرثومية «سبورودوكيوم» في فطر *ابيكوكم* *Epicoccum*

د ـ ضفيرة كونيدية «سينيماتا» في فطر *أرثروبوتريم* *Arthrobotryum*

(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

أنثوية، ويتكون الفرع الأنثوى، أو الجسم القوسي Archicarp من شعيرة جنسية Trichogyne وحيد، أو متعدد الخلايا ومولد زقي يسمى بالأسكوجونة Ascogonium ، وتنبثق من الأسكوجونة عند الطرف العلوي منها شعيرة تعرف بالشعيرة الأنثوية، وهي



شكل (٦٨) النمط العام لدورة الحياة في الفطريات الزقية.

تعد بمثابة عضو استقبال للأنثريدة. أما الفرع الذكري فيتكون من عنق أنثريدي، وأنثريدة طرفية، ويحدث الإخصاب بتقارب الأنثريدة من الشعيرة الأنثوية والاتصال بينهما، وتنتقل أنوية الأنثريدة أولا إلى الشعيرة الأنثوية ثم إلى ما تحتها من أسكوجونة. ويمكن ملاحظة النظام العام لدورة الحياة في الفطريات الزقية كما هو موضح في (شكل ٦٨).

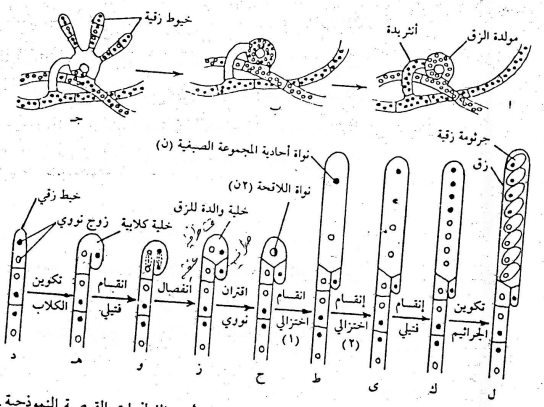
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

سيتولوجية تكوين الزق في الفطريات الزقية

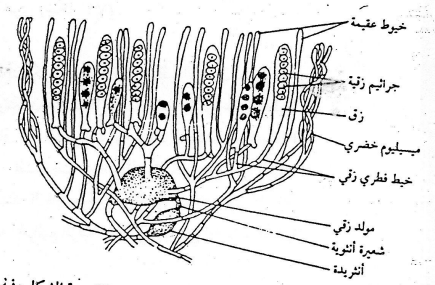
تختلف سيتولوجية تكوين الزق في الفطريات الزقية (شكل ٦٩) باختلاف الأجناس، ففي جنس *بزيزا فيزيكيولوزا* *Peziza vesiculosa* المتشابهة الثالوس تتكون من أسكوجونة مخصبة وعدة خيوط مولدة للزقاق (شكل ٦٩أ)، وهنا تكون الأسكوجونة والأنثريدة عديدة الأنوية، وبعد انتقال أنوية الأنثريدة إلى الأسكوجونة فإنها لا تندمج مع الأنوية الاسكوجونية بل تنتظم معها في أزواج (شكل ٦٩ب، جـ)، ويتكون كل زوج من نواة أنثريدية وأخرى اسكوجونية (شكل ٦٩د)، وبعد تكوين الخيوط المولدة للزقاق ينتقل زوج واحد من بين هذه الأنوية إلى الطرف المنتهي من الخيط المولد للزقاق (شكل ٦٩هـ)، ثم تنقسم كل نواة منه إلى نواتين (شكل ٦٩و)، وتتكون جدر فاصلة للتمييز بين كل من الخلية الطرفية وحيدة النواة، والخلية تحت الطرفية ثنائية النواة والخلية العنقية وحيدة النواة (شكل ٦٩ز).

وتستطيل الخلية تحت الطرفية Penultimate cell وتندمج فيها النواتان وتتكون نواة مدمجة ثنائية المجموعة الكروموسومية (شكل ٦٩ح)، وتنقسم هذه النواة في البداية انقساما اختزاليا (شكل ٦٩ط)، يؤدى إلى تكوين أربعة أنوية أحادية المجموعة الصبغية (شكل ٦٩ى)، يعقبه انقساما فتيليا، وينتج عن ذلك تكوين ثمان أنوية كل منها أحادية المجموعة الكروموسومية (شكل ٦٩ك)، وتنتظم الأنوية الثمان في صف واحد، وتحاط كل نواة بجدار لتكوين جرثومة زقية (شكل ٦٩ل)، أما الخلية تحت الطرفية المستطيلة فتكون الزق. وقد يحدث اتصال بين الخلية العنقية والخلية الطرفية، ومن ثم تحتوي الأخيرة على نواتين تندمجان، وتكون الخلية الطرفية في هذه الحالة زقا آخر وتنتظم هذه الزقاق، وينتشر بينها شعيرات عقيمة. وتعرف الطبقة المكونة من الزقاق وما ينتشر بينها من شعيرات عقيمة باسم الطبقة الخصبية Hymenium (شكل ٧٠).

أما في جنس *Sphaerotheca* فنجد أن كلا من الأنثريدة والأسكوجونة وحيدتا النواة، وتندمج النواتان في الأسكوجونة المخصبة، وتكون حينئذ نواة ثنائية المجموعة الكروموسومية ثم تأخذ هذه النواة في الانقسام الفتيلي لتكون أنوية ثنائية المجموعة الكروموسومية وتندمج المتماثلة منها



شكل (٦٩) رسم تخطيطي يمثل تكشف الكيس الزقي في أحد الفطريات القرصية النموذجية. مراحل تكوين الزق من طرف الخيط الزقي، الأنوية الموجية مبينة كنقاط سوداء كبيرة والأنوية السالبة كدوائر بيضاء.



شكل (٧٠) رسم تخطيطي لقطاع عمودي لثمرة زقية نموذجية قرصية الشكل وفيه تظهر العلاقة بين الأعضاء الجنسية، الخيوط الزقية والخيوط الفطرية.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

الكروموسومية وهذه الخلية تحت الطرفية هي التي تكون الزق، وتنقسم نواتها ثلاث مرات، أولها انقسام اختزالي ثم انقسام اختزالي آخر (يعرف أيضا بالانقسام الاختزالي المضاعف) ثم يتبعهما انقسام غير مباشر (فتيلي)، وبذلك تتكون ثمان أنوية يحيط كل منها نفسه بقدر من السيتوبلازم ثم يتكون حوله جدار، وبذلك تتكون ثمان جراثيم زقية داخل كل زق (٦٩ ل).

وهناك من الفطريات الزقية ما هي متباينة الثالوس مثل جنس *اسكوبولوس ماجنيفيكس* *Ascobolus magnificus*، وتكون كل سلالة هنا أحادية المسكن بمعنى أنها تحتوي على أعضاء جنسية ذكرية وأنثوية، ولكن لا يحدث تزاوج بين الأعضاء الجنسية في السلالة الواحدة بل يحدث التزاوج بين سلالتين مختلفتين جنسيا إحداهما موجبة والأخرى سالبة.

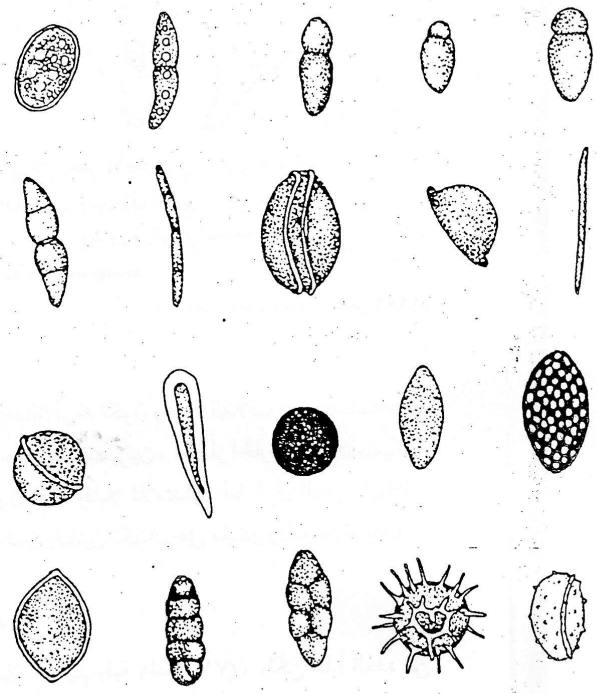
الأكياس الزقية (الزقاق) Asci

في الغالبية العظمى من الفطريات الزقية تكون الزقاق مستطيلة، أو اسطوانية أو بيضية الشكل، ويلاحظ أن الزقاق الكروية، أو البيضية تميز بعض المجموعات أما الزقاق المستطيلة فهي تميز مجموعات أخرى (شكل ٧١).

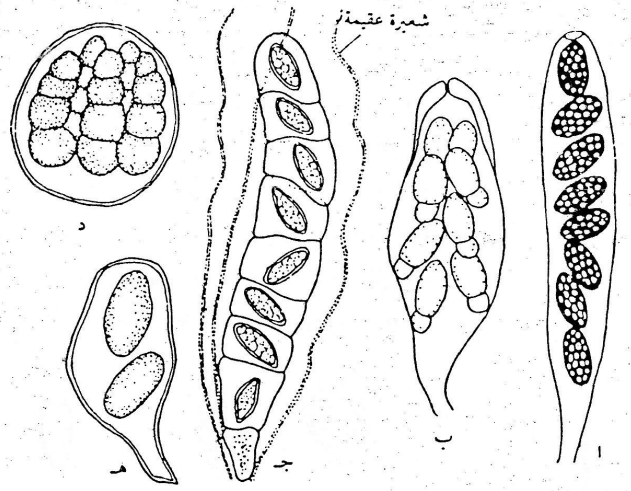
والزقاق إما أن تكون جالسة وإما أن تكون معنقة، وفي معظم الأحيان تكون هذه الزقاق إما عارية أو داخل ثمرة زقية، وتتكون على شكل طبقة عادية يطلق عليها الطبقة الخصبية التي تحتوي بالإضافة إلى الزقاق على الشعيرات أو الخيوط العقيمة Paraphyses (المفرد Paraphysis) حيث تتبادل هذه الشعيرات مع الزقاق وتشكل جزءا من الطبقة الخصبية، ويعتقد بأنها تساعد على انتشار الزقاق والجراثيم الزقية. وعادة فإن كل زق يتكون من تجويف واحد تتكون بداخله الجراثيم الزقية، ولكن في بعض الحالات النادرة يكون هذا التجويف مقسما.

ويعد تركيب الغلاف أو الجدار الزقي من أهم الصور المميزة لشكل الزق، وهو يعتبر أساسا لتقسيم الفطريات الزقية، ويمكن أن نتبين وجود طرازين مختلفين من

تحدث في الزق فقد يكون عددها ٤ أو ١٦ أو ٣٢ أو أكثر من ذلك (مضاعفات العدد ٤)، ويكون العدد النموذجي للجراثيم الزقية في كل زق ثمان جراثيم زقية. وفي أحوال نادرة تستمر أنوية الزق في الانقسام حتى يبلغ عددها في الزق الواحد أكثر من ٧٠٠ نواة تصبح فيها بعد جراثيم زقية، كما في فطر *ترايكوبولوس* *Trichobolus*، وتتباين الجراثيم الزقية فيما بينها تباينا كبيرا من حيث الشكل، الحجم، اللون، والفواصل، أو الحواجز، والزخرفة، وغير ذلك من المميزات، فهي إما أن تكون كروية إلى شبه خيطية، وتتراوح في حجمها من ضئيلة إلى ما يزيد طولها على الألف ميكرون. وذات



شكل (٧٢) طرز متنوعة من الجراثيم الزقية (الكيسية).



شكل (٧١) طرز متنوعة من الزقاق التي تمثل بعض الأجناس في الفطريات الزقية :
(ا) زق أسطواني Cylindric ، (ب) زق دبوسي الشكل Clavate
(حـ) زق مقسم Septate (د) زق كروي Globose
(هـ) زق بيضي ومعنق Broedly ovate with stalk
(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

أن تكون ثنائية الغلاف Bitunicate asci أو قد تكون وحيدة الغلاف Unitunicate asci. فالزق الثنائي يحتوي على طبقتين جداريتين متميزتين، الجدار الخارجي يكون سميكا، وصلبا، أما الجدار الداخلي فيكون رقيقا وقابلا للامتداد. أما الزق الوحيد الغلاف فيكون رقيقا نسبيا ويتكون من طبقتين رقيقتين تكونان على مايبدو وكأنه جدار واحد.

الجراثيم الزقية Ascospores

يحتوي كل زق عادة على ثمان جراثيم زقية (شكل ٧١)، ولكن هذا العدد من الجراثيم في الزق الواحد يتفاوت على حسب عدد الانقسامات غير المباشرة للانوية التي

لون أسود أو مجردة من اللون، وهي إما أن تكون وحيدة الخلية، أو عديدة الخلايا (شكل ٧٢). ويمكن استغلال مثل تلك المميزات المختلفة للجراثيم الزقية كمعايير مناسبة تساعد المهتمين، والمشتغلين في مجال تصنيف الفطريات في تقسيم أجناس، وأنواع الفطريات الزقية.

الطبقة الخصبية Hymenium

وهي الطبقة التي تتألف من خلايا متطاولة، تكون عمودية على سطح الثمرة وتتكون من الزقاق والخيوط العقيمة، وهي إما أن تكون عارية Nacked كما في فطريات الخميرة، والتافرينا المسبب لمرض التجعد الورقي للخوخ أو تحاط بجدار أو غلاف ثمري خاص، لتكوين ما يسمى بالجسم الثمري أو الثمرة الزقية Ascocarp.

الثمرة الزقية Ascocarp

في الفطريات الزقية الحقيقية تحاط الخيوط الزقية، والزقاق المحمولة عليها بنسيج مغلف. وتتكون الزقاق والخيوط والنسيج المغلف المكون من الخيوط الفطرية في مجموعها ما يسمى بالجسم الثمري أو الثمرة الزقية.

وهناك ثلاثة طرز عامة من الثمار الزقية في الفطريات الزقية تختلف فيما بينها من حيث الشكل وهي كما يلي:

١ ـ الثمار الزقية المغلقة Cleistothecia وهي عادة كروية الشكل وليس لها فتحة للخارج، وتكون الزقاق بداخل هذا النوع من الثمار الزقية مبعثرة في غير انتظام وتنتشر هذه الزقاق والجراثيم بتحلل جدار الثمرة الزقية أو بتمزقه، وتشاهد الثمار الزقية المغلقة في فطريات *اليوروشيام والتالاروميس* (شكل ٧٣ب).

٢ ـ الثمار الزقية القارورية (أو الدرقية) Perithecia. وهي عادة تكون كمثرية أو على شكل قارورة مستطيلة لها عنق وتفتح للخارج عند النضج بفتحة علوية ضيقة تسمى فوهة Ostiole وتكون الزقاق في داخلها مرتبة بانتظام ومتوازية، وتشاهد الثمار الزقية القارورية في فطريات *كلافيسبس، كيتوميوم وفينتوريا* (شكل ٧٣جـ).

تصنيف الفطريات الزقية

يتوقف تصنيف الفطريات الزقية على عدد من الصفات والمقاييس المختلفة التي يُرْجعُ إليها عادة في الفصل بين المجموعات المختلفة ومنها:

١ ـ إذا كانت الزقاق عارية، أو تنتظم داخل الثمار الزقية.

٢ ـ أشكال وطبيعة هذه الثمار الزقية، إذا كانت مغلقة أو قارورية أو قرصية.

٣ ـ ألوان الثمار الزقية، والزقاق، والجراثيم الزقية.

٤ ـ طريقة تكوين وانتظام الزقاق داخل الثمرة الزقية إذا كانت مبعثرة أو متوازية ومنتظمة.

٥ ـ طبيعة الجدار في الثمرة الزقية إذا كان مميزا أو غير مميز عما يحيط به من أنسجة.

٦ ـ نوعية الزقاق ومكان الجراثيم الزقية داخل الثمرة الزقية.

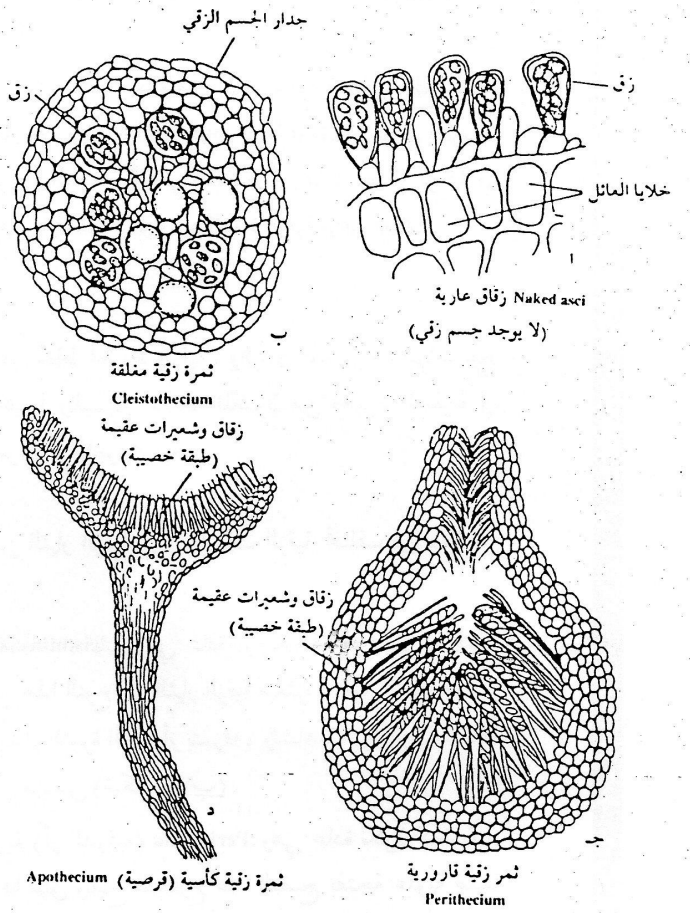
٧ ـ ميكانيكية انفتاح الثمار الزقية، إذا كانت هناك آلية خاصة لانتشار الجراثيم كفتحة أو فوهة طرفية، أو عدم وجودها في الجسم الثمري.

٨ ـ وجود الشعيرات العقيمة أو غيرها من تراكيب وخيوط عقيمة كاذبة.

على الرغم من الخصائص السابقة التي تميز الطويئفات بعضها عن بعض إلا أن مسألة تصنيف هذه الطائفة معقدة ولا تزال موضع خلاف بين العلماء الذين يبحثون دائما عن تصنيف طبيعي لها، ويعتمدون بالدرجة الأولى على تركيب وبنية الزق وأجزائه، وتؤخذ أحيانا البنية الشكلية للثمرة الزقية بعين الاعتبار. وحتى يوضع نظام طبيعي لها فإن عددا كبيرا من علماء الفطريات في الوقت الحاضر يعتبرون أن هذه المميزات ما تزال مقبولة وذوٌوزن كبير بحيث تكفي لفصل الفطريات الزقية إلى طويئفاتها المختلفة. وبشكل عام فإن الفطريات الزقية تعتبر مجموعة طبيعية، غير أن علاقتها بالمجاميع الأخرى ومنشؤها لا يزال غامضا.

وعلى ضوء القواعد والمميزات السابقة، ووفقا للتصنيف الوارد بالمرجع Introductory Mycology (1979) لمؤلفيه C.J. Alexopoulos & C.W. Mims فإن طائفة الفطريات الزقية تصنف إلى عدة طويئفات يمكن التفريق فيما بينها حسب المفتاح التالي:

٣ ـ الثمار الزقية القرصية (أو المكشوفة) Apothecia. وهي قد تكون قرصية أو قمعية أو كأسية الشكل، وهي أيضا ذات تجويف مبطن بطبقة عمادية من الزقاق المرتبة عادة بشكل متوازي على سطحها كما في فطريات *البزيزا والمورشيلا* (شكل ٧٣د).



شكل (٧٣) أربع طرق لحمل الزقاق في الفطريات الزقية.

(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

تصنيف الفطريات الزقية

يتوقف تصنيف الفطريات الزقية على عدد من الصفات والمقاييس المختلفة التي يُرْجَعُ إليها عادة في الفصل بين المجموعات المختلفة ومنها:

١ ـ إذا كانت الزقاق عارية، أو تنتظم داخل الثمار الزقية.

٢ ـ أشكال وطبيعة هذه الثمار الزقية، إذا كانت مغلقة أو قارورية أو قرصية.

٣ ـ ألوان الثمار الزقية، والزقاق، والجراثيم الزقية.

٤ ـ طريقة تكوين وانتظام الزقاق داخل الثمرة الزقية إذا كانت مبعثرة أو متوازية ومنتظمة.

٥ ـ طبيعة الجدار في الثمرة الزقية إذا كان مميزا أو غير مميز عما يحيط به من أنسجة.

٦ ـ نوعية الزقاق ومكان الجراثيم الزقية داخل الثمرة الزقية.

٧ ـ ميكانيكية انفتاح الثمار الزقية، إذا كانت هناك آلية خاصة لانتشار الجراثيم كفتحة أو فوهة طرفية، أو عدم وجودها في الجسم الثمري.

٨ ـ وجود الشعيرات العقيمة أو غيرها من تراكيب وخيوط عقيمة كاذبة.

على الرغم من الخصائص السابقة التي تميز الطويئفات بعضها عن بعض إلا أن مسألة تصنيف هذه الطائفة معقدة ولا تزال موضع خلاف بين العلماء الذين يبحثون دائما عن تصنيف طبيعي لها، ويعتمدون بالدرجة الأولى على تركيب وبنية الزق وأجزائه، وتؤخذ أحيانا البنية الشكلية للثمرة الزقية بعين الاعتبار. وحتى يوضع نظام طبيعي لها فإن عددا كبيرا من علماء الفطريات في الوقت الحاضر يعتبرون أن هذه المميزات ما تزال مقبولة وذوة وزن كبير بحيث تكفي لفصل الفطريات الزقية إلى طويئفاتها المختلفة. وبشكل عام فإن الفطريات الزقية تعتبر مجموعة طبيعية، غير أن علاقتها بالمجاميع الأخرى ومنشؤها لا يزال غامضا.

وعلى ضوء القواعد والمميزات السابقة، ووفقا للتصنيف الوارد بالمرجع Introductory Mycology (1979) لمؤلفيه C.J. Alexopoulos & C.W. Mims فإن طائفة الفطريات الزقية تصنف إلى عدة طويئفات يمكن التفريق فيما بينها حسب المفتاح التالي:

مفتاح تصنيف طائفة الفطريات الزقية

أ تنشأ الزقاق عارية ولا تنتج خيوطا فطرية أو ثمارا زقية.
الفطريات الزقية الأولية ..... Hemiascomycetidae

أأ تنتج الزقاق في ثمار زقية، غالبًا من خيوط زقية. ..... ب، ب ب.

ب. تكون الزقاق في حالتها المثالية وحيدة الغلاف، فإذا كانت ثنائية الغلاف، فتتولد عندئذ في ثمرة زقية قرصية. ..... جـ، جـ جـ

جـ. الزقاق غالبا تكون مبعثرة، في حالتها المثالية زائلة، والثمرة الزقية تكون في العادة مغلقة.
الزقيات الكروية ..... Plectomycetidae

جـ جـ. الزقاق مرتبة في طبقة قاعدية، تكون طبقة خصبية، وفي الحالة المثالية تكون دائمة وزائلة أحيانا، أو تكون الثمار الزقية سفلية ..... د، د د.

د. الغزل الفطري «الميسيليوم» موجود، طفيليات على العوائل المتنوعة، أو مترممة على المواد العضوية المختلفة.
الزقيات الخصبية ..... Hymenoascomycetidae

د د. الميسيليوم الحقيقي غائب، طفيليات سحطية على درجة كبيرة من التخصص وتتطفل على الحشرات والمفصليات، والطحالب البحرية الحمراء.
الزقيات الحشرية ..... Laboulbeniomycetidae

ب ب. الزقاق ثنائية الغلاف، والثمرة الزقية تكون حشية ثمرية.
الزقيات المسكنية ..... Loculoascomycetidae

(١) طويئفة الفطريات الزقية الأولية Subclass Hemiascomycetidae

تعد فطريات هذه الطويئفة على أكبر درجة من البدائية إذا ما قورنت بالطويئفات الأخرى التابعة للفطريات الزقية، وهي تعتبر حلقة اتصال ما بين الفطريات الدنيا والزقية الراقية، وهي فطريات بسيطة مجهرية الشكل تمتاز بأن الزقاق فيها عارية وتنشأ

مثار اختلاف كبير بين علماء الفطريات، إذ أن عدد الفصائل لا يختلف فقط باختلاف المصنفين بل قد تختلف كذلك اسماء وحدود كل فصيلة منها. ووفقا للتصنيف الحديث (Alexopoulos & Mims 1979) فإن هذه الرتبة تضم في مجموعها حوالي ٤٥ جنسا و١٥٠ نوعا موزعة في ست فصائل هي:

١ ـ الفصيلة الأسكويدية	Family Ascoidaceae
٢ ـ الفصيلة الديبوداسكية	Family Dipodascaceae
٣ ـ الفصيلة الأندوميسيتية	Family Endomycetaceae
٤ ـ الفصيلة السكاروميسيتية	Family Saccharomycetaceae
٥ ـ الفصيلة السيفالو أسكية	Family Cephaloascaceae
٦ ـ الفصيلة السبيرموفثورية	Family Spermophthoraceae

مفتاح تصنيف فصائل رتبة الإندوميسيتات

أ ـ الجراثيم الزقية ليست إبرية ولكنها متنوعة، مغزلية، أو منجلية الشكل.
. . . . . ب، ب ب.

ب ـ اللاقحة عبارة عن خلية واحدة تتحول مباشرة إلى زق. . . . . جـ، جـ جـ

جـ ـ الزقاق متعدة الجراثيم . . . . . د، د د

د ـ الزقاق تتكاثر بالتبرعم.
الفصيلة الأسكويدية . . . . . Ascoidaceae

د د ـ الزقاق لا تتكاثر بالتبرعم.
الفصيلة الديبوداسكية . . . . . Dipodascaceae

جـ جـ ـ الزقاق تحتوى على ١ إلى ٨ جراثيم زقية . . . . . هـ، هـ هـ

هـ ـ الغزل الفطري غزير
الفصيلة الإندوميسيتية . . . . . Endomycetaceae

هـ هـ ـ الغزل الفطري شحيح، أو غير موجود.
الفصيلة السكاروميسيتية . . . Saccharomycetaceae

ب ب ـ اللاقحة تعطى حامل زقي قائم ومقسم وخلاياه ثنائية المجموعة الكروموسومية

مباشرة من اتحاد مولدة الزق «الأسكوجونة» والأنثريدة، وبعدم وجود ثمار زقية، وكذلك عدم وجود الخيوط الزقية المخصبة.

ويعيش أفراد هذه الطويئفة معيشة رمية في معظم الأحيان ولكن القليل منها يعيش معيشة طفيلية على الحيوانات، والنباتات الزهرية. وهناك اختلاف كبير في الآراء حتى بين المتخصصين في مجال تصنيف الفطريات من حيث تقسيم هذه الطويئفة إلى رتب وفصائل.

وعموما فهي تحتوي على حوالي ٥٠ جنسا و٢٥٠ نوعا موزعة على ثلاث رتب هما:

١ ـ رتبة الاندوميسيتات	Order Endomycetales
٢ ـ رتبة التافرينات	Order Taphrinales
٣ ـ رتبة البروتوميسيتات	Order Protomycetales

والرتبتين الأولى والثانية واضحتا المعالم أما الأخيرة فهي أقل وضوحا. لذا فسنقتصر فقط فيما يلي بالدراسة التفصيلية لكل من الرتبتين الأولى والثانية.

رتبة الإندوميسيتات Order Endomycetales

معظم أفراد هذه الرتبة فطريات مجهرية الشكل وحيدة الخلية والقليل منها يحتوى على ميسيليوم، وهي إما أن تعيش مترممة في السوائل السكرية، أو على الثمار، ونادرا ما توجد في التربة، والبعض الآخر من هذه الفطريات يعيش متطفلا على النباتات والحيوانات. والاتحاد الجنسي بين أفراد هذه الرتبة يبدأ باندماج بلازمي Plasmogamy متبوعا باندماج نووي Karyogamy، وقد يحدث الاندماج البلازمي بين بروتوبلاستي خليتين خضريتين، أو بين حافظتين مشيجيتين، أو بين جرثومتين زقيتين وينتج عن ذلك الاندماج تكون اللاقحة، التي تعطى فيما بعد الزق. وفي بعض الأحيان لا يحصل أي اتحاد أو اندماج إذ تتحول الخلية المفردة بالتوالد البكري إلى زق مباشرة، وتتميز هذه الرتبة بأن الزقاق المتكونة في أفرادها تكون عارية حيث ينعدم تكوين الثمار الزقية التي تحمل داخلها الزقاق. وكما اسلفنا فإن تقسيم هذه الرتبة إلى فصائلها المختلفة ما زال

وعددها يدل على مرات الانقسام. وفطريات الخميرة أنواع هي: (١) وحيدة الخلية، (٢) خيطية (٣) مولدة لجراثيم زقية (٤) غير مولدة لجراثيم زقية. وهناك طرق شتى لتصنيف فطريات الخميرة منها ما يلي:

١ ـ تصنيف جميع فطريات الخميرة غير المولدة للجراثيم الزقية تحت طائفة الفطريات الناقصة.

٢ ـ تصنيف جميع فطريات الخميرة المولدة للجراثيم الزقية تحت طائفة الفطريات الزقية.

هنالك نظام آخر للتقسيم مشابها لما يحدث في فطريات *الأسبيرجيللس*، *والبنيسيليوم*، فليس جميع أنواع *أسبيرجيللس*، *وبنيسيليوم* تستطيع أن تعطي جراثيم زقية، ولكن تقتصر هذه القدرة على أنواع قليلة. ولما كان البعض من هذه الفطريات له القدرة على إنتاج أجسام زقية، وجراثيم زقية لذلك فقد صنفت جميع أجناس *الأسبيرجيللس والبنيسيليوم* تحت طائفة الفطريات الزقية، وعلى نفس المنوال فقد صنفت جميع فطريات الخميرة، سواء كانت مولدة أو غير مولدة لجراثيم زقية تحت الفطريات الزقية. ثم توالت الدراسات على فطريات الخميرة وثبتت أهميتها في مجالات طبية، وصناعية وزراعية كثيرة، كما كثرت أنواعها فظهر اتجاه جديد لفصل فطريات الخميرة كلية عن الطوائف المعروفة للفطريات الحقيقية، ووضعها تحت طائفة خاصة هي طائفة الفطريات المتبرعمة Blastomycetes. ولعل أكثر هذه الطرق المتداولة هي الطريقة الثانية، وهي وضع جميع فطريات الخميرة تحت «طائفة الفطريات الزقية».

وتتكاثر فطريات الخميرة جنسيا بعدة طرق مختلفة، والطريقة المثلى لهذا النوع من التكاثر هي اتحاد خليتين خضريتين تكونان متساويتين عادة، ويتم ذلك بتكوين أنبوبة صغيرة من كل من الخليتين، يتبع ذلك اندماج هاتين الأنبوبتين بتحلل الحاجز الفاصل بينهما، وتتحد نواتا الخليتين عادة في الأنبوبة ثم تتكون اللاقحة الثنائية المجموعة الكروموسومية ويلي ذلك تكوين الجراثيم الزقية، وعددها ٤ إلى ٨. أحيانا تضمحل بعض الأنوية الناتجة عن انقسام النواة الأولى وبذلك يحوي الزق ٤ جراثيم زقية.

الفصيلة السيفالو أسكيه ..... Cephaloascaceae

أ ـ الجراثيم الزقية إبرية، مغزلية و متجلية الشكل.

الفصيلة السبيرموفثورية ..... Spermophthoraceae

فيما يلي نستعرض فقط الفصيلة السكاروميسيتية نظرا للأهمية الاقتصادية لأفرادها.

☐ الفصيلة السكارومسيتية Family Saccharomycetaceae

تمثل أفراد هذه الفصيلة الخمائر الحقيقية True yeasts، وهي تتكون من خلية واحدة Unicellular منفردة، أو في سلاسل تكون غزل فطري كاذب Pseudomycelium، وأفرادها تتكاثر أينما وجدت المحاليل السكرية، فهي تتواجد في مختلف المواد الغذائية وفي رحيق الأزهار وعلى إفرازات الأشجار، والأوراق المجروحة وعلى قشور الثمار كما توجد مترممة في التربة وفي أوساط أخرى، ويعيش البعض منها إما متكافلا أو متطفلا على حيوانات متعددة لاسيما الحشرات، وبعضها يتطفل على النبات مسببا بعض الأمراض. وتتميز فطريات الخميرة بوجه خاص بقدرتها على تخمير الكربوهيدرات حيث تقوم بإنتاج مجموعة من الإنزيمات تعرف بمعقد الزايميز Zymase التي لها القدرة على تحويل بعض أحاديات التسكر إلى كحول، وثاني أكسيد الكربون وينتج عن هذه العملية تحرير طاقة تستغلها الخميرة في القيام بمختلف أوجه نشاطها (ولذلك يستعمل الخبازون الخمائر في صناعاتهم بسبب هذه الصفة).

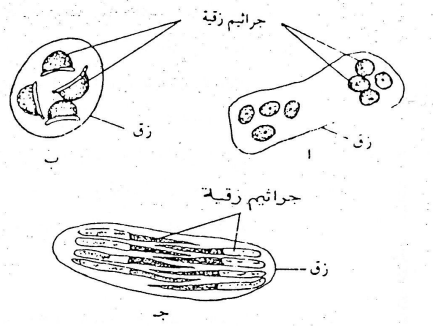
وفطريات الخميرة من الفطريات التي تتميز بقدرتها على التكاثر بالتبرعم، سواء كانت وحيدة الخلية، أو كانت خيطية، ففي الطراز الأخير توجد جراثيم متبرعمة Blastospores تكاد تكون كل جرثومة متبرعمة تبدو وكأنها خلية مثبرعمة. ويبدأ البرعم صغيرا ثم يكبر حتى يصل إلى حجم الخلية الأم قبل أن يتم انفصاله، ويظهر موضع الاتصال على الخلية الأم كندبة تسمى ندبة البرعم Bud scar يقابلها في الخلية الجديدة ندبة الميلاد Birth scar، ويظهر النوعان من الندبات بشكل واضح في صور المجهر الالكتروني المساح، وقد يوجد أكثر من موقع في الخلية للتبرعم، وبالتالي ندبات التبرعم

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

يعد هذا الجنس من أهم أجناس الفصيلة السكاروميسيتية، وقد اكتشفه لأول مرة العالم الإنجليزي روبرت هوك (Robert Hooke 1680). ومنذ ذلك الحين، وعدد الأنواع التابعة لهذا الجنس في ازدياد مستمر حتى بلغت ٤١ نوعا، أو يزيد (Van der Walt 1970)، وقد استند في ذلك على الصفات الفسيولوجية للنوع أي القدرة على تخمير أنواع معينة من السكاكر. وأشهر الأنواع التابعة لهذا الجنس النوع *Saccharomyces cerevisiae* الذي يستعمل في صناعة البيرة والمعجنات، وهو يقوم بتخمير السكاكر البسيطة إلى كحول بتركيز يتراوح ما بين ١٠ إلى ٢٠٪ وهو ذو فائدة طبية لاحتوائه على فيتامين (أ).

ويعيش جنس سكارووميسس مترمما حيث توجد المحاليل السكرية، فهو يوجد في الأطعمة ورحيق الأزهار، وإفرازات الأشجار وسطوح الأوراق، والثمار، كما يوجد في التربة. ويعيش البعض منها إما متكافلا، أو متطفلا على حيوانات متعددة لا سيما الحشرات، والفطر لا يحتوي على ميسيليوم كالمعتاد بل يتكون من خلايا فردية متشابهة تقريبا، مستديرة أو بيضية الشكل. وأحيانا تتصل خلايا الخميرة بعضها ببعض فتتكون سلاسل من الخلايا ومشكلة ما يسمى بالغزل الفطري الكاذب Pseudomycelium (شكل ٧٥). ويبلغ قطر الخلية حوالي ١٠ ميكرون، ويختلف شكل الخلايا الفردية، وحجمها تبعا لعمر الخلايا، وطبيعة البيئة الغذائية ومحيط بالخلية جدار رقيق، ويصبح سميكا في البيئات غير الملائمة، ويتكون جدار خلية الخميرة من الجلوكان glucan (متبلمر معقد) من وحدات الجلوكوز، ويوجد في الطبقة الداخلية من الجدار ملاصقا للغشاء البلازمي، والمنان Mannan (متبلمر معقد من المانوز Mannose ويوجد أساسا في الطبقة الخارجية للجدار وله علاقة بصلابة الجدار) والكيتين Chitin (متبلمر من إن - إسيتيل جلوكوز أمين، ويوجد مرتبطا بندبة البرعم ويكون حلقة حول الندبة) وبروتين (ويمثل ١٠٪ من وزن الجدار الجاف) ويوجد في البروتين بعض الأنزيمات المرتبطة بالجدار مثل الجلوكاناز Glucanase والمناز Mannase ويساعدان في تليين مادة الجدار قبل التبرعم، كما يوجد أنزيمات أخرى (Berry 1982). وهذا الجدار يغلف كتلة بروتوبلازمية. وتمتاز خلية الخميرة بأنها غنية بالسيتوبلازم الذي يحتوي على حبيبات جليكوجينية، وفوليوتينية، ودهون حيث تعد بمثابة مواد غذائية مدخرة. وتوجد بالخلية

البكتري من خلية خضرية فردية، [illegible] *Hansenula* sp.، أو مستديرة أو إبرية كما في فطر [illegible] أو مستطيلة .. إلخ، (شكل ٧٤).



شكل (٧٤) طرز متنوعة من الجراثيم الزقية لفطريات الخميرة.
ا - شيزوسكارومايس اوكتوسبورس *Schizosaccharomyces octosporus*
ب - نوع من هانسينيولا *Hansinula* sp.
جـ - نيماتوسبورا فاسيولى *Nematospora phaseoli*
(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

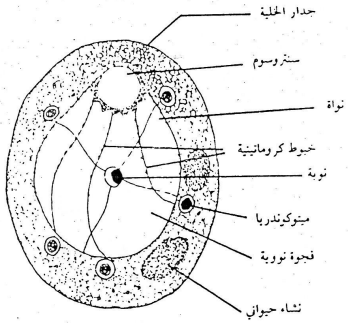
وتبعا لشكل الجراثيم الزقية جرى تقسيم هذه الفصيلة إلى ١٧ جنسا وحوالي ١٠٠ نوع. وأشهر هذه الأجناس:

Saccharomyces, Hansenula, Nematospora and *Schizosaccharomyces*

Systematic position fo Genus *Saccharomyces* الوضع التصنيفي لجنس سكارومايس

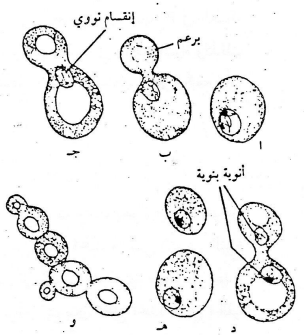
Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hemiascomycetidae	طويئفة: الفطريات الزقية الأولية
Order: Endomycetales	رتبة: الإندوميسيتات
Family: Saccharomycetaceae	الفصيلة: السكارومايسية
Genus: *Saccharomyces*	جنس: سكارومايس

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

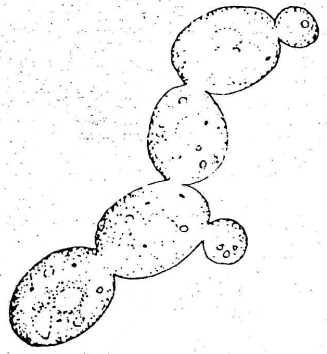


شكل (٧٦) رسم تخطيطي يوضح تركيب الخلية الخضرية في فطر الخميرة *Saccharomyces* sp.

سلسلة Pseudomycelium قصيرة متفرعة أو غير متفرعة وغير منتظمة إلى عدد كبير من الخلايا (شكل ٧٧).



شكل (٧٧) (ا - هـ) المراحل المختلفة للتبرعم في خلية الخميرة (تكاثر لاجنسي).
و - سلسلة من الخلايا الخضرية الناتجة عن طريق التبرعم.



شكل (٧٥) سلسلة من خلايا الخميرة (غزل فطري كاذب) تنتج عن التبرعم.

نواة واحدة محاطة بغشاء مزدوج مثقب (نواة حقيقية)، والكروموسومات صغيرة جدا، فالواحدة منها في حجم كروموسوم النوع البكتيري *Escherichia coli* ، ولا يوجد جسم شعاعي خارج النواة، ولكن يوجد بديل له في صورة رقعة صغيرة Plaque في الغشاء النووي يوجد فيها قرص عديد الطبقات تمتد منه أنابيب دقيقة في داخل النواة وكذلك السيتوبلازم، وهي المقابل للتركيب المغزلي، (شكل ٧٦). ويستطيع فطر الخميرة أن يتكاثر بأحد الطرق الأربعة التالية:

١ - التبرعم Budding

وهو يمثل طريقة من طرق التكاثر الخضري، ويحدث عندما يكون الوسط الموجود به الفطر غنيا بالمواد الغذائية السكرية، وفي كثير من أنواع الخميرة يمثل التبرعم النوع الوحيد للتكاثر. ويظهر التبرعم عند أحد القطبين أو بالقرب منه كنتوء صغير من جدار الخلية، وتنقسم النواة أثناء تكون البرعم إلى نواتين بنويتين تظل احداهما في الخلية الأصلية، والأخرى تنتقل إلى البرعم الذي يأخذ في التخصر التدريجي حتى يتم انفصاله عن الخلية الأصلية، أو قد يعطي برعما جديدا، وهو مازال متصلا بالخلية الأم. وقد تتكرر هذه العملية بحيث يصل عدد الخلايا المتصلة ببعضها على هيئة

٢ ـ تكوين جراثيم داخلية Endospores

ويحدث هذا الطراز من التكاثر تحت الظروف البيئية غير الملائمة لنمو الفطر حيث تأخذ الخلية شكلا كرويا ويتغلظ جدارها وتنقسم محتوياتها الداخلية إلى أربع جراثيم داخلية، فتنقسم النواة مرتين لتكون أربع أنوية تكون كل واحدة منها جرثومة داخلية ذات جدار سميك. وفي بعض الأنواع تنقسم محتويات الخلية إلى ثمانية جراثيم ذات جدر سميكة، وهكذا تصبح الخلية الاصلية كعلبة جرثومية، وتظل هذه الجراثيم محتبسة داخل الخلية الأصلية طالما الظروف البيئية غير ملائمة، فإذا ما أصبحت الظروف مواتية فإن غلاف الخلية الأصلية ينشق، وتتحرر الجراثيم التي تنمو كخمائر جديدة.

٣ ـ الانقسام المستعرض Transverse Fission

ويشبه هذا الانقسام ما يحدث في الخلية البكتيرية، وفيه تأخذ خلية الخميرة في الاستطالة، ثم تنقسم نواتها إلى نواتين، والانقسام ميتوزي، إلا أنه لا يوجد تركيب مغزلي وإنما يوجد التركيب السابق ذكره (بلاك Plaque أو رقعة صغيرة في الغشاء النووي من أقراص متعددة تمتد منها أنابيب دقيقة إلى داخل النواة والسيتوبلازم) وهو ذو علاقة بالانقسام الخلوي الذي يتكون نتيجة له حاجز عرضي في الخلية يقسمها إلى قسمين ينفصلان عن بعضهما ليعطيا خليتين خضريتين. ويقتصر هذا النوع من الانقسام على جنس واحد من فطريات الخميرة هو جنس الخميرة المنشقة *Schizosaccharomyces* (شكل ٧٨).

٤ ـ التكاثر الجنسي «التزاوج» Sexual Reproduction (Conjugation)

يحدث هذا الطراز من التكاثر (شكل ٧٩) عندما يكون الغذاء قليلا في البيئة الغذائية أو البيئة الجافة، وعموما فهذا النوع من التكاثر غير شائع في فطريات الخميرة، ولا يحدث إلا في أنواع قليلة منها حيث إنه في فطريات الخميرة عموما لا تتشكل أي أعضاء جنسية متخصصة كتلك التي تشاهد في الفطريات الراقية الأخرى. ويحدث الاتحاد الجنسي في فطريات الخميرة إما بين خليتين خضريتين أحاديتي المجموعة

الصبغية (شكل ٧٩أ)، وإما بين جرثومتين زقيتين تقومان بوظيفة حافظتين مشيجيتين متزاوجتين. فإما أن تكون هذه الأمشاج متشابهة ويطلق عليها Isogamic conjugation وتكون متباينة Heterogamic conjugation وتبدأ هذه العملية بأن تقترب كل خليتين خضريتين من بعضهما البعض، ويخرج من كل منهما بروز أو نتوء صغير، ثم يلتقي البروزان (شكل ٧٩هـ)، ويذوب الجدار الفاصل بينهما (شكل ٧٩و)، لتتكون قناة تزاوج تلتقي فيها النواتان فتندمجان وينتحم بعد ذلك السيتوبلازم في الخليتين لتتكون نواة ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن) تسمى الزق Ascus (شكل ٧٩ى)، ثم تنقسم نواة الزق الثنائية المجموعة الصبغية انقساما اختزاليا، ليتكون في النهاية أربع أنوية أحادية المجموعة الصبغية كل نواة منها هي نواة جرثومة زقية، ثم تتغلف كل نواة منها بسيتوبلازم، وجدار سميك، وبذلك ينتج أربع جراثيم زقية في كل زق (شكل ٧٩ك)، كما في النوع *Saccharomyces cerevisiae* ويتوقف عدد هذه الجراثيم الزقية على عدد الانقسامات النووية التي حدثت، وما يتبع ذلك من تكوين الأنوية، والعدد المعتاد هو أربع أو ثمان جراثيم زقية في كل زق.



شكل (٧٨) ا ـ د: الأطوار المختلفة لعملية الانشقاق الثنائي لخلية الخميرة (النوع *شيزوساكارومايسس أوكتوسبورس*).

الأهمية الاقتصادية للخمائر

على الرغم من الحجم الدقيق للخمائر إلا أنها تعد في مقدمة الفطريات من حيث أهميتها الاقتصادية، ومن منافعها الكثيرة نلخص ما يلي:

١ ـ التخمر الكحولي. ويعد التخمر الكحولي أهم استغلال صناعي، وهو عملية تحويل بعض السكريات الأحادية مثل الجلوكوز والفركتوز إلى كحول، وثاني أكسيد الكربون وذلك بمساعدة مجموعة من الإنزيمات التي تنتجها خلية الخميرة، وتسمى هذه المجموعة من الإنزيمات بمعقد الزايميز Zymase، وينتج عن هذه العملية التي تتضمن

تكسير السكر إلى مركبات أبسط منه تحرير طاقة تستغلها الخميرة في القيام بمختلف أوجه نشاطها حسب المعادلة الآتية:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{Zymase}} 2CO_2 + 2C_2H_5OH + \text{Energy}$$

٢ ـ لبعض أنواع الخميرة فوائد علاجية إذ تستعمل كعلاج لأمراض الجلد وتستخدم الخميرة المضغوطة كملين، ومعالجة أمراض الأمعاء.

٣ ـ لبعض أنواع الخميرة القدرة على إنتاج بعض أنواع الفيتامينات، وخاصة فيتامين (ب) المركب، وفيتامين (جـ)، وكذلك يتكون فيتامين (د)، في بعض أنواع الخميرة التي تتعرض خلاياها للأشعة فوق البنفسجية.

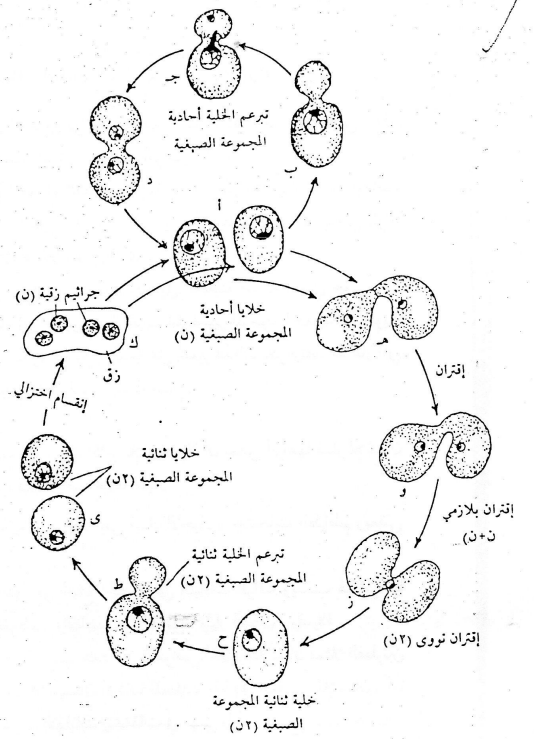
٤ ـ تضاف بعض أنواع الخميرة المضغوطة إلى العجينة المستخدمة في عمل الخبز لتخميره فعند إضافة الماء إلى الدقيق يعمل انزيم الدياستيز الموجود بالخميرة على تحويل جزء من نشا الدقيق الى سكر، وتعمل الخميرة على تخمير هذا السكر فيتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يجعل الرغيف خفيفا ذا مسام.

إضافة إلى ما للخميرة من فوائد كثيرة للإنسان إلا أن بعض أنواعها ضار للإنسان والحيوان والنبات وتسبب لهم أمراضا مختلفة منها:

١ ـ بعض أنواعها يعتبر مسؤولا عن فساد الأجبان، ومنتجات الطماطم وبعض المواد الغذائية الأخرى.

٢ ـ يتطفل عدد قليل من أنواع الخميرة على النباتات الراقية ويسبب لها أمراضا مختلفة كأمراض ثمار الطماطم، والفاصوليا، والقطن، وثمار البطاطس وغيرها.

٣ ـ بعض أنواع الخمائر تسبب عددا من الأمراض الخطيرة للإنسان فمثلا الفطرتين *Blastomycosis* و *Torulopsis* تسببان أمراضا للجلد، والجهاز العصبي للإنسان، أما النوع *Yeast vaginili* فيسبب التهابات وتشققات في مهبل المرأة. والنوع *Cryptococcus neoformans* فيسبب مرض الاختلال العقلي للإنسان ويسمى هذا المرض Crypto-coceosis وأخيرا فإن النوع المسمى *Candida albicans* يسبب مرض يدعى Moniliasis الذي يؤثر على الغشاء المخاطي للجلد والأصابع والرئة.



شكل (٧٩): دورة حياة فطر سكار *Saccharomyces cerevisiae*.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

رتبة التافرينات Order Taphrinales

توجد أكثر فطريات هذه الرتبة متطفلة على النباتات الزهرية الراقية وتسبب للنبات العائل تشوها، واصفرارا في الثمار، والأوراق، والسوق، وتسبب أيضا إفراطا وتضخما في نمو الأعضاء المصابة، يسمى Hypertrophy ، وزيادة في عدد الخلايا Hyperplasia ومن الأمراض المألوفة التي تسببها فطريات هذه الرتبة مرض تجعد أوراق الخوخ Peach leaf curl disease المتسبب عن النوع *تافرينا ديفورمانز Taphrina deformans* بالإضافة إلى وجود بعض الأنواع الأخرى المهمة من الناحية الاقتصادية مثل فطر *تافرينا بروني*، *تافرينا سيرازي*، *وتافرينا كوريوليسنس*.

وتتميز هذه الرتبة بوجود طبقة خصبية تحتوي على زقاقا عارية تترتب بصورة متوازية في طبقة عمادية الشكل دون أن يحيط بها جراب ثمري ولا يتخللها خيوطا عقيمة كتلك الموجودة في معظم الفطريات الزقية الأخرى. ويحتوي كل زق على عدد من الجراثيم الزقية التي يتراوح عددها ما بين ٤ إلى ٨ جراثيم، وقد يحتوي الزق على أكثر من ذلك نتيجة لتبرعم الجراثيم الزقية.

وتشبه أفراد التافرينات فطريات الخميرة من حيث تكاثر جراثيمها الزقية بالتبرعم، وكذلك من حيث إنها تنتج في الطبيعة غزلا فطريا حقيقيا محددا. وتشتمل هذه الرتبة على فصيلة واحدة فقط هي الفصيلة التافرينية، والتي تتضمن حسب آراء غالبية المؤلفين جنسا واحدا هو جنس *تافرينا*.

Systematic position of Genus *Taphrina* **الوضع التصنيفي لجنس *تافرينا***

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hemiascomycetidae	طريفة: الفطريات الزقية الأولية
Order: Taphrinales	رتبة: التافرينات
Family: Taphrinaceae	الفصيلة: التافرينية
Genus: *Taphrina*	جنس: *تافرينا*

يضم جنس *تافرينا* حوالي مائة نوع، معظمها له أهمية اقتصادية كبيرة، حيث

تسبب أمراضا خطيرة لأشجار الفاكهة. نذكر منها:

١ ـ *T. deformans* ، الذي يسبب مرض التجعد الورقي للخوخ.
٢ ـ *T. pruni* ، الذي يتطفل على ثمار نبات البرقوق فتصبح الثمرة ضخمة مجوفة.
٣ ـ *T. cerasi* ويتطفل على نبات الكرز، ويسبب له مرض يسمى مكنسة الساحر.
٤ ـ *T. communis* ويتطفل على نبات الخوخ الوسادي.
٥ ـ *T. coerulescens* المسبب لمرض تجعد، وتغضن أوراق البلوط.
٦ ـ *T. minor* ويسبب مرض تجعد أوراق الكرز.

وتجدر الإشارة إلى أن كل الأنواع السابقة تعد طفيليات ذات تخصص محدود على عوائلها.

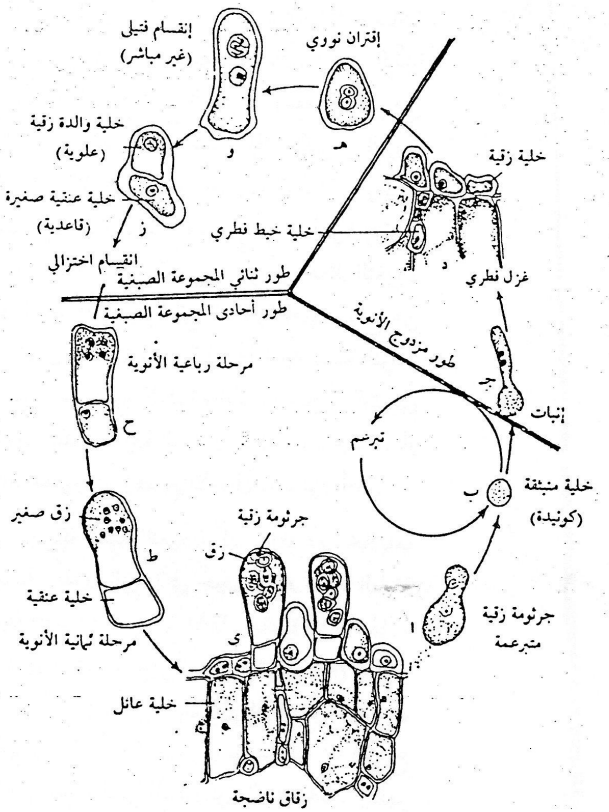
أكثر الأنواع المألوفة في هذا الجنس هو النوع *تافرينا ديفورمانز* المسبب لمرض تجعد أوراق الخوخ ويوجد هذا المرض في مناطق زراعة الخوخ من العالم، خصوصا في المناطق التي يكون فيها الجو باردا ورطبا خلال فصل الربيع، وقد سجل وجود هذا المرض في منطقة عسير من المملكة، وهو يسبب تشوها واصفرارا في أوراق الثمار والسوق، وضعفا للنبات العائل، ويسبب أيضا إفراطا في نمو الأعضاء المصابة وزيادة في عدد الخلايا ثم تتجعد الأوراق المصابة وتموت، وتسقط قبل النضج، وتنشط البراعم الساكنة مكونة أوراقا جديدة. وقد تصاب أيضا الأغصان فتصبح منتفخة ومتقزمة، وذات لون يتدرج من الأخضر الشاحب إلى الأصفر مع افراز مادة صمغية أحيانا، ثم تموت الأغصان المصابة عادة. ويؤدى موت الأوراق وسقوطها إلى إضعاف الشجرة وإلى إنقاص في قدرتها الإنتاجية.

ينمو الفطر بصورة إجبارية على العائل حيث يتركب غزله الفطري من خيوط مقسمة ومتفرعة وتتخلل هذه الخيوط المسافات البينية في الأجزاء المصابة من الورقة ووفقا للنوع فقد ينتشر الغزل الفطري وينمو بين الخلايا Intercellular أو يكون تحت أدمي Subcuticular أو ينمو داخل جدر خلايا بشرة العائل. وقد تتعمق الخيوط الفطرية النامية بين الخلايا، وتنفذ إلى داخل أنسجة العائل، ولا يكون الفطر ممصات داخل الخلايا ولكنه يحصل على غذائه عن طريق تفرع الغزل الفطري وانتشاره بين الخلايا.

طرق التكاثر

يتكاثر الفطر عادة بطريقتين هما:

التكاثر اللاجنسي. يتم التكاثر اللاجنسي (شكل ٨٠) بواسطة تبرعم الجراثيم الزقية، وتكوين جراثيم برعمية ثانوية صغيرة، بيضية أو مستديرة الشكل، وهي وحيدة النواة رقيقة الجدار، وأحادية المجموعة الصبغية وتشبه فطر الخميرة. وكثيرا ما يطلق



شكل (٨٠) دورة حياة فطر تافرينا ديفورمانس *Taphrina deformans*

عليها جراثيم كونيدية، وقد يحدث تبرعم هذه الجراثيم الزقية وهي ما زالت حبيسة داخل الأكياس الزقية، أو بعد تحررها منها، وقد تتبرعم الجراثيم البرعمية ذاتها لتنتج مزيدا منها. وقد شوهدت الجراثيم الزقية في المزارع الصناعية، وهي متبرعمة داخل الكيس الزقي.

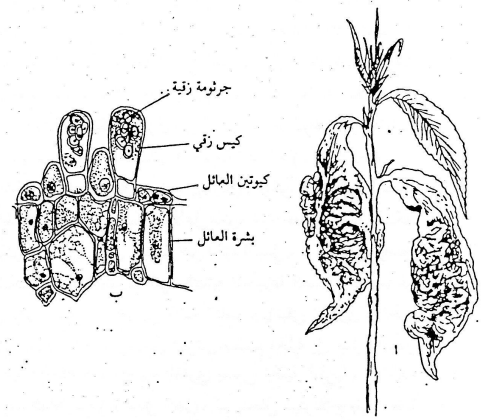
والجراثيم البرعمية إما أن تواصل التبرعم على سطح العائل لتنتج جراثيما برعمية ثانوية وإما أن تنبت بأنابيب إنبات لتغزو الأوراق. وتبقى الجراثيم الزقية الناتجة ساكنة طول فصل الشتاء بين حراشف البراعم الساكنة وعلى قلف الأغصان، أو على البقايا النباتية، ولذا يصعب مقاومة هذا الفطر بالرش بالمبيدات الفطرية، وهذه الجراثيم هي المسؤولة عن الإصابة الأولية في بداية الربيع، وقد يساعد الطقس المائل لكل من البرودة والرطوبة العالية عند تفتح البراعم في أوائل الربيع على حدوث الإصابة بالمرض، وتكشفها، وانتشار المرض حيث تنبت هذه الجراثيم بصورة مباشرة مكونة أنبوبا جرثوميا يدخل نسيج الأوراق الحديثة والفروع الغضة للنبات العائل مباشرة من خلال الثغور، ثم تنقسم نواة الأنبوب الجرثومي أثناء استطالته ليصبح ثنائي النواة (ن+ن). وينتج عن نمو وتطور الأنبوب الجرثومي غزل فطري مقسم، تكون كل خلية منه ثنائية النواة. وينمو الغزل الفطري في المسافات البينية من نسيج البشرة والقشرة، ويؤدى ذلك إلى ازدياد حجم الأوراق والأجزاء المصابة، فتظهر مشوهة الشكل، كأن تكون مجعدة، أو ملتفة، سميكة نسبيا، وتكتسب قواما غضروفيا، وتصبح الأوراق ذات لون أحمر.

وينشأ تجعد الورقة من جراء إصابة الطبقة العمادية التي يزداد عدد خلاياها ويتضخم حجمها بصورة غير طبيعية، يفوق الزيادة في حجم وعدد خلايا الطبقة الاسفنجية، لذلك تكون أجزاء الورقة المصابة منبعجة إلى الأعلى ومقعرة من الأسفل، حيث يؤدى ذلك إلى التفاف حواف الأوراق المصابة نحو الداخل (شكل ٨١) ويتقدم الإصابة يختفي الكلوروفيل تدريجيا وتبعا لذلك يصغر حجم الأوراق المصابة ويتحول لونها إلى اللون الأصفر فالرمادي فالبني. ثم تبدأ تلك الأوراق بالتساقط، أما الفروع المصابة فإنها تتوقف عن النمو طوليا، وتنتفخ فتقصر المسافة بين السلاميات، وتظهر على أوراقها كافة أعراض الإصابة، وقد تموت الأغصان الطرفية وتقل، أو تقف العقد في البراعم الجانبية.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

التكاثر الجنسي. يبدأ التكاثر الجنسي في هذا الفطر (شكل ٨٠) عند إنبات الجراثيم الزقية (شكل ١٨٠)، وبعد تكاثرها بالبراعم حيث تنبت البراعم، وتنقسم نواتها فتيليا، وتنتقل النواتان المتكونتان في أنبوبة الإنبات المتكونة، وهذه باستمرار نموها تعطي هيفات ثنائية النواة (شكل ٨٠جـ)، حيث تخترق أنسجة النبات العائل، ويتكون منها الميسيليوم المتطفل الثنائي النواة (شكل ٨٠د)، وبذلك تصبح كل خلية من خلايا الفطر تحتوي على زوج واحد، أو أكثر من الأنوية، وتكون خلايا الفطر على هيئة طبقة عمادية ثنائية النواة تحت أدمة البشرة العليا للعائل (شكل ٨٠د). وهذه الخلايا تكون بيضية قصيرة ذات نواتين وسيتوبلازم كثيف يطلق عليها الخلايا المولدة للزقاق Ascogenous cells ويبدأ تكوين الزق عن طريق اندماج النواتين الموجودتين في الخلية المولدة للزق، لتصبح نواة لاقحة ثنائية المجموعة الصبغية (شكل ٨٠هـ)، وفي أنواع قليلة تنمو الخلايا المولدة للزقاق مباشرة إلى زقاق، ولكن في الغالبية العظمى للأنواع تستطيل الخلية المولدة للزق وتنمو إلى الأعلى مكونة جزءا علويا أسطواني الشكل (شكل ٨٠و)، يتكون منه الزق الذي ينفصل عن الجزء السفلي، أو القاعدي بواسطة حاجز عرضي (شكل ٨٠ز)، وتنقسم النواة الثنائية المجموعة الصبغية انقساما غير مباشر «فتيلي» إلى نواتين تنتقل إحداهما إلى القمة النامية بينما تبقى الأخرى في الخلية العنقية القصيرة ثم يتكون حاجز بين هاتين النواتين فيقسم الخلية إلى جزئين السفلي يسمى الخلية العنقية Stalk cell ، والجزء العلوي يسمى الخلية الطرفية، أو الخلية الوالدة للزق Ascus mother cell (شكل ٨٠ز)، ثم يتحلل سيتوبلازم ونواة الخلية العنقية، وتصبح فارغة (شكل ٨٠ح)، بينما تستطيل الخلية الوالدة للزق وتتوسع لتصبح صولجانية الشكل ثم تتحول إلى زق فتنقسم نواته إخترالياً ثم فتيلياً وينتج عن ذلك تكوين ثمان أنوية أحادية المجموعة الصبغية منتشرة في سيتوبلازم الزق (شكل ٨٠ط)، ثم تحاط كل نواة مع جزء مجاور لها من السيتوبلازم بجدار، لتكون جرثومة زقية، وبذلك تتكون ثمان جراثيم زقية أحادية المجموعة الصبغية داخل كل زق (شكل ٨٠ى)، وقد تتبرعم هذه الجراثيم داخل الزقاق. وتظهر الزقاق مرتبة في طبقة واحدة تشبه الطبقة العمادية التي تحت الأدمة (شكل ٨٠ى)، وينتج عن تكوين وكبر حجم الزقاق رأسيا حدوث ضغط إلى أعلى يتسبب عنه تمزق طبقة بشرة العائل وتعرض الزقاق العارية إلى الخارج مكونة طبقة خصبية حيث إنه في طويئفة الفطريات الزقية الأولية لا

يتكون أجسام ثمرية من أي طراز بل تظل الزقاق عارية مما يتيح الفرصة لانطلاق الجراثيم الزقية، وانتشارها من الزقاق عن طريق شق طولي، أو تمزق في الزقاق، ثم تبدأ الجراثيم الزقية في التبرعم بعد تحررها، وتكون جراثيم برعمية عديدة، ولا تلبث تلك الجراثيم أن تنتج أنابيب إنبات تخترق بشرة ورقة النبات العائل محدثة إصابة جديدة.



شكل (٨١) مرض التجعد الورقي في الخوخ المتسبب عن فطر *تافرينا ديفورماتز T.deformans* .

ا ـ الأعراض على الأوراق.

ب ـ قطاع عرضي في ورقة خوخ مصابة بين خطوات تكوين الأكياس الزقية.

(عن إبراهيم وآخرين، ١٩٧٤)

طويئفة الفطريات الزقية الكروية Subclass Plectomycetidae

لقد سبق وأن ناقشنا في الطويئفة السابقة أمثلة لأبسط الفطريات الزقية ذات الزقاق العارية والتي ليس لها القدرة على تكوين خيوط زقية مخصبة ولا ثمار زقية على

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

٠,٥ - ٥ سم.

رتبة الايلافوميسيتات ..... Elaphomycetales

ب ب - الثمار الزقية تكون عادة فوق سطح التربة، وقطرها أقل من ٢مم.

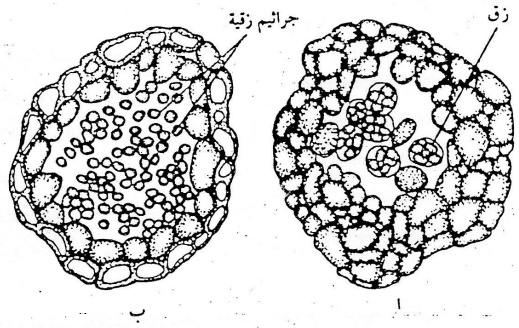
..... جـ، جـ جـ

جـ - الجراثيم الزقية تحتوى على مادة صمغية Dextrinoid...د، د د

د - الأطوار الناقصة إن وجدت فإنها تحتوي على جراثيم مفصلية Arthrospores فقط ولا وجود للجراثيم القارورية Phialospores.

رتبة الأونيجينات ..... Onygenales

د د - الأطوار الناقصة عادة تحوي جراثيم قارورية (تتكون من زائدة قارورية) ولا تكون جراثيم مفصلية على الإطلاق (ما عدا في جنس *Monoascus*).



شكل (٨٢) قطاع مستعرض في ثمرتين زقيتين مغلقتين في أحد أنواع فطر يوروشيام *Eurotium* sp. إحداهما (ا) بها زقاق والاخر (ب) بعد أن تحللت الزقاق داخل الثمرة.
(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

الإطلاق. والآن نبدأ بمناقشة الفطريات الزقية الأكثر تعقيدا في طائفة الفطريات الزقية ذات التركيبات الثمرية المميزة.

وفي هذه الطويئفة نجد أن الزقاق تكون محمولة على ميسيليوم متخصص وتحاط بنسيج فطري غير متماسك مكونة ما يطلق عليه الجسم الثمري أو الثمرة الزقية Ascocarp وفيها تنشأ الزقاق عند مستويات مختلفة في الثمرة الزقية، وعلى ذلك فهي موزعة ومبعثرة بدون نظام خاص داخل الثمرة. والزقاق إما أن تكون كروية أو بيضية أو صولجانية الشكل، وتتصف بأنها زائلة أي ذات جدر رقيقة، سريعا ما تذوب فتخرج منها الجراثيم الزقية الوحيدة الخلية والتي كثيرا ما تظهر متجمعة في الفراغ الوسطى للثمرة الزقية قبل تمام نضجها (شكل ٨٢). والثمار الزقية كروية الشكل ومغلقة في العادة أي ليس لها فتحة مخصصة لخروج الجراثيم الزقية وإن كان ذلك غير ضروري. ويتم انطلاق الجراثيم الزقية من الثمرة عندما تتحلل جدر الزقاق، وتتحرر الجراثيم الزقية داخل تجويف الثمرة الزقية. وتعرف الثمرة الزقية باسم كليستوثيسيوم Cleistothecium وتتميز بأن جدارها الخارجي لا توجد به زوائد.

وتضم هذه الطويئفة خمس رتب هي:

١ - رتبة الاسكوسفيرات Order Ascosphaerales
٢ - رتبة الايلافوميسيتات Order Elaphomycetales
٣ - رتبة الأونيجينات Order Onygenales
٤ - رتبة اليوروشيات Order Eurotiales
٥ - رتبة الميكرو أسكات Order Microascales

ويمكن تمييز هذه الرتب بعضها عن بعض حسب مفتاح التصنيف التالي:

أ - الزقاق تولد في كرات جرثومية تتشكل داخل الحويصلة الغذائية Trophocyst.
رتبة الأسكوسفيرات ..... Ascosphaerales

أأ - الزقاق لا توجد في كرات جرثومية ..... ب، ب ب.

ب - الثمار الزقية توجد أسفل التربة أو على سطحها وقطرها يتراوح عادة من

رتبة اليوروشيات ..... Eurotiales

جـ جـ ـ الجراثيم الزقية لا تحتوي على مادة صمغية Not dextrinoid.

رتبة الميكرواسكات ..... Microasceles

سنستعرض فقط رتبة اليوروشيات نظرا للأهمية الاقتصادية لأفرادها.

رتبة اليوروشيات Order Eurotiales

تعرف هذه الرتبة أيضا لدى الكثير من علماء الفطريات باسم الاسبيرجيلات Aspergillales وكذلك البلكتاسكات Plectascales (Bessey, 1950) ، وتشتمل على حوالي ٥٠ جنسا وبضع مئات من الأنواع والأصناف، ويعيش معظم أفرادها معيشة رمية على الخبز، الجبن، الفواكه، والمربيات، وغيرها، وقد توجد بكثرة على المواد العضوية المتحللة. والقليل منها يعيش متطفلا على النباتات والحيوانات والإنسان. والأطوار الكونيدية لكثير من أنواعها واسعة الانتشار، وتعرف عند العامة باسم العفن الأزرق أو الأخضر أو الأسود، وبعض أنواعها ذو فوائد اقتصادية وصناعية كبيرة كما سيرد ذكرها فيما بعد.

يحدث التكاثر اللاجنسي في أفراد هذه الرتبة عن طريق تكوين سلسلة من الجراثيم الكونيدية التي تنتج بأعداد كبيرة جدا فوق قمم بعض الأغزال الفطرية الخاصة. أما التكاثر الجنسي فلا يحدث إلا في أنواع معينة، وتحت ظروف خاصة، ويتم عن طريق إنتاج الثمار الزقية المغلقة على الغزل الفطري مباشرة بدون تكوين الحشية الثمرية Stroma وتتولد الزقاق من خيوط زقية خاصة تسمى Ascogenous hyphae ، وهي متفاوتة الأطوال، ولذلك تكون مبعثرة عند مستويات مختلفة داخل الثمرة الزقية المغلقة. ولا توجد طبقة خصبية محدودة ولكنها تستقر عادة في كتلة سهلة التفتت عند نضجها. ومن المحتمل، حسب وجهة نظر العالم الكسوبولوس (Alexopoulos 1962) وغيره من علماء الفطريات إن عدم انتظام الزقاق وتبعثرها داخل الثمرة الزقية قد يمثل الحالة البدائية لبعض الفطريات الزقية الحقيقية ذات الثمار المغلقة.

وتنقسم رتبة اليوروشيات الى عدد من الفصائل التي يمكن تمييز بعضها عن بعض على حسب درجة التعقيد في تراكيب ثمارها الزقية، ويتراوح عدد هذه الفصائل من

اثنتين حسب تقسيم مارتن (Martin 1961) إلى سبع حسب تقسيم بيسي (Bessey 1950) ، والمؤيد من قبل الكسوبولوس وميمز (Alexopoulos & Mims 1979) مع وجود بعض التعديلات الطفيفة في التسمية. وهذه الفصائل هي:

١ ـ الفصيلة الأمورفوثيكية	Family Amorphothecaceae
٢ ـ الفصيلة اليوروشية	Family Eurotiaceae
٣ ـ الفصيلة الثيرموأسكية	Family Thermoascaceae
٤ ـ الفصيلة المواسكية	Family Monascaceae
٥ ـ الفصيلة التريكوكومية	Family Trichocomaceae
٦ ـ الفصيلة السيدويوروشية	Family Pseudoeurotiaceae
٧ ـ الفصيلة السيفالوثيكية	Family Cephalothecaceae

أهم هذه الفصائل السبع من وجهة نظر المهتمين بعلم الفطريات هي الفصيلة اليوروشيه نظرًا لشهرة الفطريات التابعة لها ولأهميتها الاقتصادية الكبيرة.

☐ الفصيلة اليوروشية «الأسبيرجيللية» "Aspergillaceae" Family Eurotiaceae

تسمى هذه الفصيلة كذلك بالفصيلة الاسبيرجيللية نظرا لأن الأطوار الكونيدية في الفطريات التي تنتمي إليها هي من الوضوح والشهرة، مما جعل دراسة هذه الفطريات تكون على أساس أطوارها الكونيدية، وصارت لها الافضلية على الأطوار الكاملة. وتعتبر فطريات هذه الفصيلة من أوسع الفطريات انتشارًا في الطبيعة وهي تضم عددا من الأجناس الفطرية ذات الشهرة الكبيرة والتي من أهمها جنس *يروشيام Eurotium* (ويعرف طوره الكونيدي باسم *اسبرجيللس Aspergillus*)، وجنسي *تالارومايسس Talaromyces* ، و*يوبنيسيليوم Eupenicillium = Carpenteles* (ويعرف الطور الكونيدي لكل منها باسم *بنيسيليوم Penicillium*). وكثير من فطريات هذه الفصيلة تسبب أنواعا مختلفة من عفن الثمار، والفواكه، كما تسبب فسادًا لمختلف المواد الغذائية المخزونة، وخاصة الأبصال، والبذور، والحبوب وغيرها.

وتتميز هذه الفصيلة بأن الزقاق في الأطوار الكاملة تنتظم دائما داخل أجسام ثمرية

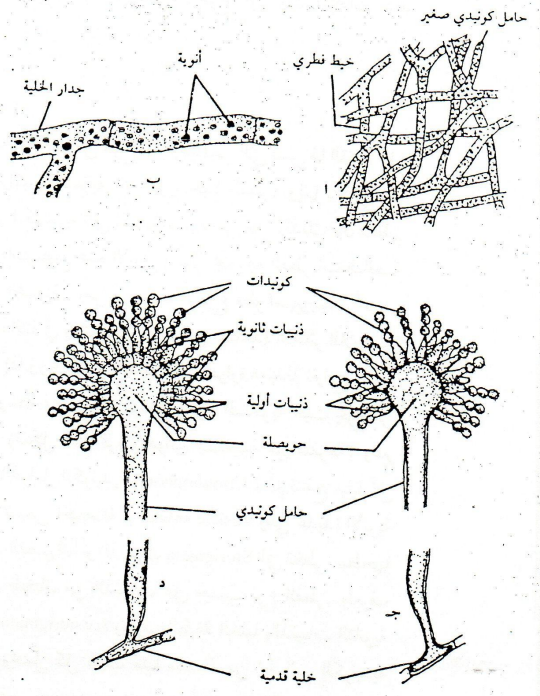
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

يعد الطور الكونيدي لجنس بينسيليوم الذي يعرف باسم *أسبرجيللس* *Aspergillus* من أوسع الفطريات انتشارا في الطبيعة، حيث توجد جراثيم الفطر في التربة والهواء وينمو على أي وسط غذائي غير حي. وعلى جميع البقايا النباتية والحيوانية الرطبة، وينمو الكثير من أنواعه على الخضروات والفواكه، واللحوم وغيرها من المواد الغذائية أثناء تسويقها مسببا تعفنها. كما تتلف بعض أنواعه الجلود، والملابس، والأوراق إذا تعرضت للرطوبة والحرارة الملائمة لنمو الفطر، وذلك مما يقلل بطبيعة الحال من قيمتها الاقتصادية، وتضفي على الملابس والأحذية رائحة العفن.

وبعض أنواع الاسبيرجيللات مثل *A. fumigatus* و *A. flavus* و *A. niger* تسبب أمراضا جلدية، وتصيب الاعضاء التنفسية والسمعية في الإنسان والحيوان، ويطلق على هذه الأمراض مجتمعة بالأمراض الاسبيرجيللية *Aspergilloses*. ويشتمل شبه جنس *أسبيرجيللس* على عدد كبير من الأنواع تصل إلى ٢٠٠ نوع بالإضافة إلى وجود عدد كبير من الأصناف التابعة لكل نوع. ويمكن التعرف على الأنواع المختلفة من شبه جنس *أسبيرجيللس* بلون الجراثيم الكونيدية إذ أن لون المستعمرة يعد من بين المقاييس الأخرى التي يعتمد عليها في تحديد النوع التابع لكل جنس.

وتعد مجموعة العفن الأسود، أو *أسبيرجيللس نيجر* *A. niger* من أشهر فطريات شبه جنس *أسبيرجيللس*، ويستغل صناعيا في إنتاج بعض الأحماض العضوية مثل حمض الستريك Citric acid والأكساليك Oxalic acid من السكر، وذلك لاحتوائه على الإنزيمات الخاصة بذلك.

ويتميز الغزل الفطري *للأسبيرجيللس* (شكل ١٨٣، ب) بأنه غزير النمو، متفرع ومقسم داخليا إلى خلايا، وتحتوي كل خلية على عدد من الأنوية تنتشر في السيتوبلازم الذي يحيط بفجوة عصارية (شكل ٨٣ب). ويوجد الغذاء المختزن على هيئة حبيبات

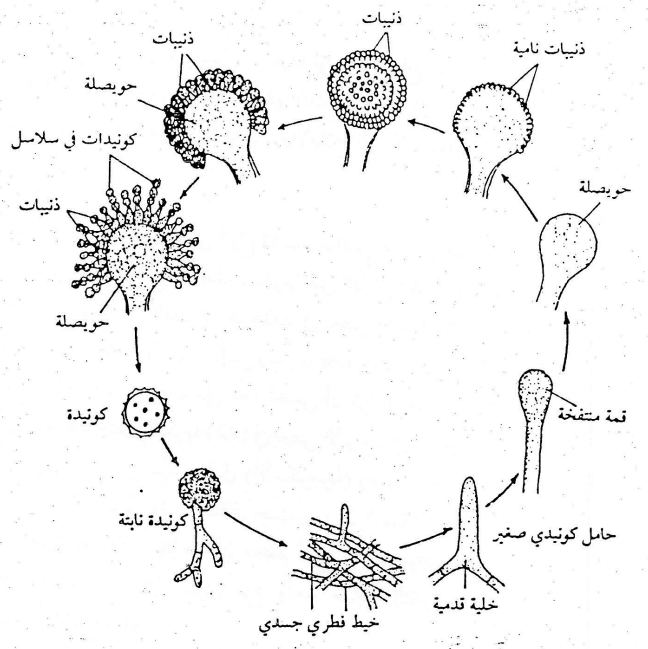


شكل (٨٣) حوامل كونيدية وخيط فطري لفطر *أسبيرجيللس* *Aspergillus* sp.
ا ـ مجموعة من الخيوط الفطرية للفطر *أسبيرجيللس*.
ب ـ جزء من خيط فطري مكبر مقسم وعديد الأنوية.
جـ ـ حامل كونيدي غير مقسم وغير متفرع يبرز من خلية القدم، وينتهي برأس منتفخ يحمل صف واحد من الذنيبات.
د ـ حامل كونيدي له صفان من الذنيبات.

من نواحي مختلفة مثل فسيولوجية النمو، والتكاثر، والإنزيمات التي تنتجها، ونشاطها الحيوي، والأشكال المختلفة وغير ذلك. ويمكن الرجوع إلى تلك المؤلفات عند الحاجة.

طرق التكاثر

التكاثر اللاجنسي. يوجد عدد كبير من أنواع *أسبرجيللس* التي ليس لها القدرة على تكوين الأطوار الكاملة أو التراكيب الثمرية أثناء دورة حياة الفطر، وإنما تتكاثر هذه الأنواع فقط عن طريق الأطوار الكونيدية التي تكونها بصورة سريعة. ولذلك فإن معظم المشتغلين بعلم تصنيف الفطريات يضع هذه الأنواع ضمن مجموعة الفطريات الناقصة التي تفتقر إلى تكوين التراكيب الجنسية. ومن أبرز هذه الأنواع فطر *اسبرجيللس نيجر* *A. niger* الذي ينتج كونيدات داكنة في وقت قصير. ويمكن مشاهدة التكاثر اللاجنسي في *الاسبرجيللس* بصفة عامة إذا زرع الفطر عند درجات حرارة معتدلة تتراوح ما بين ١٥ إلى ٢٠ درجة مئوية، وفي وسط غذائي فقير نوعا ما بالمواد السكرية حيث يخرج من بين الخيوط الفطرية الزاحفة (شكل ٨٤) فروع هوائية مستقيمة غير متفرعة، وغير مقسمة، وتسمى هذه الفروع بالحوامل الكونيدية Conidiophores، ثم تنتفخ نهاية كل حامل على شكل رأس مستديرة تسمى الحوصلة أو الفقاعة Vesicle وهي عديدة الأنوية وينبثق منها عدد كبير من الزوائد القصيرة، أو الذنيبات Sterigmata التي تغطى سطحها بأكمله، وتوجد طبقة واحدة أو طبقتان من الذنيبات على حسب نوع الفطر. وتعرف الطبقة الأولى بالذنيبات الأولية *1ry* sterigmata وتعرف الطبقة العليا بالذنيبات الثانوية *2ry* sterigmata (شكل ٨٣ د) ويحمل كل ذنيب منها سلسلة من الجراثيم الكونيدية Conidia التي تنتظم في تعاقب قمي Acropetal succession أي أن الكونيدات المسنة تكون بعيدة عن الذنيب والحديثة قريبة منه. وتكون الكونيدات كروية وحيدة الخلية متخشنة الجدار من الخارج وتبدأ وحيدة النواة ثم ما تلبث أن تصبح عديدة الأنوية بتعاقب الانقسام النووي، أو تبقى كما هي وحيدة النواة كما في بعض الأنواع. وعند نضج الكونيدة قد يتحد جدارها، أو جزء منه بجدار الذنيب، وفي نفس الوقت يبدأ البروتوبلازم في تكوين كونيدة جديدة أسفلها تدفعها إلى الخارج دون أن تنفصل عنها



شكل (٨٤) المراحل المختلفة للتكاثر اللاجنسي في فطر *أسبرجيللس* *Aspergillus* sp.

ويؤدى ذلك إلى تكوين سلسلة من الكونيدات باستمرار نمو السيتوبلازم، وتكوين الواحدة أسفل الأخرى. وعندما تنفصل هذه الكونيدات تنتشر بسهولة بواسطة الهواء حتى إذا ما استقرت في وسط غذائي مناسب نبتت، وأنتجت مباشرة غزلا فطريا جديدًا، ويظهر شكل المزرعة بألوان زاهية تختلف باختلاف أنواع الفطر، وذلك بسبب الصبغات الموجودة في الكونيدات.

وتجدر الإشارة إلى أن سبب انتشار هذا الفطر في الطبيعة بشكل كبير وفي معظم البيئات، والظروف المناخية المتباينة، ربما يرجع إلى أنه ينتج عددًا كبيرًا من الجراثيم

كروية الشكل (شكل ٨٢) توجد بداخلها الزقاق مبعثرة دون انتظام. وللثمرة الزقية في هذه الفصيلة كما هي الحال في الفصيلة الايريسيفية *Erysiphaceae* غلافان: (١) خارجي سميك يتكون من خيوط غير متماسكة. (٢) داخلي يتكون من خلايا ذات جدارين رقيقين، وهذان الجداران تحت تأثير امتداد، ونمو الخيوط المخصبة تندفع جانبا وتتمزق ثم تزول، ويبدو توزيع الزقاق في النهاية مبعثرًا داخل تجويف الثمرة الزقية، وبالإضافة إلى ذلك كثيرا ما يحصل ذوبان خلايا الجدار الداخلي للثمرة الزقية وكذلك جدران الزقاق، والخيوط الزقية مما يؤدى إلى تبعثر الجراثيم الزقية داخل الثمرة. ولا تستطيع جميع أنواع شبه جنسي *أسبيرجيللس وبنسيليوم* أن تكون زقاق، أو ثمار زقية، ولكن تقتصر هذه القدرة على بعض الأنواع فقط، ويُعْطَى كما أسلفنا لأنواع *الاسبيرجيللس* القادرة على تكوين الثمار الزقية اسم خاص هو *يروشيام*.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن معظم الأنواع المهمة في جنسي *أسبرجيللس وبنيسيليوم* قد تم وضعها من قبل بعض العلماء المختصين بدراسة علم الفطريات ضمن طائفة الفطريات الناقصة، وذلك إما نظرا لوجودها، وانتشارها في الطبيعة على هيئة أطوار كونيدية، واختفاء أطوارها الكاملة على الرغم من قدرة بعضها على إنتاج هذه الأطوار، أو لعدم التعرف على الثمار الزقية في عدد كبير من أنواعها. وتضم الفصيلة اليوروشية بعض الفطريات ذات الأهمية الاقتصادية الكبيرة، وقد كانت أجناسها وأنواعها المختلفة موضع دراسات مستفيضة من قبل عدد كبير من علماء الفطريات فمنها أنواع تستخدم في انتاج بعض المضادات الحيوية والأحماض العضوية، وفي صناعة أنواع معينة من الجبن، وغير ذلك من الفوائد التي سيرد ذكرها فيما بعد.

الوضع التصنيفي لجنس يوروشيام — Systematic position of Genus *Eurotium*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الاسكومسيتية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Plectomycetidae	طويئفة: الفطريات المكورية
Order: Eurotiales (Aspergillales)	رتبة: اليوروشيات
Family: Eurotiaceae (Aspergillaceae)	الفصيلة: اليوروشية
Genus: *Eurotium*	جنس: يوروشيام

الكونيدية الصغيرة الحجم، الخفيفة الوزن التي يسهل انتشارها بواسطة الرياح، وهي تتحمل الظروف البيئية القاسية من حرارة، وجفاف، وغير ذلك بالإضافة إلى قدرة الفطر الكبيرة على النمو في تراكيز مركزة من السكريات، والأملاح التي لا تستطيع أغلبية الفطريات الأخرى أن تنمو عليها.

التكاثر الجنسي. لا يزال الطور الكامل لبعض أنواع *الاسبيرجيللس* غير معروف إلى الآن، ومن المحتمل أن تكون هذ الأنواع قد فقدت قدرتها على التكاثر الجنسي، ولكن الأطوار الكاملة في دورة حياة هذا الفطر قد شوهدت في بعض الأنواع مثل *اسبيرجيللس هيرباريورام A. herbariorum* و*أسبيرجيللس ريبنز A. repens*، وقد تبين من البحوث، والتجارب العديدة التي اجريت على هذا الجنس أن مراحل التكاثر الجنسي تختلف من نوع إلى آخر، فقد تختفي الأنثريدة تماما في بعض الأنواع، أو تصبح عديمة الفائدة، ومن ثم تتكون الزقاق من مولدة الزق (الأسكوجونة) وحدها. وفي بعض أنواع أخرى لا تتكون أعضاء جنسية على الإطلاق حيث يبدو أن الثمرة الزقية قد تنشأ من خيوط فطرية ملتفة ومفككة. يلاحظ أن معظم أنواع *الاسبيرجيللس* متشابهة الثالوس Homothallic، ولا يوجد سوى نوع واحد متباين الثالوس Heterothallic هو النوع *A. heterothallicus*.

ويتم التكاثر الجنسي في قلة من أنواع *أسبيرجيللس*، وكما تمت الإشارة إليه فإن فطريات *أسبيرجيللس* التي تقوم عادة بمثل هذا التكاثر تتبع للجنس *يوروشيام Eurotium*. وحدوث هذا التكاثر يجب أن ينمى الفطر على وسط غذائي غنى بالمواد السكرية مع حفظ الفطر تحت درجات حرارة عالية نسبيا (من ٢٥ إلى ٣٠ درجة مئوية). وتبدأ هذه العملية (شكل ٨٥ب، جـ) بالتفاف والتصاق عضوي التذكير (الأنثريدة) والتأنيث (مولدة الزق Ascogonium) الحلزونيين حول بعضهما في اتجاه قوقعي (شكل ٨٥د، هـ)، وهما وحيدا الخلية، ثم تذوب الجدر الفاصلة بينهما، ويحدث ازدواج الأنوية داخل مولدة الزق عن طريق الأنثريدة، أو بدونها (شكل ٨٥و). وبعد ازدواج الأنوية تأخذ مولدة الزق في إنتاج عدد من الخيوط الزقية Ascogenous hyphae

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

وتتحرر الجراثيم الزقية التي تبدو في المنظر الحافي على شكل عجلة قد تختفي منها الأخاديد في بعض الأنواع، ويتخذ الجدار الخارجي للنصفين المكونين لها أشكالا هندسية. أما في المنظر الأمامي فقد تبدو مستديرة أو نجمية، أو غير ذلك من الأشكال (شكل ٨٥ى) ويعتمد شكل وحجم هذه الجراثيم من بين المقاييس التي يعتمد عليها في تحديد النوع. وعند إنبات هذه الجراثيم تعطي أنابيب تنمو لتعطي الغزل الفطري (شكل ٨٥ك، ا)، حيث يعيد الفطر دورة حياته من جديد.

الأهمية الاقتصادية للأسبيرجيللس

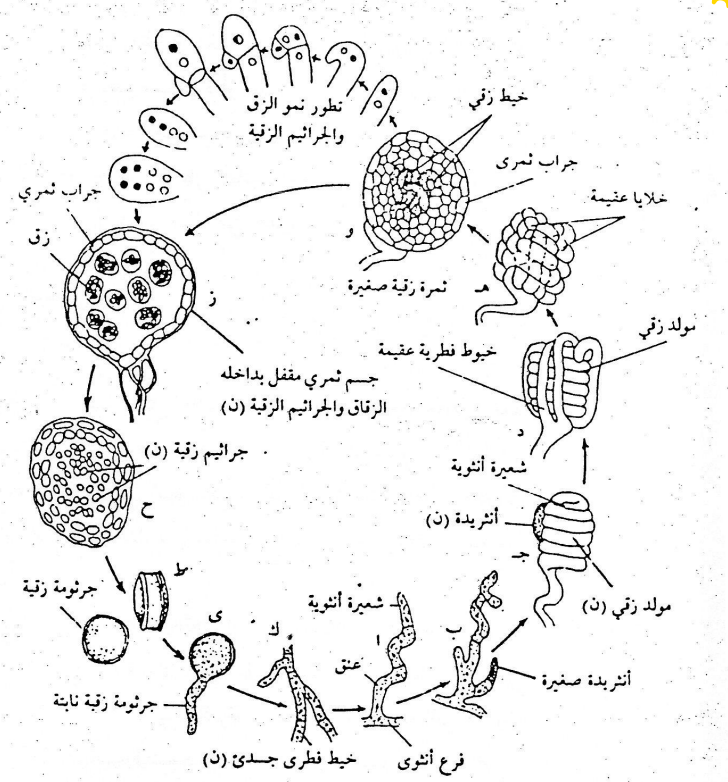
ا ـ الأضرار

١ ـ معظم أنواع الأسبيرجيللس مثل *A. glaucus* و*A. flavus* و*A. repens* تعد مسؤولة بصفة خاصة عن تلف، وتعفن المواد الغذائية المخزونة مثل الفواكه واللحوم، والمربيات، والمواد السكرية الأخرى التي تنمو عليها. كما أنها تتلف الجلود، والورق والمنسوجات، والتبغ والسجاير، وغير ذلك من المنتجات العضوية إذا تعرضت للرطوبة والحرارة الملائمة لنمو الفطر.

٢ ـ بعض أنواع الاسبيرجيللس مثل *A. flavus* و*A. fumigatus* و*A. niger* وغيرها تسبب أمراضا مختلفة للانسان، والحيوان، ويطلق عليها مجتمعة اسم الأمراض الاسبيرجيللية Aspergilloses ، وهي تصيب الرئة وتشبه أعراضها أعراض الدرن بحيث يحتمل أن يخطىء بعض الأطباء فيشخصوا المرض الاسبيرجيللي على أنه تدرن رئوي. وتظهر هذه الأمراض بكثرة على الطيور، ولكنها تصيب أيضا الماشية، والأغنام، والخيول، كما تصيب الانسان في حالات نادرة.

٣ ـ يتطفل النوع *A. parasiticus* على بشرة الإنسان، ويسبب لها أمراضا تسمى بالأمراض الفطرية Mycosis .

٤ ـ بعض أنواع الاسبيرجيللس مثل *A. fumigatus* و*A. flavus* و*A. niger* تسبب أمراضا في أذن الإنسان قد تكون لها خطورتها في بعض الأحيان، ويسمى المرض باسم Otomycosis ولذلك يعد هذا الفطر من ضمن الفطريات الطبية ذات الأهمية الخاصة في مجال الطب.



شكل (٨٥) المراحل المختلفة للتكاثر الجنسي في فطر *أسبيرجيللس ريبنز* *Aspergillus repens* .

بحيث تقع الزقاق التي تتكون من أطرافها عند مستويات مختلفة. ويبدأ تكوين الطور الزقي، أو الثمرة الزقية المغلقة Cleistothecium على هيئة طبقة من الخلايا حول أعضاء الجنس ثم تنضج، وتصبح ثمرة زقية كروية صغيرة الحجم حيث يتراوح قطرها ما بين ١٥٠ إلى ٢٠٠ ميكرون وهي ملساء الجدر صفراء اللون، وتوجد الزقاق بشكل مبعثر داخل الثمرة الزقية (شكل ٨٥ح)، ويحتوي كل زق على ٨ جراثيم زقية، وهذه الزقاق تكون عادة كروية أو بيضية الشكل. وتتحلل جدرها بمجرد أن تتكون الجراثيم الزقية التي تتحرر داخل الثمرة الزقية المغلقة (شكل ٨٥ط). ثم تتحلل هذه الثمرة الزقية،



شكل (٨٦) جزء من غزل فطري مقسم وكثير التفرع لأحد أنواع البنيسيليم يبين الحوامل الكونيدية التي تحمل الكونيدات في سلاسل

سطحيا أو قد يتغلغل بعمق في الوسط الذي ينمو عليه، ويتكون من خيوط فطرية متشابكة تشبه تماما خيوط *الاسبيرجيللس* وهي مقسمة، وكثيرة التفرع (شكل ٨٦)، وإما أن تكون ملونة، أو عديمة اللون. وخلايا الفطر رقيقة الجدر وغالبا يوجد بكل خلية نواة واحدة على عكس جنس *الاسبيرجيللس* الذي تكون فيه الخلايا عديدة الأنوية. والحوامل الكونيدية لفطر *البنيسيليوم* مقسمة داخليا بجدر مستعرضة، ومتفرعة (ما عدا أنواع قليلة) عند أطرافها النهائية Branches إلى عدة أفرع قصيرة تسمى ميتيولات Metullae ، وتتفرع كل ميتيولا إلى عدة أفرع قصيرة دورقية الشكل، أحادية النواة تسمى فياليدات Phialides أو ذنيبات *Sterigmata* ، وينتهي كل ذنيب بسلسلة من الكونيدات (الجراثيم الكونيدية) التي تترتب في تعاقب قمي، ويشبه الحامل الكونيدي في مجموعه الفرشاة أو المكنسة الذي منها اشتق الاسم أللاتيني Penicillus (شكل ٨٧). وتعتبر شكلية الحامل الكونيدي، وطريقة تفرعه وتماثله، أو عدم تماثله من معايير التصنيف العامة للتمييز بين الأنواع المختلفة للبنيسيليوم، فهناك الحامل الكونيدي الوحيد الصف Monoverticillate حيث تنتظم الذنيبات مباشرة عند طرف الحامل الكونيدي، ويحمل كل ذنيب سلسلة من الجراثيم الكونيدية (شكل ١٨٧).

١ ـ معظم أنواع *الأسبيرجيللس* ذات فوائد اقتصادية، وصناعية عظيمة فهي تستعمل في صناعة أنواع معينة من الأجبان.

٢ ـ يستطيع النوع *A. niger* اكتشاف مادة النحاس، أو أي آثار من تلك المادة ولذلك فهو يستعمل في الاختبارات الاحيائية.

٣ ـ بعض أنواع *الاسبيرجيللس* تعتبر مصدرا لإنتاج أنواع معينة من المضادات الحيوية ذات الأهمية الطبية مثل:

Flavicin, Aspergillin, Geodin, Funagalin, Patulin and Ustin.

٤ ـ يستعمل النوع *A. gossypii* في إنتاج بعض الفيتامينات مثل فيتامين ب.

٥ ـ بعض أنواع *الأسبيرجيللس* تستعمل لإنتاج بعض الدهون.

٦ ـ يستغل النشاط الانزيمي للاسبيرجيللات في الكثير من العمليات الصناعية فيتم انتاج كل من حمض الستريك وحمض الجليكونيك، وغيرها من الأحماض والكيماويات التي يتم إنتاجها على نطاق واسع في الصناعة بواسطة عدد كبير من أنواع فطر *الاسبيرجيللس*.

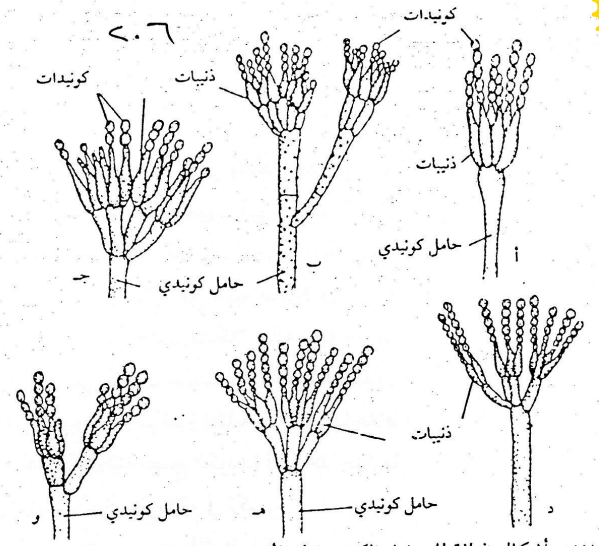
جنس *تالارومايسيس* Genus *Talaromyces*

يعد الطور الكونيدي لجنس *تالارومايسيس* الذي يعرف باسم بنيسيليوم *Penicil-lium* من أوسع الفطريات انتشارا في الطبيعة، فهو يكاد يوجد في جميع أقطار الدنيا مثله في ذلك مثل شبه جنس *أسبيرجيللس*. وهو فطر مترمم يوجد في كل مكان، وينمو غالبا على كثير من المواد الغذائية مثل الخبز والجبن، والجيلاتين، والأطعمة المحفوظة، والليمون وغيره من الموالح. كما تنمو بعض أنواعه على الفواكه والخضروات واللحوم أثناء التسويق مسببة لها تعفنا وتعطينا. ومن أنواعه ما تعمل على إفساد المعدات والأجهزة العلمية الدقيقة، والأقمشة، والجلود إذا خزنت في جو رطب. وتسبب أنواع هذا الفطر للموالح، والثمار عفنا أزرق Blue mould أو عفنا أخضر Green mould على حسب نوع *البنيسيليوم* المسبب للتعفن. ويبلغ عدد الأنواع التابعة لهذا الجنس أكثر من ٢٠٠ نوع، وتقوم هذه الأنواع الرمية بدور كبير في تحليل المواد العضوية في التربة خاصة في الطور الثاني أي تحليل المواد السليلوزية. وقد ينمو الغزل الفطري للبنيسيليوم

طرق التكاثر

التكاثر اللاجنسي. يشبه التكاثر اللاجنسي في هذا الفطر (شكل ٨٨) إلى حد كبير نظيره في فطر *الاسبرجيللس* ويتم بأن يتكون في قمة الذنيب أنبوبة صغيرة ضيقة تهاجر إلى قمتها نواة نشأت عن انقسام نواة الذنيب. يلي ذلك تكون حاجز رفيع يفصل قاعدة الأنبوبة عن طرفها ليكون القسم العلوي عبارة عن خلية صغيرة هي بداية تكوين الكونيدة، أما القسم السفلي فيتطاول من جديد مشكلا خلية ثانية أحادية النواة. وبنفس الطريقة تستمر هذه العملية حتى تتكون سلسلة من الخلايا الصغيرة، حيث تحيط نواة كل خلية نفسها بجزء من السيتوبلازم ثم تفرز الخلية حول نفسها غلافا سميكا. ومن ثم تتشكل الكونيدة بهذه الطريقة. وعند نضج الكونيدة قد يتحد جدارها أو جزء منه بجدار الذنيب، وفي نفس الوقت يبدأ البروتوبلازم في تكوين كونيدة جديدة عند قاعدتها تدفعها إلى الخارج دون أن تنفصل عنها ويؤدي ذلك إلى تكوين سلسلة من الكونيدات باستمرار نمو السيتوبلازم وتكوين الكونيدات واحدة أسفل الأخرى. وبهذا يحمل كل ذنيب عند نهايته سلسلة من الكونيدات تكون أكبرها، أو أقدمها سنا أبعدها عن قاعدة الذنيب. والكونيدات في البنيسيليوم وحيدة النواة بصفة عامة، ولكنها في عدد من الأنواع قد تصبح عديدة الأنوية، وهي كروية إلى بيضية الشكل، وتشبه حبات من الزجاج تحت المجهر، وتختلف الكونيدات فيما بينها من حيث الحجم والشكل واللون حسب الأنواع المختلفة للفطر. فقد يكون لونها أخضر، أو أزرق أو أصفر. ويعزى لون المستعمرة إلى الكميات الضخمة من هذه الكونيدات التي تتكون عليها. ويعتبر لون المزرعة الفطرية، وحجم الكونيدات، وشكلها من بين المعايير الهامة التي تستخدم من قبل علماء تصنيف الفطريات للتمييز بين الأنواع المختلفة لفطر *البنيسيليوم*. وعندما تنفصل الكونيدات فإنها تنتشر بسهولة بواسطة الرياح وذلك لخفة وزنها حتى إذا ما استقرت على أي مادة عضوية مناسبة نبتت، وأعطت غزلا فطريا جديدا.

التكاثر الجنسي. هذا النوع من التكاثر غير معروف تماما في معظم أنواع *البنيسيليوم* التي تتكاثر غالبا بالكونيدات فقط. وتفاصيل هذا التكاثر لم يبحث بشكل مفصل إلا في أنواع قليلة لا تتعدى الخمس وعشرين نوعا ولقد ثبت أن جميع الأنواع



شكل (٨٧) أشكال مختلفة للحوامل الكونيدية في الأنواع التابعة لجنس بنيسيليوم.

أ ـ حامل كونيدي متماثل وحيد الصف، يوضح الكونيدات والذنيبات التي على شكل أصابع اليد.

ب ـ حامل كونيدي عديم التماثل لنوع بنيسيليوم *لانوسو كوريولم* *P.lanoso-coeruleum*

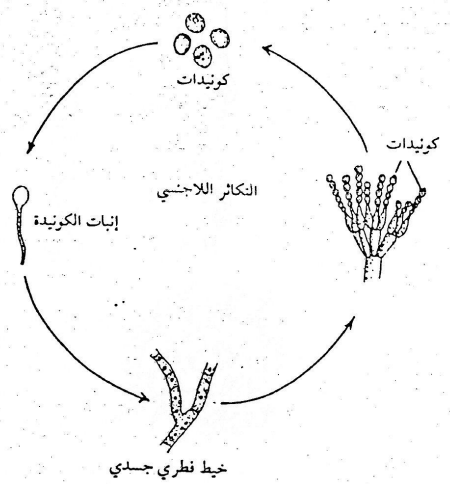
جـ ـ حامل كونيدي متماثل، ثنائي الصف، لنوع بنيسيليوم *فيرميكيولاتم* *P.vermiculatum*

د ـ حامل كونيدي متماثل لنوع بنيسيليوم *جلاوكم* *P.glaucum*

هـ ـ حامل كونيدي متماثل لنوع بنيسيليوم *هيركوى* *P.herquei*

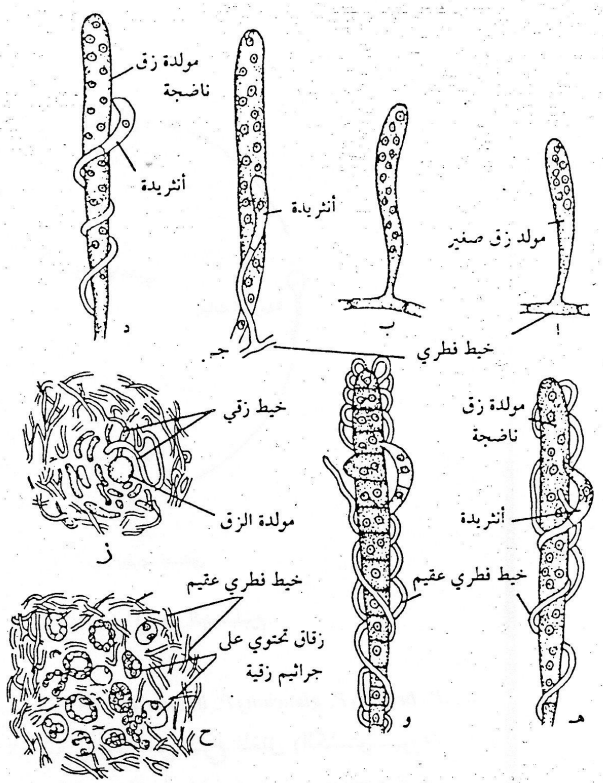
و ـ حامل كونيدي متماثل لنوع بنيسيليوم *كرايزوجينوم* *P.chrysogenum*

وهناك الحامل الكونيدي ثنائي الصف Biverticillate الذي يبدأ بالتفرع إلى صف واحد من الفريع ويحمل كل فريع الذنيبات (شكل ٨٧جـ). أما في الحامل عديد الصفوف Polyverticillate فيوجد صفان من الفريعات، وصف ثالث من الذنيبات (شكل ٨٧هـ)، وفي كل هذه الطرز يكون الحامل الكونيدي متماثل Symetrical بمعنى أنه يمكن تقسيمه إلى نصفين متماثلين تماما. وهناك كذلك الحامل الكونيدي عديم التماثل Assymetrical حيث لا نستطيع تجزئته إلى نصفين متماثلين (شكل ٨٧ب).



شكل (٨٨) التكاثر اللاجنسي في فطر *البنيسيليوم*

التي درست دراسة دقيقة مثل *P. vermiculatum* و *P. luteum* و *P. glaucum* و *P. brefel-dianum* تنتج أثناء دورة حياتها الكاملة ثمار زقية من النوع المغلق (الكلستوثيسيوم)، وكل هذه الأنواع متشابهة الثالوس Homothallic ما عدا نوع واحد هو *P.luteum* فهو متباين الثالوس Heterothallic وتشبه طريقة التكاثر الجنسي في فطر *البنيسيليوم* إلى حد كبير نظيره في فطر *الاسبيرجيللس* ولكن الشكل العام للتراكيب الجنسية التي ينتجها هذا الفطر تختلف اختلافا واضحا عن *الاسبيرجيللس*، وكذلك تختلف من نوع إلى آخر، فنجد أنه في بعض الأنواع يحدث التكاثر الجنسي باتحاد عضوي الجنس (الانثريدة)، ومولدة الزق (الأسكوجونة) ولكن نلاحظ أنه في أنواع أخرى تكون الأنثريدة عديمة الوظيفة بينما مولدة الزق هي التي تقوم فقط بأداء وظيفتها. وإذا تتبعنا مراحل التكاثر الجنسي في فطر *P. vermiculatum* (شكل ٨٩) نجد أن عضو التأنيث أو ما يسمى بمولدة الزق ينشأ كفرع أنبوبي متطاول من أي خلية من خلايا الميسيليوم الأحادى النواة (شكل ١٨٩، ب). وتكون مولدة الزق في بداية تكوينها أحادية النواة ثم يتتابع فيها



الانقسام النووي الغتيلي إلى الحد الذي قد تبلغ عنده الأنوية من ٣٢ إلى ٦٤ نواة بنوية (شكل ٨٩جـ)، وفي نفس الوقت تظهر الأنثريدة على هيئة فرع لين أحدى النواة من خيط مجاور ثم يتسلق هذا الفرع مولدة الزق ويلتف حولها (شكل ٨٩د) وبعد ذلك ينفصل الجزء العلوي من الفرع بواسطة حاجز عرضي، مكونا أنثريدة أحادية النواة، متضخمة بعض الشيء وقصيرة. وعند نقطة التقاء طرف الأنثريدة بمولدة الزق تذوب الجدر الخلوية الفاصلة بينهما، ويلتقى بروتوبلاست كل منهما بالآخر (شكل ٨٩هـ) وتنمو بعد ذلك خيوط فطرية عقيمة متشابكة إلى أعلى حول الأنثريدة ومولدة الزق المندمجتين (شكل ٨٩ز). وبذلك يتكون الجزء العقيم من الثمرة الزقية المغلقة.

الأهمية الاقتصادية لفطريات *البنيسيليوم*

أمكن التعرف من خلال أحدث الدراسات لهذا الجنس على أكثر من ٢٠٠ نوع، يسبب معظمها خسارة اقتصادية كبيرة، ولكن القلة منها تعد ذات فائدة اقتصادية. وفيما يلي تلخيصًا للأهمية الاقتصادية لبعض أنواع هذا الجنس.

أ ـ الأضرار التي تسببها للإنسان والحيوان والنبات

١ ـ يسبب الفطر *P. italicum* تعفنا أزرق لثمار الحمضيات، بينما يسبب الفطر *P. digitatum* عفنا أخضر لثمار الحمضيات.

٢ ـ يسبب الفطر *P. expansum* تعفنا وتعطينا لثمار التفاح، والكمثرى، والعنب المخزون.

٣ ـ يسبب الفطر *P. purpurogenum* تبقعات في أوراق الطباعة، والكتب.

٤ ـ تتسبب بعض أنواع البنيسيليوم في اتلاف المنسوجات، والجلود وأعلاف الحيوان إذا تعرضت للرطوبة، والحرارة الملائمتين لنمو الفطر.

٥ ـ ثبت أن بعض أنواع البنيسيليوم تسبب أمراضا للإنسان، والحيوان ويسبب الفطر *P. crustaceum* أمراضا رئوية للإنسان.

ب ـ فوائدها الاقتصادية

١ ـ يستغل نوع *P. roqueforti* في تحضير بعض أنواع الجبن الممتاز وهو جبن روكفورت Requefort cheese . فبفضل الإنزيمات التي ينتجها هذا الفطر تتحول الكربوهيدرات، والبروتين، والدهون إلى أحماض، ومواد أخرى تكسب هذا الجبن ما يتميز به من رائحة، وطعم مرغوب فيه. ولما كان هذا الفطر هوائيا أي يحتاج إلى قدر كاف من الهواء للتنفس عندما يتعمق داخل الجبن، فإنه يحدث في الجبن عدة فجوات تهيء للغزل الفطري المتعمق قدرا كافيا من الهواء. وهناك نوع آخر من الفطر يعرف علميا باسم *Penicillium camemberti* يستعمل لإنضاج نوع آخر من الجبن يسمى جبن كاميمبرت Camembert cheese .

٢ ـ في الوقت الحاضر تجرى الاستفادة من كثير من أنواع *البنيسيليوم* للحصول على بعض الأحماض العضوية مثل حمض الستريك (الليمون) الفيوماريك، الأكساليك، الجلوكونيك وحمض الجاليك.

٣ ـ يستعمل فطر *P. patulum* في إنتاج المضادات الحيوية التى تعرف باسم باتيرلين "Patulin" وإكسبانسين "Expansin" وكلافيفورمين "Claviformin" . . الخ.

٤ ـ بعض أنواع *البنيسيليوم* تستعمل في تصنيع الأصباغ مثل:

Emodic acid, Spinulosin and Citrinin.

٥ ـ تستغل بعض أنواع *البنيسيليوم* في إنتاج بعض الإنزيمات والفيتامينات مثل فيتامين د.

٦ ـ لقد أصبح لفطر البنيسيليوم أهمية كبرى، وذلك بسبب قدرة بعض أنواعه مثل *P.notatum* و*P.chrysogenum* على إنتاج أشهر أنواع المضادات الحيوية وهو عقار البنسيلين Pencillin والذي له القدرة على القضاء على عدد كبير من الميكروبات المؤذية، والخطيرة التي تسبب للإنسان والحيوان أمراضا خطيرة. فقد وجد أن البنسيلين يستطيع إيقاف نمو بعض البكتيريا المثنية Spirochetes والبكتريا الكروية الثنائية Diplococcus سالبة الجرام. ولقد دلت البحوث العلمية التي قام بها عدد من العلماء أن النوع *P.chrysogenum* أفضل لنفس الغرض من النوع *P.notatum* حيث حفز تعريض هذا النوع لأشعة X والأشعة فوق البنفسجية على ظهور طفرات من الفطر تنتج كميات أعلى من البنسيلين. وكان للعالم فليمنج Alexander Fleming الفضل الأول في اكتشاف البنسيلين. ففي عام (١٩٢٩) بينما كان يجرى تجاربه على أحد أنواع البكتريا العنقودية المنمى في مزرعة غذائية، وجد أن هناك فطرا دخيلا لوث المزرعة الغذائية التي نمت عليها البكتريا وقتلت خلايا البكتريا أثناء نموها ثم أصبحت المزرعة شفافة ومن ثم فصل فليمنج الفطر الدخيل، ووجد أنه *Penicillium notatum* . وبعد ذلك أعلن فليمنج أن الفطر يفرز في الوسط الغذائي الذي ينمو عليه مادة كيميائية تقتل خلايا البكتريا ومنها الميكروبات المسببة للأمراض الإنسانية وسمى هذه المادة «البنسيلين» اشتقاقا من اسم جنس الفطر.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

وقد قام بعض العلماء بأبحاث أدت إلى فصل مادة البنسيلين من المزارع الغذائية بصورة نقية على شكل مسحوق ثابت قابل للذوبان في الماء كما أمكن تعيين تركيبه الكيميائي وهو يوجد بصورة نقية على شكل حمض عضوي. وتستعمل مادة البنسيلين في العلاج ضد بعض الأمراض المتسببة عن البكتريا مثل مرض السل الرئوي، والزهري والسيلان والدفتيريا والغنغرينا، والحمى المتقطعة. ويوجد البنسيلين في عدة أنواع تختلف فيما بينها في التركيب الكيميائي، وأيضا في استعمالاتها العلاجية.

طويئفة الفطريات الزقية الخصية Subclass Hymenoascomycetidae

تشتمل هذه الطويئفة على مجموعتين كبيرتين من الزقيات الثمرية هما:

١ ـ مجموعة الفطريات الزقية القارورية Series: Pyrenomycetes

٢ ـ مجموعة الفطريات الزقية القرصية (الكأسية) Series: Discomycetes

وفطريات هاتين المجموعتين تكون ثمارا زقية واضحة، وتتكون الزقاق داخلها أو على سطحها، وتنشأ الزقاق من خيوط زقية في الحالة المثالية، وتتكون على الطبقة الخصية، وعادة تتولد في مجموعات قاعدية في أنواع متباينة من الثمار الزقية. وفي أغلب فطريات هذه الطويئفة تكون الزقاق وحيدة الغلاف ولها جدارا حقيقيا خاصا بها. وأفرادها واسعة الانتشار في الطبيعة فهي إما أن تعيش رمية على أوساط وبيئات متباينة، أو تعيش متطفلة إما تطفلا إجباريا أو تطفلا اختياريا على عوائل نباتية مختلفة.

* مجموعة الفطريات الزقية القارورية Series Pyrenomycetes

الفطريات القارورية كثيرة العدد، وتختلف في حجمها وبنيتها، وكثير من الفطريات الداكنة التي قد يشاهدها البعض منا غالبا على الأغصان، والفروع الميتة تعود في معظم الأحيان إلى هذه المجموعة. ويلاحظ أن الزقاق بدلا من أن تكون معرضة على الطبقة الخصية من الثمرة الزقية القرصية الشكل فهي تنتظم على الدوام داخل ثمرة زقية قارورية أو دورقية الشكل تسمى Perithecium (وجمعها Perithecia) وهي تنفتح عند النضج بفتحة صغيرة، أو فوهة Ostiole عند طرفها حيث تقذف منها الجراثيم عند نضجها، ويغلف هذه الفوهة شعيرات عتيمة وقد تنعدم هذه الفوهة فتخرج الزقاق والجراثيم الزقية بعد تشقق جدار الثمرة الزقية حيث تحتوي على الطبقة

الخصية التي توجد بها الزقاق الاسطوانية الشكل نوعا ما والموازية لبعضها البعض، وتحتوي الثمار الزقية على جدار إما أن يكون متميزا في بعض الرتب، أو غير متميز في رتب أخرى. وتوجد الثمار الزقية إما فرادى أو متجمعة في نسيج فطري، أو في حشية ثمرية Stroma. ولذلك فإن فطريات هذه المجموعة تتوسط في خصائصها، ومميزاتها بين مجموعتين هما الفطريات الكروية التي سبق وصفها والفطريات القرصية التي سيرد ذكرها.

وتنقسم هذه المجموعة إلى عدد من الرتب حسب الصفات الآتية:

١ ـ إذا كانت الثمار الزقية القارورية حرة، أو محاطة ببعض الخيوط الفطرية التي تكون حشية Stroma، وعندئذ تظهر مطمورة كليا أو جزئيا في أنسجة العائل.

٢ ـ طبيعة، وملمس، ولون الثمرة الزقية القارورية والحشية الثمرية إن وجدت، إذا كانت زاهية، أو قاتمة اللون.

٣ ـ إذا كان الجدار الداخلي للثمرة الزقية مميز، أو غير مميز عن الحشية الثمرية، أو بما يحيط به من أنسجة.

٤ ـ الأسلوب الحياتي للفطر: إذا كان متطفلا على نباتات أو على حشرات.

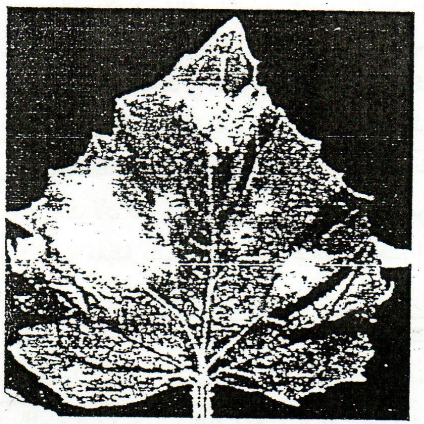
٥ ـ شكل البويب، أو الفوهة، وكذلك وجود أو عدم وجود الشعيرات العقيمة، وغيرها من تراكيب عقيمة كاذبة.

ولكن تجدر الإشارة هنا إلى وجود بعض الاختلافات في طرق تصنيف الفطريات القارورية عند مختلف العلماء، وهذا راجع إلى أنه لم يتم الاتفاق بعد على أسس ومقاييس ثابتة في العلاقات بين أفراد هذه المجموعة، أو معرفة مقومات الرتب الأساسية.

ويختلف عدد رتب وفصائل هذه المجموعة عند القائمين على تقسيمها. وقد تطرق العالم لوتريل (Luttrell 1951) إلى الأسس، والمعايير المختلفة لتقسيم هذه المجموعة إلى عدد من الرتب، مع أخذه بالاعتبار الصفات السابقة يتلوها في الأهمية من الناحية التقسيمية طبيعة لب الثمرة الزقية Centrum (جمعها Centra) وقد قام بتمييز أربع طرز مختلفة من لب الثمار الزقية لمختلف الفطريات القارورية وهي:

رتبة الإيريسيـــفات Order Erysiphales

تتميز أفراد هذه الرتبة بأنها فطريات طفيلية إجبارية Obligate parasitic fungi حيث إنه لم يستطع أحد حتى الآن استنباتها في منابت صناعية غير حية، وهي تصيب الأجزاء الهوائية لنباتات المحاصيل، وأشجار الفاكهة المختلفة مسببة لها أمراضا تسمى بأمراض البياض الدقيقي Powdery mildew diseases (شكل ٩٠) وغالبية الفطريات التي تنتمي إلى هذه الرتبة خارجية النمو حيث إنها تعيش في معظم الأحيان على أسطح عوائلها النباتية، وتصيب الأوراق، والأعضاء الهوائية الطرية للنباتات الزهرية المختلفة. ويتميز غزلها الفطري بأنه مقسم، ومتفرع، وقد يكون عديم اللون، أو قاتم اللون. وينمو على أسطح أوراق العائل حيث يستوفي احتياجاته الغذائية عن طريق إرسال ممصات إلى خلايا بشرة الورقة أو أعمق من ذلك داخل النسيج الوسطى، وتختلف هذه الممصات في أشكالها (شكل ٩١).



شكل (٩٠) ورقة أحد النباتات الفرعية تظهر عليها أعراض الإصابة بمرض البياض الدقيقي.

والثمار الزقية في أفراد هذه الرتبة كروية أو بيضية أو مفلطحة، وعادة لا توجد لها فتحة، أو فوهة لطرد الجراثيم للخارج، بل تكون هذه الثمار مغلقة، ويوجد على

١ ـ لب الثمرة الزقية من الطراز الفيلاكتيني 1- Phyllactinia type centrum

٢ ـ لب الثمرة الزقية من الطراز الزيلاري 2- Xylaria type centrum

٣ ـ لب الثمرة الزقية من الطراز الديابورثي 3- Diaporthe type centrum

٤ ـ لب الثمرة الزقية من الطراز النيكتيري 4- Nectria type centrum

وقد أيد عدد من علماء التصنيف المعاصرون هذا النظام في التقسيم حيث تم تقسيم مجموعة الفطريات القارورية إلى خمس رتب هي:

١ ـ رتبة الإيريسيفات Order Erysiphales

٢ ـ رتبة الميليولات Order Meliolales

٣ ـ رتبة الزيلاريات Order Xylariales

٤ ـ رتبة الكلافيسيتات Order Clavicipitales

٥ ـ رتبة الديابورثات Order Diaporthales

لب الثمرة الزقية من الطراز الفيلاكتيني Phyllactinia Type Centrum

كما ذكرنا آنفا فإن طبيعة لب الثمرة الزقية إلى جانب تركيب الزقاق، وجدار الثمرة الزقية، والبويب، والشعيرات العقيمة وغيرها من تراكيب، وكذلك الطريقة التي تنشأ بها هذه التراكيب، تعتبر جميعها من أهم الصفات التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار عند تصنيف الفطريات الزقية القارورية الى رتبها المختلفة.

وفي الطراز الفيلاكتيني يتميز لب الثمرة الزقية القارورية في المراحل المبكرة من نموها بوجود كتلة من التراكيب والخلايا البرانشيمية الكاذبة التي تملأ تجويف الثمرة، ثم تتبدد وتتحلل هذه الكتلة الخلوية مع نمو الزقاق حيث تحل مكانها وتملأ تجويف الثمرة الزقية الناضجة.

ويضم هذا الطراز رتبتين هما الإيريسيفات والميليولات. ونظرا للتشابه الكبير بين هاتين الرتبتين في نواحي كثيرة فإن الكثير من المتخصصين بعلم الفطريات يجمعون بينهما في رتبة واحدة هي رتبة الإيريسيفات. ولكن نظرا لوجود بعض الاختلافات التي لا تقل في أهميتها عن نواحي التشابه يحتم الفصل بينهما.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

سطحها من الخارج زوائد هيفية ذات أشكال وتفرعات مختلفة (شكل ٩٢) ويمكن الاستعانة بتلك الزوائد، والممصات المختلفة عند التعرف على الأجناس المختلفة لتلك المجموعة. وجدار الثمرة الزقية أو ما يسمى بالجراب الثمري، داكن اللون رقيق، وغشائي ويتركب من خلايا برانشيمية كاذبة، ويكون بداخلها زق واحد أو أكثر، وفي حالة وجود أكثر من زق واحد داخل الثمرة الزقية فإن هذه الزقاق تكون معنقة ومتراصة وموازية لبعضها البعض ومكونة طبقة واحدة منتظمة في قاعدة التجويف داخل الجراب الثمري، ولكن كما اسلفنا فإننا نجد أن في بعض هذه الفطريات تختزل هذه الطبقة إلى زق واحد.

ويتم التكاثر اللاجنسي بتكوين جراثيم كونيدية أو كونيدات قد تكون مفردة، أو تتكون في سلاسل على حوامل كونيدية قصيرة غير متفرعة قائمة على سطح الغزل الفطري، وهذه الكونيدات تكون شفافة، وحيدة الخلية، وحيدة النواة، بيضية أو أسطوانية الشكل، وتكون الكونيدات القريبة من الحامل دائما أصغر حجما، وعمرا من الكونيدات البعيدة عنه، حيث إنها تأخذ في التدرج بالحجم، والعمر كلما بعدت عن الحامل (شكل ٩٤). وتجدر الإشارة إلى أن بعض علماء تصنيف الفطريات يضعون هذه الرتبة ضمن مجموعة الفطريات الكروية Plectomycetidae ذات الثمار الزقية المغلقة Cleistothecia وذلك لأن فطريات الإريسيفات تتفق مع مجموعة الفطريات المغلقة في كون ثمارها الزقية مغلقة مثلها تماما، وعلى الرغم من هذه الصفة المشتركة بينهما، إلا أن معظم العلماء يميلون إلى ضم هذه الرتبة إلى مجموعة الفطريات القارورية نظرا لعدم اشتراك افرادها في الصفات المميزة لمجموعة الفطريات المغلقة، وذلك لأن الثمار الزقية تتكون على الغزل الفطري السحطي دون تكون حشية ثمرية، والزقاق فيها تكون موزعة داخل الثمرة الزقية حسب نظام معين، أو قد تتجمع في حزم وكذلك تكون موازية لبعضها البعض، ولا يتخللها خيوط عقيمة، بينما في الفطريات المغلقة فإن الزقاق فيها تكون مبعثرة دون نظام معين.

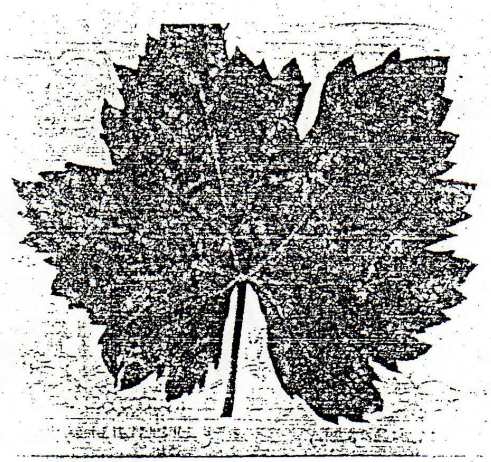
ويختلف العلماء في طرق تقسيمهم لهذه الرتبة إلى فصائل، فمنهم من يقسمها إلى ثلاث فصائل، ومنهم من يقسمها إلى أقل، أو أكثر من ذلك تبعا لأسس ومعايير علمية

يختلفون في تفسيرها. وفي هذا الكتاب سنتبع الرأي الوارد في مؤلف الكسوبولوس وميمز (Alexopoulos & Mims 1979) والذي يجعل لهذه الرتبة فصيلة واحدة هي الفصيلة الإريسيفية.

☐ الفصيلة الإريسيفية Family Erysiphaceae

تحتوي هذه الفصيلة على حوالي ١٥ جنسا، و١٠٠ نوع تعيش جميعها متطفلة إجباريا على نباتات زهرية في جميع أنحاء العالم، وهي على درجة كبيرة من التطور، والانتشار في المناطق المعتدلة المناخ، وتصيب بصورة خاصة الأوراق، والسيقان الحديثة السن، والبراعم، والثمار، وغير ذلك، وتسبب لهذه النباتات أمراضا تعد من الخطورة بمكان، وتعرف بأمراض البياض الدقيقي. وتبدأ إصابة النباتات بأن تعطي الكونيدات والجراثيم الزقية عند إنباتها غزلا فطريا غزيرا ذو خلايا أحادية النواة، ويتميز هذا الغزل الفطري في بعض الأجناس بأنه لا ينمو إلا سطحيا على بشرة النبات العائل Ectophytic حيث يكون غطاء أبيض فوق الأوراق (يشبه الدقيق بعد تكوين الجراثيم الكونيدية التي تتكون بأعداد كبيرة، شكلي ٩٠، ٩٣)، ثم يرسل ممصات داخل خلايا العائل، وهي إما أن تكون بسيطة على شكل أنبوبة أسطوانية تنفتح داخل خلايا العائل كما في فطر *Erysiphe polygoni* (شكل ٩١ب)، أو تكون بشرية متفرعة كما في فطر *E. graminis* (شكل ٩١) وينتج عن تفرع الممص زيادة مساحة سطح الامتصاص داخل محتويات الخلية. وفي بعض الأحيان تكون هذه الممصات على شكل زوائد اصبعية الشكل، وغالبا يكون في الممصات قرص خارجي يسمى Appressorium حيث ينمو منه عادة أنبوب دقيق ينفذ إلى خلايا بشرة العائل لامتصاص المادة الغذائية منها.

وقد يعطى الغزل الفطري السطحي ممصات بشرية، وتحت بشرية كما في أنواع الجنس *Uncinula*. لكن هناك من الأجناس ما يظهر فيها الغزل الفطري نزعة نحو التطفل الداخلي Endophytic، وأولى بادرات هذه النزعة نحو التطفل توجد في جنس *Phyllactinia* حيث يبدأ نمو الغزل الفطري سطحيا ثم يعطي فروعا جانبية، ويأخذ فرع من هذه الفروع طريقه خلال الفتحة الثغرية إلى الغرفة تحت الثغرية، ويتغلغل

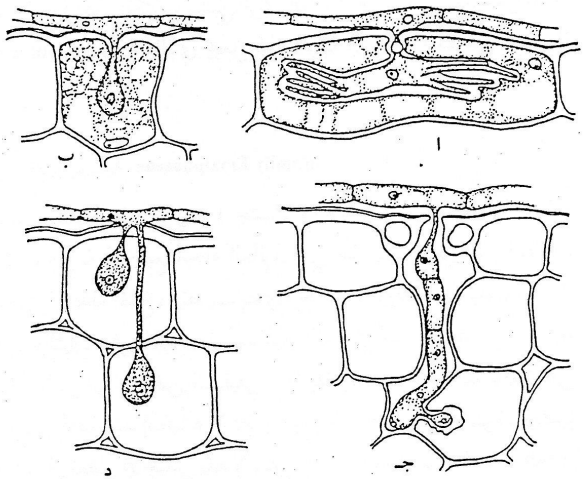


شكل (٩٣) ورقة عنب مصابة بمرض البياض الدقيقي المتسبب عن فطر *أنسينيولا Uncinula*. لاحظ بقع البياض على سطح الورقة المصابة.

(عن واير وآخرين، ١٩٨٢)

وهي قد تعتبر شكلية من حيث طبيعة، ونمو وشكل الحوامل الكونيدية، وما تحمله من جراثيم كونيدية. ففي الأجناس التي تعطي غزلا فطريا سطحيا يكون الحامل الكونيدي قصيرا، ويعطى كل حامل سلسلة من الكونيدات. أما في الأجناس التي تبدى نزعة نحو التطفل الداخلي فيكون الحامل الكونيدي طويلا جدا ولا يحمل في نهايته سوى كونيدة واحدة. فإذا انفصلت هذه الكونيدة انقسمت الخلية التي تحتها مباشرة إلى قسمين تكون الطرفية منها خلية كونيدية جديدة أما الأخرى فتزيد من استطالة الحامل الكونيدي.

البياض الدقيقي كما أسلفنا مرض متسبب عن الفطريات التابعة لهذه الفصيلة وهو يصيب عوائل كثيرة في المناطق المعتدلة، وخاصة تلك التي لها فوائد اقتصادية بالغة الأهمية. ويكون الغزو الفطري بواسطة الممصات التي تنتشر عادة داخل خلايا البشرة أو تحت البشرة كما في النوع *Uncinula necator* الذي يسبب مرض البياض الدقيقي في



شكل (٩١) أشكال مختلفة من ممصات فطريات البياض الدقيقي.

ا ـ *اريسيفى جرامينيس Erysiphe graminis* (ممص بشري متفرع).

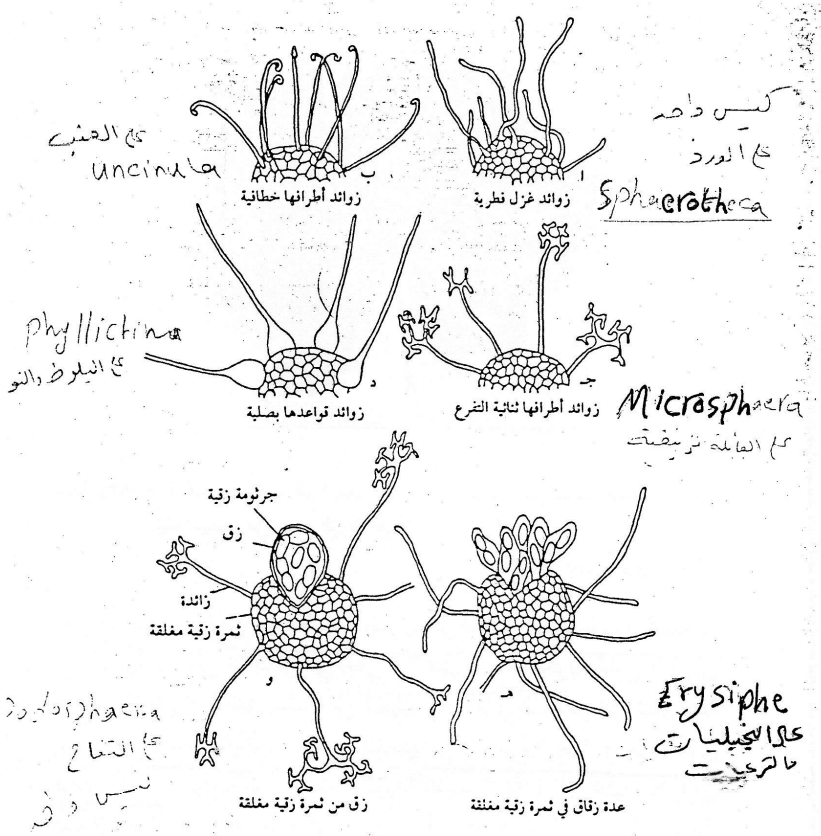
ب ـ *اريسيفى بوليجونى Erysiphe polygoni* (ممص بشرى بسيط).

جـ ـ *فيلاكتينيا كوريليا Phyllactinia corylea* (ممصات كمثرية الشكل داخل الخلايا المتعمقة من القشرة).

د ـ *أنسينيولا نيكاتور Uncinula necator* (ممص بشرى وتحت بشرى بسيط).

(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

فيها، ويعطي ممصات كمثرية الشكل داخل الخلايا المتعمقة من القشرة (شكل ٩١جـ). وتبلغ هذه النزعة نحو التطفل الداخلي ذروتها في جنس *Leveillula* حيث يبدأ الغزل الفطري نموه داخل أنسجة العائل، وذلك بتغلغله داخل النسيج التمثيلي عن طريق فتحة الثغر أي أن الغزل الفطري لهذا الفطر ينشأ داخليا Endophytic ثم يصبح سطحيا Ecotpytic، وذلك بأن يخرج مصحوبا بالحوامل الكونيدية بعد ذلك عن طريق فتحات الثغور (شكل ٩٤د). وأيضا نلاحظ وجود ميزة أخرى ترتبط بهذه الصفة المتعلقة بنوعية الغزل الفطري (إن كان سطحيا، أو متغلغلا داخل أنسجة العائل)



شكل (٩٢) طرز مختلفة من الثمار الزقية للفطريات المسببة لأمراض البياض الدقيقي.

أ ـ جنس سفيروثيكا *Sphaerotheca*
ب ـ جنس انسينيولا *Uncinula*
جـ ـ جنس ميكروسفيرا *Microsphaera*
د ـ جنس فيلاكتينيا *Phyllactinia*
هـ ـ جنس اريسيفي *Erysiphe*
و ـ جنس بودوسفيرا *Podosphaera*

(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

العنب (شكل ٩١، ٩٣). وتكون الكونيدات في هذا الفطر على شكل سلاسل، وهي تنفصل بسرعة ثم تنتشر عن طريق التيارات الهوائية فتسقط على بشرة النبات العائل حيث تنبت، وتعطي خيطا فطريا صغيرا يرسل ممصاته داخل خلايا البشرة ويكمل دورة حياته.

يمكن تمييز أربعة أنواع من الحوامل الكونيدية بين الأنواع المختلفة من أمراض البياض الدقيقي وهي:

١ ـ الحامل الكونيدي تكون فيه الخلية القاعدية هي في نفس الوقت الخلية المولدة Generation cell التي تعطى سلسلة من الكونيدات قد تصل في بعض الأحيان إلى ٢٠ كونيدة كما في النوع *E. graminis* (شكل ١٩٤).

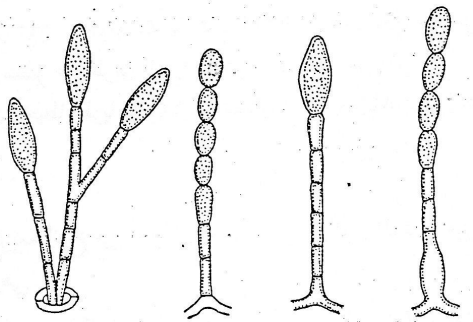
٢ ـ الحامل الكونيدي يتكون من صف من الخلايا يستعرض أعلاه ليحمل كونيدة واحدة قمية تسمى أويدة Oidium كما في النوع *Phyllactinia rigida* (شكل ٩٤ب).

٣ ـ الحامل الكونيدي يتكون من عنق صغير وحيد الخلية يحمل خلية مولدة واحدة تحمل سلسلة طويلة، أو قصيرة من الكونيدات كما في النوع *E. cichoracearum* (شكل ٩٤جـ).

٤ ـ ينشأ العنق في الحامل الكونيدي من خلية داخلية، ثم يخرج عن طريق الثغور، ويحمل في نهايته كونيدة واحدة كما في النوع *Leveillula taurica* (شكل ٩٤د).

لقد لاحظ كثير من العلماء أن معظم الأجناس المسببة لأمراض البياض الدقيقي تكون متخصصة، أي ينحصر تطفلها على عوائل محددة خاصة بها، بينما يوجد منها عدد قليل له القدرة على التطفل على عوائل نباتية بنطاق أوسع، ودون أي تخصيص لعائل معين، وهي عموما تنتشر في ظروف الجفاف، ولكنها تكون أكثر خطورة في الظروف الرطبة حيث تساعد الرطوبة على إنبات الكونيدات، ومن أهم هذه الأجناس نذكر:

Erysiphe, Podosphaera, Phyllactinia, Uncinula, Sphaerotheca, Micros-phaera and *Leveillula*



شكل (٩٤) أنواع الحوامل الكونيدية في فطريات البياض الدقيقي.

ا ـ *أريسيفى جرامينيس* *E. graminis* ب ـ *فيلاكتينيا ريجيدا* *P.rigida*

جـ ـ *أريسيفى سيكوراسيرم* *E.cichoracearum* د ـ *لينيليولا تاوريكا* *L. taurica*

ويمكن تمييز الأجناس السابقة لشكل وتكوين الثمرة الزقية حسب الجدول التالي:

ا ـ الثمرة الزقية المغلقة تحوي زقا واحدا:

١ ـ زوائد الثمرة الزقية خيطية ومتفرعة تفرعا ثنائي الشعبة من نهايتها.

الجنس *Podosphaera* .....

٢ ـ الزوائد خيطية بسيطة غير متفرعة وتشبه الهيفات في الشكل.

الجنس *Sphaerotheca* .....

ب ـ الثمرة الزقية تحتوي على أكثر من زق واحد

١ ـ زوائد الثمرة الزقية خيطية مستقيمة، ومتفرعة تفرعا ثنائي الشعبة من نهايتها.

الجنس *Microsphaera* .....

٢ ـ الزوائد خيطية بسيطة غير متفرعة، وتشبه الهيفات في الشكل، والميسيليوم الخضري سطحيا.

الجنس *Erysiphe* .....

٣ ـ الزوائد على الثمرة الزقية بسيطة، وخطافية ملتفة في نهايتها.

الجنس *Uncinula* .....

٤ ـ الزوائد غير متفرعة، وتشبه الهيفات في الشكل، والميسيليوم ينمو داخل الأنسجة ثم يصبح سطحيا عند تكوين الثمار الزقية.

الجنس *Leveillula* .....

٥ ـ الزوائد على الثمرة الزقية طويلة، وذات قواعد منتفخة بصلية الشكل، وأطراف الزوائد مستدقة.

الجنس *Phyllactinia* .....

الوضع التصنيفي لجنس سفيروثيكا Systematic position of Genus *Sphaerotheca*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طريفة: الزقيات الخصية
Series: Pyrenomycetes	مجموعة: الفطريات الزقية القارورية
Order: Erysiphales	رتبة: الإيريسيفات
Family: Erysiphaceae.	الفصيلة: الإيريسيفية
Genus: *Sphaerotheca*	جنس: سفيروثيكا

يعيش هذا الفطر متطفلا خارجيا Ectoparasite على أسطح عدد من النباتات الزهرية في مختلف أنحاء العالم بما فيها النباتات ذات الفائدة الاقتصادية. ويعرف المرض المتسبب عن أنواع هذا الفطر بمرض البياض الدقيقي وهو يصيب السيقان الغضة وبراعم الأزهار والأوراق، وينشأ عن ذلك تشوها في الأجزاء المصابة، ونقصا كبيرًا في الغلة، ورداءة في نوعيتها. وتظهر أعراض هذا المرض على السطح السفلي للأوراق الحديثة وكذلك الأغصان على شكل بقع دقيقية بيضاء اللون، ويعود هذا المظهر إلى لون الغزل الفطري وإلى العدد الكبير من جراثيم الفطر الكونيدية التي تتكون على أسطح الأجزاء المصابة. وعند اشتداد الإصابة تنتشر هذه البقع حتى تعم جميع السطح المصاب أو معظمه وتبدو عندئذ الأوراق وكأنها مغبرة بمسحوق خشن أبيض اللون.

ويضم جنس سفيروثيكا عددا من الأنواع ذات الخطورة أهمها:

١ ـ *S. humuli* وهو يسبب مرض البياض الدقيقي لنبات حشيشة الدينار.

٢ ـ *S. mors-uvae* ويسبب مرض البياض الدقيقي لنبات عنب الثعلب.

٣ ـ *S. euphorbiae* ويسبب مرض البياض الدقيقي لنبات أبرقنصل.

٤ ـ *S. pannosa* ويسبب مرض البياض الدقيقي لنباتي الورد والخوخ.

وقد تم تحديد صنفين مختلفين للنوع الأخير الذي يصيب كل من الورد والخوخ وهذان الصنفان هما:

١ ـ *S. pannosa* var. *rosae* الذي يصيب الورد ولا يصيب الخوخ.

٢ ـ *S. pannosa* var. *persicae* الذي يصيب نبات الخوخ فقط.

ويتشابه الصنفان المسببان لمرض البياض الدقيقي لكل من الورد والخوخ في صفاتهما الشكلية إلى حد كبير ولا يختلفان عن بعضهما إلا من الناحية الفسيولوجية فقط إذ أن كل منهما مختص باصابة عائله الخاص دون سواه.

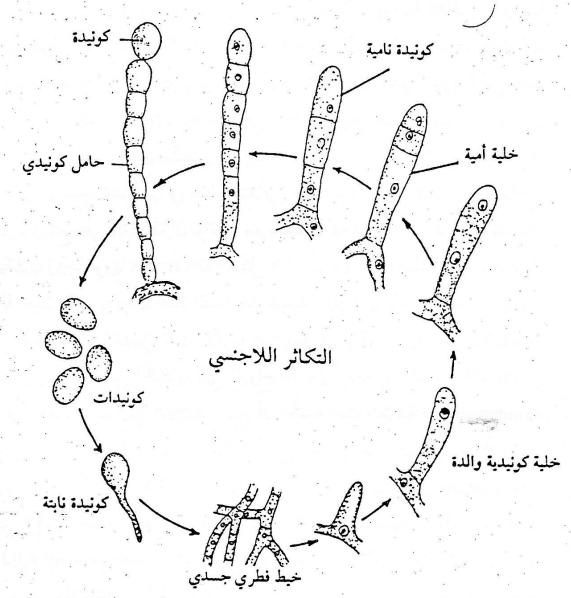
ويسبب الصنف الذي يصيب الخوخ أضرارا بليغة للثمار والأجزاء الخضرية حيث تظهر الإصابة على ثمرة الخوخ على شكل بقع باهتة مرتفعة قليلا عن سطح الثمرة وبتقدم الإصابة يصبح لونها داكنا ويتحول غلاف الثمرة إلى طبقة جلدية، ويؤدى ذلك إلى ضمور الثمار، ويرسل الغزل الفطري المقسم ممصات متشعبة تخترق جدر خلايا البشرة دون أن تمتد إلى الخلايا التي تحتها (شكل ٩١). والحوامل الكونيدية لهذا الفطر قصيرة تحمل سلسلة من الجراثيم الكونيدية ذات الشكل البرميلي، الجسم الثمري أسود أو قاتم اللون، ويتميز بوجود زوائد هيفية بسيطة ويحتوى على كيس زقي واحد (شكل ١٩٢).

طـــرق التكـــــاثر

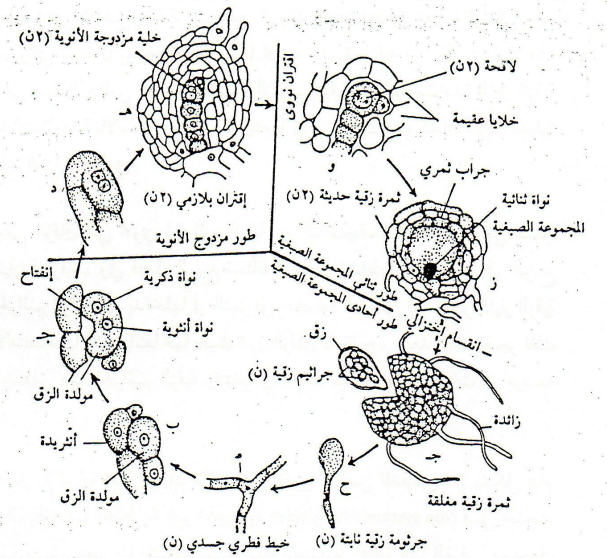
يتكاثر فطر سفيروثيكا بطريقتين هما:

التكاثر اللاجنسي. بعد مرور وقت قصير من إصابة النبات بالفطر، يعطي الغزل الفطري الخارجي النمو كميات وفيرة من حوامل كونيدية غير متفرعة قائمة وشفافة اللون على سطح العائل (شكل ٩٥). ويبدأ تكوين الحامل الكونيدي بظهور نتوء في الخلية الخضرية للغزل الفطري، وباستمرار نمو الحامل الكونيدي إلى أعلى تنفصل

خلايا متتابعة من نهايته الطرفية نتيجة لتكوين جدر مستعرضة تفصل تلك الخلايا بعضها عن بعض ثم تتحول تلك الخلايا إلى سلسلة من جراثيم الفطر اللاجنسية التي تسمى بالكونيدات، والواحدة منها برميلية الشكل، وحيدة الخلية، وحيدة النواة، وتكون الكونيدات القريبة من طرف الحامل أصغر حجما من الكونيدات البعيدة عنه. وعندما تشتد إصابة النبات يصبح الجزء المصاب مكسوا بطبقة كثيفة من هذه الحوامل وسلاسل الجراثيم الكونيدية التي تظهر على هيئة مسحوق دقيقي أبيض اللون مميزا لهذا المرض.



شكل (٩٥) المراحل المتتابعة للتكاثر اللاجنسي في فطر سفيروثيكا هومبيلاى *Sphaerotheca humuli*.



شكل (٩٦) المراحل المختلفة للتكاثر الجنسي لفطر سفيروثيكا *Sphaerotheca*.
(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

وفي نفس الوقت تنقسم الخلية الموجودة أسفل مولدة الزق عدة انقسامات ينشأ عنها عددا من الخيوط العقيمة المتشابكة (شكل ٩٦ز) وهذه الخيوط تنمو بسرعة حول الزق الحديث المتكون حتى تحيط به وتغلفه بالكامل (شكل ٩٦ز). وتصبح الخلايا الخارجية لتلك الخيوط العقيمة ذات جدر سميكة حيث تشكل فيما بعد غلافا للثمرة الزقية المغلقة الناضجة Cleistothecium ، ويطلق على الطبقة الخارجية للثمرة الزقية بالغطاء الخارجي أو الجراب الثمري Peridium (شكل ٩٦ز).

والثمار الزقية الناضجة لا يزيد قطر الواحد منها عن ١٠٠ ميكرون. وفي فطر سفيروثيكا تمتاز الثمرة الزقية باحتوائها على زقا واحدا فقط (شكل ٩٦ح). وتنشأ من

وعند نضج الكونيدات تنفصل عن حواملها وتنتشر في الجو بواسطة الرياح ثم تسقط تلك الكونيدات عندما تصادف عائلا مناسبا وتنبت في الحال معطية عددا من أنابيب الإنبات التي يتراوح عددها ما بين واحد إلى ثلاثة أنابيب، ثم تخترق تلك الأنابيب ثغور العائل محدثة إصابة جديدة.

التكاثر الجنسي. يحدث التكاثر الجنسي لفطر سفيروثيكا (شكل ٩٦) في أواخر الصيف، عندما يبدأ إنتاج الكونيدات في التناقص إلى أن يتوقف إنتاجها.

ويبدأ هذا التكاثر بالتفاف خيطين من الخيوط الفطرية المتجاورة التي تنمو سطحيا على العائل، ثم يرسل هذان الخيطان المتجاوران استطالات أنبوبية تتلاقى في نهايتها وينشأ عنها تكوين الأعضاء الذكرية والأنثوية الأحادية النواة (الأنثريدات والمولدات الزقية). وينتفخ نهاية الفرع المكون لمولدة الزق قليلا، حيث تبدو الأنثريدة أقل قطرا من مولدة الزق (شكل ٩٦ب)، وعند تلاقي العضوان مع بعضهما تبدأ الأنثريدة في الانحناء قليلا فوق مولدة الزق وتلتصق بها (شكل ٩٦جـ). ثم بعد ذلك يذوب الجدار الفاصل بينهما وتندمج محتوياتهما في نقطة التلاقي حيث تنتقل نواة الأنثريدة إلى داخل مولدة الزق، وينتج عن ذلك اقتران نواتيهما مع بعضهما لفترة من الوقت دون أن تندمجان حيث تشكلان زوجا نوويا Dikaryons (شكل ٩٦جـ، د). تبدأ مولدة الزق بعد ذلك بالاستطالة حيث تنقسم نواتها عدة انقسامات فتيلية ينتج عنها تكوين عدد من الأنوية على شكل صف، ثم تنفصل تلك الأنوية عن بعضها بتكوين جدر عرضية تفصل مولدة الزق إلى عدد من الخلايا التي تتراوح ما بين أربعة إلى خمسة خلايا (شكل ٩٦هـ). وفي هذا الصف من الخلايا يتضح أن الخلية تحت الطرفية Penultimate cell تحتوي على زوج نووي (٢ن) بينما الخلايا الأخرى تحتوي كل منها على نواة واحدة. ولذلك تعرف الخلية تحت الطرفية المزدوجة الأنوية بالخلية مولدة الزق Ascus mother cell (شكل ٩٦و). حيث تندمج النواتين في تلك الخلية مع بعضهما مشكلتان نواة للزق الحديث ثنائية المجموعة الصبغية (شكل ٩٦ز). بعد ذلك تنقسم تلك النواة ميوزيا ثم فتيليا وينتج عن ذلك تكوين ثمان أنوية كل منها أحادية المجموعة الصبغية حيث تحاط كل نواة بجدار لتكوين جرثومة زقية، وبذلك يتكون داخل كل زق ثمان جراثيم زقية (شكل ٩٦ح).

الجدار الخارجي للثمرة الزقية عددا من الزوائد Appendages الحيفية الشكل وغير المتفرعة، والتي يستعان بها عادة بجانب ما تحتويه الثمرة الزقية من زقاق في تمييز هذا الجنس عن بقية الأجناس التابعة للفصيلة الإيريسيفية. ويمكن مشاهدة الثمار الزقية على النباتات المصابة بالاستعانة بالعدسة اليدوية المكبرة حيث تبدو كنقاط سوداء مبعثرة على سطح الغزل الفطري.

وتبقى الزقاق التي تحوي الجراثيم الزقية غير الناضجة ساكنة خلال فصل الشتاء داخل ثمارها الزقية، وفي فصل الربيع تستأنف الزقاق نشاطها حيث تأخذ في التوسع وتبدأ الجراثيم الزقية التي بداخلها في النمو إلى حجمها الطبيعي ثم تنفجر الثمار الزقية نتيجة لامتصاصها للماء وانتفاخها حيث تبرز الزقاق للخارج، وبعد ذلك تنفجر تلك الزقاق وتنطلق منها الجراثيم الزقية وتنتشر في الهواء مسببة إصابة النبات في موسمه الجديد.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن مكافحة أمراض البياض الدقيقي تتم بشكل عام باستعمال المبيدات الفطرية غير الجهازية Non systemic fungicides قبل حدوث الإصابة حيث تعفر بها النباتات المصابة ويستعمل عادة لهذا الغرض مسحوق الكبريت، ومركب الكاراثين Karathane بالإضافة إلى حسن اختيار الأصناف المقاومة للمرض ومراعاة الطرق الصحية في ذلك.

جنس *إيريسيفي* *Erysiphe*

يعد هذا الجنس أكثر أهمية من الناحية الاقتصادية من الجنس السابق، حيث إنه يشتمل على عدد من الأنواع والسلالات التي تتطفل خارجيا على أسطح عددا من النباتات الزهرية ذات الفائدة الاقتصادية مسببا لها مرضا يسمى بمرض البياض الدقيقي. ولكن الجنسان يتشابهان إلى حد كبير من ناحية الشكل والتراكيب الخضرية ونمط الحياة مع وجود بعض الاختلافات الطفيفة جدا بينهما، والتي يمكن تلخيصها في شكل الممصات والثمار الزقية وعدد الزقاق داخلها والتي سنتطرق لها فيما بعد.

ويشتمل جنس *ايريسيفي* على حوالي عشرة أنواع جميعها منتشرة في معظم مناطق العالم، ويعتبر النوع *E. graminis* المسبب لمرض البياض الدقيقي للنجيليات أكثر تلك الأنواع أهمية نظرا لأنه يصيب أكثر من خمسين نوعا من نباتات الفصيلة النجيلية وخاصة القمح، والذرة، قصب السكر، الشعير والشوفان وكثيرا من الحشائش النجيلية البرية حيث يسبب للنباتات المصابة ضعفا عاما ونقصا في كمية المحصول ورداءة في نوعيته.

وفيما يلي نبذة عن أهم الأنواع التابعة لهذا الجنس والمنتشرة في بلادنا:

١ ـ *E. cichoracearum* ويسبب هذا النوع مرض البياض الدقيقي للبامبا والقرعيات ما عدا الشمام. وهذا المرض شائع الوجود في المملكة، وينمو الغزل الفطري على سطح النبات المصاب ثم يرسل ممصاته الاسطوانية الشكل (شكل ٩١) داخل خلايا بشرة النبات العائل ليستوفي منها احتياجاته الغذائية. ويمكن اعتبار هذا النمط من الممصات هو الشائع غالبا في أنواع الجنس *إيريسيفي*. ولكن يشذ عنها النوع *E. graminis* التي تكون فيه الممصات متفرعة وإصبعية الشكل (شكل ١٩١). وتظهر أعراض الإصابة بفطر *E. cichoracearum* على أنصال وأعناق الأوراق والسيقان الغضة على شكل كتل بيضاء دقيقية سطحية صغيرة مستديرة ولونها أبيض. وبتقدم الإصابة يتحول لون الأوراق المصابة إلى اللون الأصفر ثم البني. وسرعان ما تجف الأوراق وتذبل وتتأثر ثمار النبات أيضا بالمرض، ويبدو ذلك واضحا في صغر حجمها وكميتها المنتجة، وقد تؤدى شدة الإصابة إلى إصفرار النبات العائل وموته.

٢ ـ *E. polygoni* ويسبب مرض البياض الدقيقي في البقوليات والصليبيات حيث يصيب نباتات الفاصوليا والفول واللوبيا والحلبة والبسلة والبرسيم وغيرهما. كما يصيب النباتات الصليبية مثل اللفت والفجل والكرنب وغيرهما. ويشتمل هذا الفطر على عدد من السلالات الفسيولوجية التي يختص كل منها بإصابة نوع معين من المحاصيل دون أن يصيب الأخرى. ويشاهد هذا المرض بكثرة على قرون نبات البسلة واللوبيا والفاصوليا، وشكل الفطر المسبب لهذه الأمراض وطريقة مقاومته تشبه مثيلاتها في أمراض البياض الدقيقي في النجيليات والقرعيات.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

٣ ـ *E. taurica* وهو يصيب نباتات الباذنجان والفلفل والكتان أيضا. ويختلف الفطر المسبب لهذا المرض في تطفله عن باقي فطريات البياض الدقيقي الأخرى، حيث ينمو الغزل الفطري داخليا أي يكون متغلغلا داخل أنسجة النبات العائل، ثم يرسل الفطر ممصات في خلايا العائل الداخلية وذلك لامتصاص احتياجاته الغذائية عن طريقها (شكل ٩١). وبهذه الخاصية يتميز هذا الفطر عن بقية الفطريات الأخرى. وبعد ذلك تظهر الحوامل الكونيدية على سطح الأوراق خارجة عن طريق الثغور. وعلى كل حامل كونيدي توجد كونيدة واحدة قمية تسمى أويدة Oidium . وهذه الأويدات تعتبر العامل الرئيسي المسبب للإصابة. فعند قرب نهاية موسم نمو النبات تتجمع الخيوط الفطرية على سطح الورقة، وحينما تجف تكون الثمار الزقية قد ظهرت وهي تبدو تحت العدسة المكبرة كنقطة صغيرة سوداء. وخلال فصل الشتاء تبقى هذه الثمار الزقية كامنة في التربة أو على أكوام الأوراق الميتة. وعند حلول فصل الربيع تنفتح الزقاق بعد انفجار الثمار الزقية وتخرج منها الجراثيم الزقية التي تنبت إذا سقطت على نبات سليم وتحدث العدوى من جديد.

٤ ـ *E. graminis* وهذا النوع كما سبق ذكره يسبب مرض البياض الدقيقي للغلال والنجيليات وهو عالمي الانتشار وشائع الوجود في المملكة حيث سجل وجوده في عدد من المناطق، ويلائم انتشار المرض ونمو الفطر درجة حرارة تتراوح بين ٢١° إلى ٣٣°م، وتنبت جراثيمه الكونيدية في جو جاف نسبيا ولا يحتاج إنباتها إلى وجود الماء أو الرطوبة الجوية المرتفعة وهذا مما يساعد انتشار هذا المرض في أجواء المملكة، وإن كان ضرره أقل من ضرر آفات النجيليات الأخرى وخاصة أمراض الأصداء والتفحمات الشائعين في بعض مناطق المملكة.

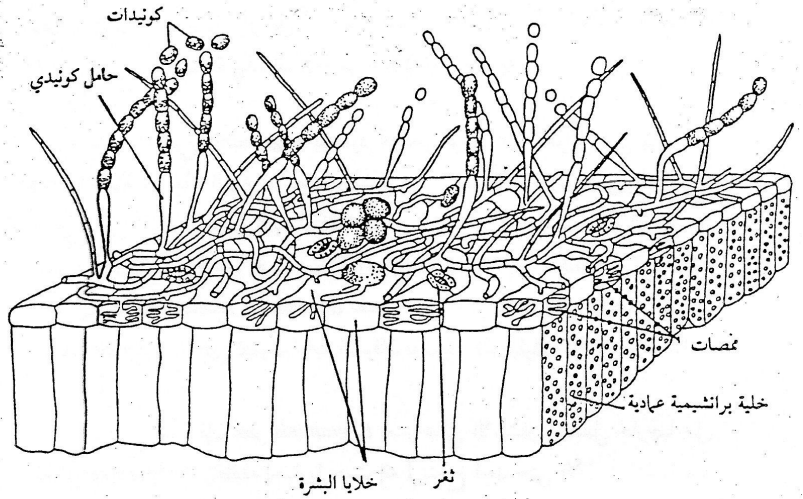
وقد لاحظ كثير من العلماء من بينهم العالم الفرنسي مارشال (Marchal 1902) وميتز وديتز (Mains & Dietz 1930)) وميتز (Mains 1933) ونيوتن وشيرويك (Newton & Cherewick 1947) وغيرهم أن بعض أنواع الجنس *Erysiphe* تشكل عددا من الأصناف والسلالات الفسيولوجية المختلفة Physiological races ذات الصفات المورفولوجية (الشكلية) المتشابهة فيما بينها، ولكنها تختلف فسيولوجيا ووراثيا في قدرتها الممرضة على النبات العائل، إذ يتخصص كل منها في التطفل على عائل أو عوائل ذات

علاقة وثيقة ببعضها، أو على أصناف معينة من العائل، والتي تتوفر فيها صفات القابلية الوراثية للإصابة بهذه السلالة من سلالات *إ.إريسيفي*.

ويشتهر النوع *E. graminis* بوجود تخصص نوعي على العوائل التي يصيبها، فسلالة معينة من هذا النوع قد تصيب الشعير ولا تصيب القمح والعكس بالعكس. وعلى سبيل المثال نجد أن السلالة *E. graminis* var. *tritici* تصيب نبات القمح ولا تصيب نبات الشعير الذي تصيبه سلالة أخرى هي *E. graminis* var. *hordei* وكذلك نجد أن السلالة *E. graminis secalis* تختص بإصابة نبات الشيلم وأيضا السلالة *E. graminis avenae* التي تصيب نبات الشوفان دون بقية النجيليات الأخرى وهكذا.

وبصفة عامة فإن فطر *E. graminis* يعتبر عالمي الانتشار ويتطفل خارجيا على العائل Ectoparasite وتطفله إجباريا حيث إنه لم ينجح أحد حتى الآن بزراعة وتنمية هذا الفطر على المنابت الصناعية في المختبر. وتظهر أعراض إصابة الفطر على الأوراق وأحيانا على أغماد الأوراق بشكل بقع عديدة دقيقة المظهر وتغطى السطحين العلوي والسفلي منها، وعادة يكون السطح العلوي أشد إصابة من السطح السفلي. وتؤدى الإصابة الشديدة بالفطر إلى تغير شكل الأوراق وجفافها ثم ضمورها في الحجم وسقوطها، وينتج عن ذلك تقزم النبات المصاب مما يدفعه للتكوين المبكر للسنابل التي تكون صغيرة وخفيفة الوزن وضامرة وبذلك يتأثر محصول الحبوب من هذا المرض.

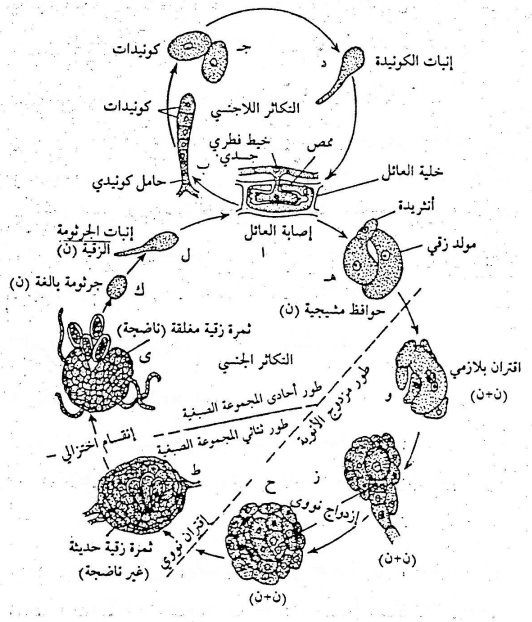
والغزل الفطري النامي على سطح العائل (على الساق أو على الورقة) مقسما إلى خلايا أحادية النواة، ويحصل على غذائه باختراق جدر خلايا بشرة العائل وتكوين ممصات وحيدة الخلية متفرعة كروية أو إصبعية الشكل داخل تلك الخلايا ولا ينمو أسفل منها (شكل ١٩٨). وبعد استقرار الغزل الفطري على العائل لفترة قصيرة، تبدأ الخيوط الفطرية النامية على السطح بإرسال أفرعا قصيرة قائمة وحيدة الخلية هي الحوامل الكونيدية غير المتفرعة والتي تتكون عليها سلسلة من الكونيدات ذات الشكل البرميلي (شكلي ٩٧، ٩٨ب).



شكل (٩٧) قطاع عمودي في ورقة نبات مصابة بمرض البياض الدقيقي المتسبب عن جنس *إيريسيفى Erysiphe* يوضح شكل الحوامل الكونيدية والكونيدات.
(عن واير وآخرين. ١٩٨٢)

ويتركب كل حامل كونيدي وما عليه من كونيدات (شكل ٩٨ب) من خلية قاعدية منتفخة تنقسم باستمرار لتعطى سلسلة من خلايا تتكشف فيما بعد إلى كونيدات ناضجة، حيث يزداد إنتاج تلك الكونيدات في موسم نمو النبات ليصل إلى حد كبير يعطى سطح العضو المصاب من النبات مظهرا دقيقيا. وتتكرر إصابة النبات أثناء الموسم الواحد عن طريق انتشار تلك الكونيدات وانتقالها بواسطة الهواء ثم إنباتها مباشرة عندما تقع على النبات السليم محدثة بذلك إصابة جديدة (شكل ٩٨جـ، د).

وعند اقتراب نهاية فصل نمو العائل أي عند نضج السنابل تقريبا يبدأ الفطر بالتكاثر الجنسي (شكل ٩٨) حيث تتكون الثمار الزقية المغلقة التي يكون قطر الواحد منها حوالي ٢٠٠ ميكرون، وهي كروية الشكل سوداء اللون مطمورة جزئيا في الغزل الفطري، ولها زوائد خيطية بسيطة. وتحتوي كل ثمرة زقية على عدد من الزقاق تتراوح ما بين ٩ إلى ٣٠ زقا ويبلغ قطر الثمرة البالغة حوالي ٢٠٠ ميكرون، والزقاق في هذا



شكل (٩٨) دورة حياة فطر *إيريسيفى Erysiphe*.

الفطر أسطوانية أو بيضية الشكل، ويحتوي كل زق على ٨ جراثيم زقية بيضية الشكل. وتبقى الثمار الزقية كامنة خلال فصل الشتاء على مخلفات المحصول الجافة أو مختلطة في التربة حتى الموسم التالي (شكل ٩٨ط)، حيث يحدث انشقاق عرضي للثمرة الزقية عند منتصفها يعقبه سقوط الجزء العلوي للجراب الثمري، ثم تقذف الجراثيم الزقية بقوة من الزقاق المكشوفة (شكل ٩٨ى)، وعندما تسقط هذه الجراثيم على عائل مناسب فإنها تنبت مباشرة (شكل ٩٨ل)، وفي خلال بضعة أيام تظهر الكونيدات من الغزل الفطري النامي من الجرثومة الزقية، وبذلك يعيد الفطر دورة حياته من جديد.

ويلاحظ أن النمط العام لدورة حياة هذا الفطر تشبه إلى حد كبير دورة حياة فطر سفيروثيكا المسبب لمرض البياض الدقيقي لكل من الورد والخوخ والذي سبق وصفه.

لب الثمرة الزقية من الطراز الزيلاري Xylaria Type Centrum

يتميز هذا الطراز بأن الثمرة الزقية القارورية من النوع المثالي وهي إما أن تتكون مباشرة من الغزل الفطري المفكك، أو من الخيوط الفطرية الجسدية داخل الحشية الثمرية. وفي بعض الفطريات التابعة لهذا الطراز تكون الثمار الزقية القارورية مبطنة بالحشية الثمرية وهي إما أن تكون مطمورة داخلها أو تتربع عليها. وفي البعض الآخر لا تحتوي ثمارها الزقية على حشيات ثمرية جيدة التكوين وواضحة.

ويضم هذا الطراز رتبتين هما الزيلاريات والكلافيسيبتات.

رتبة الزيلاريات Order Xylariales

تعد هذه الرتبة كما يدل اسمها على أنها الرتبة النموذجية للفطريات ذات الثمار الزقية التي لبها من الطراز الزيلاري، وكانت تعرف سابقا برتبة السفيريات Sphaeriales.

وكما هو واضح هنا فإن رتبة الزيلاريات تشتمل على جميع الزقيات القارورية التي تكون ثمارها الزقية داكنة اللون، جلدية أو متفحمة، كروية أو كمثرية الشكل. وغلافها لحمي أو قاسي، وتستطيل قمة الثمرة إلى عنق متميز ينتهي بفتحة أو بربب، إما مستديرة أو متطاولة على حسب الفصائل.

وتكون الزقاق داخل الثمار الزقية وحيدة الغلاف ومحاطة بشعيرات عقيمة موازية للزقاق (على الأقل في الأطوار المبكرة من نموها) وهي تظهر إما في طبقة خصبية دائمة، أو في مجموعة قاعدية. وتتكون الثمار الزقية القارورية إما مباشرة من الغزل الفطري المفكك، أو تقترن بحشية ثمرية تسكن فوقها، أو تكون مطمورة داخلها.

ومعظم الزيلاريات فطريات مترممة توجد على المخلفات النباتية المتحللة، وبقايا جذوع الأشجار وفروعها وأوراقها، ونادرا ما توجد على سوق النباتات. وبعض هذه

الفطريات تعيش على روث الحيوانات فهي من الفطريات الروثية أو المحبة للروث. ويوجد عدد قليل من أفراد هذه الرتبة تعيش معيشة طفيلية على النباتات الاقتصادية وتسبب لها أمراضا خطيرة.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن معظم فطريات هذه الرتبة قد فقدت قدرتها على إنتاج الكونيدات، التي تنتج عادة بكميات كبيرة أثناء التكاثر اللاجنسي في أفراد الرتب السابقة، وعلى هذا فإن الطور الوحيد في هذه الرتبة هو الطور الزقي Ascospore stage أو طور إنتاج الجراثيم الزقية فقط، على الرغم من أن بعض الأنواع قد يعطي كونيدات صغيرة، يبدو أنها تقوم بوظيفة البذيرات Spermatia في عملية الاقتران البلازمي.

وتحتوي هذه الرتبة على سبع فصائل تختلف فيما بينها وفقا للأسس التالية:

١ ـ اختلاف فتحة أو فوهة الثمار الزقية باختلاف الأجناس والفصائل.

٢ ـ لون وشكل الجراثيم الزقية، ما إذا كانت مقسمة أو غير مقسمة، محزوزة أو غير محزوزة، وطريقة إنبات تلك الجراثيم.

٣ ـ شكلية الثمار الزقية ووضعها داخل أنسجة العائل إما أن تكون منفردة أو مطمورة.

٤ ـ تركيب ونشأة الحشية الثمرية Stroma.

وفيما يلي مفتاح التصنيف الذي يبرز الخصائص المختلفة لفصائل هذه الرتبة بشكل واضح، وقد بني هذا المفتاح وفقا للأسس العلمية السابقة:

أ ـ الزقاق زائلة (سريعة الزوال) ..... الفصيلة الكيتومية Chaetomiaceae

أأ ـ الزقاق باقية ..... ب، ب ب

ب ـ قمم الزقاق عادة شبيهة بالنشا (نشوية) ..... جـ، جـ جـ

ب ب ـ قمم الزقاق ليست نشوية ..... د، د د

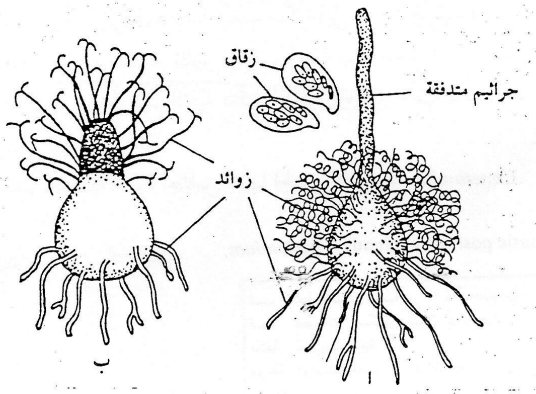
جـ ـ الجراثيم الزقية ليست محززة، غالبا داكنة وإنباتها بشق طولي، وتتكون الحشية الثمرية غالبا من الخيوط الفطرية فقط وهي متميزة واضحة عن الوسط.

الفصيلة الزيلارية ..... Xylariaceae

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

تحتوي على السليلوز حيث يعمل على تحللها وإتلافها. ويوجد أيضا مترما في التربة، وقد سجل وجود عدد من أنواعه في التربتين الزراعية والصحراوية في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية. وهو ينمو عادة في الطبقة السطحية من التربة، ولكن تم اكتشاف أحد أنواعه على عمق ٦٠ سم من سطح التربة الزراعية (Domsch & Gams 1972).

ويعتبر جنس كيتوميوم من أهم وأشهر الأجناس التابعة للفصيلة الكيتومية، وهو من الأجناس الفطرية التي تحتوي على عدد كبير من الأنواع إذ يضم حوالي ٩٦ نوعا، وأشهرها النوع كيتوميوم جلوبوزام *Chaetomium globosum* (شكل ١٩٩) وهو يعيش عادة على المواد السليلوزية ويسبب العفن الرخو للخشب. ويمكن أيضا اعتباره من الفطريات الروثية Coprophilous fungi إذ أنه يوجد أحيانا على روث الماشية.



شكل (٩٩) الثمار الزقية لفطر كيتوميوم *Chaetomium*.
ا ـ كيتوميوم جلوبوزام *C. globosum*
ب ـ كيتوميوم ثيرموفايل *C. thermophile*

(عن ديوب ١٩٨٣)

التكاثر اللاجنسي في أفراد هذه الفصيلة نادر الحدوث، وفي حالة وجوده يتم بتكوين جراثيم كونيدية، وتتكون الكونيدات على الشعيرات المحيطة بالفتحات أو على خيوط الميسيليوم الفطري. وفي جميع الأنواع التابعة لهذه الفصيلة والتي تمت دراستها بالتفصيل بواسطة عدد من المختصين، لم يتم حتى الآن اكتشاف أي أثر لوجود الأنثريدات في تلك الفطريات، ولكن الثمار الزقية تتكون عادة بالتفاف فرعين من فروع الخيوط الفطرية مع بعضها البعض، ثم انقسامها إلى عدد من الخلايا، وعند وصول الزقاق إلى مرحلة النضج تذوب جدرها الهلامية فتتحرر الجراثيم الزقية داخل الثمرة الزقية.

وتتكون الثمار الزقية القارورية من فوهة حقيقية تستطيل في بعض الأنواع وتمتد على هيئة عنق مجوف طويل، وتتشكل الزقاق في أغلب الأنواع على هيئة مجاميع قاعدية، وتكون صولجانية الشكل أو بيضية، وأحيانا تكون اسطوانية. ويحتوي الزق في جميع أفراد هذه الفصيلة على ثمان جراثيم زقية ما عدا النوعين *Chaetomium tetrasporum* and *C. hispidum*. وجُدُر الزقاق هلامية تذوب مبكرة قبل نضج الجراثيم فتتحرر الأخيرة داخل الثمار الزقية. وعند النضج تظهر الجراثيم الزقية مغمّوسة في المادة الهلامية داخل تجويف الثمرة الزقية. والجراثيم الزقية داكنة اللون ووحيدة الخلية دائما، أما شكلها فيختلف من نوع إلى آخر.

وتضم هذه الفصيلة خمسة أجناس أهمها الجنس كيتوميوم *Chaetomium*.

الوضع التصنيفي لجنس كيتوميوم Systematic position of Genus *Chaetomium*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	فريقة: الزقيات الحشية
Series: Pyrenomycetes	مجموعة: الفطريات الزقية القارورية
Order: Xylariales	رتبة: زيلاريالز
Family: Chaetomiaceae	الفصيلة: كيتومية
Genus: *Chaetomium*	جنس: كيتوميوم

يعد جنس كيتوميوم من أشهر الأجناس الفطرية المحللة للسليلوز حيث ينمو على الورق، وبقايا النباتات، والبذور المخزونة، والأنسجة القطنية، وجميع المواد التي

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

طرق التكاثر

التكاثر اللاجنسي في جنس كيتوميوم نادر جدا، ولم يسجل تكوين الجراثيم الكونيدية إلا في حوالي خمسة أنواع من ٩٦ نوعا. وفي حالة وجودها فإنها تتكون على الشعيرات المحيطة بالفتحات أو على خيوط الغزل الفطري.

أما التكاثر الجنسي فهو شائع الحدوث، وكما ذكر آنفا فإنه لم يتم حتى الآن اكتشاف أي أثر لوجود الأنثريدات في أنواع هذا الجنس، حيث تتكون الثمار الزقية القارورية بالتفاف فرعين من فروع الخيوط الفطرية مع بعضها البعض، ثم انقسامها إلى عدد من الخلايا، وعندما تتكون الثمرة الزقية فإنه يوجد في أعلاها فوهة تستطيل مكونة عنق أو منقار مجوف طويل. وتتغطى الثمار الزقية بزوائد شعرية طويلة، وهي عادة على نوعين: الشعيرات الموجودة على الرقبة تكون مجعدة، بينما تلك التي تحيط بالقاعدة تكون مستقيمة، وتعتبر الشعيرات التي تغطى الثمرة الزقية في أنواع جنس كيتوميوم من الأهمية بمكان من الوجهة التصنيفية، فغالبا ما يتخذ علماء التصنيف هذه الصفة في التمييز بين الأنواع المختلفة التابعة لهذا الجنس، فقد تكون الشعيرات طويلة أو قصيرة، بسيطة أو ملتفة، متفرعة أو غير متفرعة، وكيفية تفرعها، مجعدة أو ملساء وغير ذلك من الصفات التي قد تساعد الباحث والمصنف في التمييز بين تلك الأنواع.

والزقاق داخل الثمار الزقية تحتوي على جدر هلامية تذوب قبل تمام نضج الجراثيم الزقية، مما يؤدي إلى تحررها داخل الثمرة الزقية. وتظهر تلك الجراثيم عند نضجها مغمورة في الكتلة الهلامية داخل تجويف الثمرة الزقية. وعند امتصاص تلك المادة الهلامية للرطوبة تنتفخ مسببة بروز تلك الجراثيم عن طريق فوهة الثمرة الزقية بشكل يشبه خروج المعجون من الأنبوبة عند الضغط عليها. والجراثيم الزقية الناضجة تكون دائما وحيدة الخلية، وداكنة اللون، وتنمو مكونة غزلا فطريا ينتج فيما بعد الثمار الزقية.

جـ جـ ـ الجراثيم الزقية محززة، وإنباتها بدون شق طولي، وتتكون الحشية الثمرية من الخيوط الفطرية، وجزئيا من أنسجة العائل، ويمكنها أن تكون في بعض الأحيان منفصلة عن أنسجة العائل.

الفصيلة الدياتريبية ..... Diatrypaceae

د ـ الحشية الثمرية عادة غائبة، ونادرا موجودة ..... هـ، هـ هـ

دد ـ الثمار الزقية الدورقية مطمورة في الطبقة التحتية.

الفصيلة الفيلاكورية ..... Phyllachoraceae

هـ ـ الجراثيم الزقية ذات ثقوب إنبات أو شق طولي ..... و، وو

هـ هـ ـ الجراثيم الزقية بدون ثقوب انبات أو شقوق طولية.

الفصيلة البوليستجمانية ..... Polystigmataceae

و ـ الجراثيم الزقية ذات شقوق إنبات طولية.

الفصيلة الكونيوكيتية ..... Coniochaetaceae

وو ـ الجراثيم الزقية ذات ثقوب إنبات.

الفصيلة السورداية ..... Sordariaceae

☐ الفصيلة الكيتومية Family Chaetomiaceae

أفراد هذه الفصيلة فطريات مترممة تسهل معرفتها، وتقوم عادة بتحليل السليلوز، حيث تنمو على الورق والمنسوجات القطنية فيتسبب عنها في بعض الأحيان أضرار كبيرة. وبعض الأنواع يسبب بياض الملابس. كما ينمو بعضها على القش، والروث وغير ذلك من المخلفات.

والثمار الزقية القارورية لأفراد هذه الفصيلة يسهل تمييزها حيث إنها تكون منفردة أو تتكون على السطح دون حشية ثمرية، وتتميز الثمار الزقية بوجود شعيرات طويلة ملتفة أو متفرعة على الثمرة الزقية (شكل ٩٩). وفي كثير من الأنواع يكون الشعر الذي يغطي الجزء العلوي من الثمرة الزقية مجعدا بشكل ظاهر، وتعد شكلية هذه الشعيرات من الأهمية بمكان من الوجهة التصنيفية.

☐ الفصيلة الزيلارية Family Xylariaceae

معظم أفراد هذه الفصيلة فطريات مترممة، ولكن القليل منها يعيش متطفلا على أشجار بعض النباتات الراقية.

وتتميز هذه الفصيلة بأن ثمارها الزقية القارورية منطمرة داخل الحشيات الثمرية، وتظهر أعناقها قليلا إلى الخارج، وهذه الحشيات الثمرية حرة أي ليست منطمرة داخل وسط النمو. وتختلف الحشيات الثمرية في الأنواع المختلفة، فقد تكون على شكل وسادة كما في جنس هيبوزيلون *Hypoxylon* ودالدينيا *Daldinia*، أو صولجانية الشكل كما في جنس زيلاريا *Xylaria*، أو كأسية الشكل تقريبا كما في جنس *Nummularia*.

وتحتوي الثمار الزقية على زقاق واضحة وتتخللها شعيرات عقيمة، والجراثيم الزقية داكنة اللون وغير متساوية الحواف. وستتخذ جنس «زيلاريا» كمثال لدورة الحياة العامة لأفراد هذه الفصيلة.

الوضع التصنيفي لجنس زيلاريا Systematic position of Genus *Xylaria*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	تقسيم: الفطريات الأسكيبكيتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طريفة: زقيات حمية
Series: Pyrenomycetes	مجموعة: الفطريات الزقية القارورية
Order: Xylariales	رتبة: الزيلاريات
Family: Xylariaceae	فصيلة: زيلارية
Genus: *Xylaria*	جنس: زيلاريا

Hymenoascomycetidae
pyrenomycetes
xylariales
Xylariaceae

يطلق على هذا الجنس أحيانا اسم *زايلوسفيرا Xylosphaera* وهو من أكبر الأجناس التابعة للفصيلة الزيلارية. وأحدث دراسة تصنيفية لهذا الجنس قام بها مارتن (Martin 1970)، وما يزال هذا الجنس بحاجة إلى دراسة تطورية شاملة.

وتعيش الأنواع المختلفة من جنس زيلاريا معيشة رمية على خشب النبات الميت، أو طفيليات ضعيفة على النباتات الخشبية حيث تستغل ما بها من مواد سليلوزية لا سيما احتياجاتها الكربوهيدراتية وذلك بفضل ما تملكه من قدرات أنزيمية محللة للسليلوز.

والحشيات الثمرية Stromata في أنواع هذا الجنس قائمة (معنقة) بسيطة أو متفرعة وهي بهذا تختلف عن جنس هيبوزيلون *Hypoxylon* وتختلف شكلها وحجمها وتركيبها باختلاف الأنواع. وهي إما أن تكون فلينية، جلدية أو لحمية، أو ذات قوام خشبي، ولونها أبيض يميل إلى اللون الرمادي أو البني، ومعظمها يكون لونها داكنا من الخارج وأبيضا من الداخل. وتوجد هذه الحشيات عادة كامتدادات خارج الكتلة الخشبية Epixylous، ولكن لوحظ أن بعض الأنواع ينتج تلك الحشيات على الدبال والأوراق المتعفنة والروث وأحيانا في التربة.

وتتكون كل حشية ثمرية من عنق قصير، ثم يأخذ في الانبساط وتوجد عليه عدة نقاط، وكل نقطة تمثل فتحة تؤدى إلى ثمرة زقية قارورية الشكل، تقع أسفل هذه الفتحة، أي أن الثمار الزقية تترتب عموديا تحت سطح الحشية الثمرية.

ويشتمل جنس زيلاريا على عدد من الأنواع أهمها:

١ ـ زيلاريا *بوليمورفا X. polymorpha* (شكل ١٠٠) ويطلق على هذا الفطر أحيانا اسم «أصابع الرجل الميت» *"Dead man's fingers"* وفيه تكون الحشيات الثمرية غالبا متجمعة وتشبه في شكلها الهراوة، وتتكون كل حشية من عنق قصير.

٢ ـ زيلاريا هيبوزيلون *X. hypoxylon* وفيه تكون الحشيات الثمرية ذات عنق طويل أسطوانية أو مفلطحة، وعادة تكون متفرعة (شكل ١٠١).

٣ ـ زيلاريا *فيليفورميس X. filiformis* وفيه تكون الحشيات الثمرية طويلة وخيطية الشكل.

ويوضح الشكل (١٠٢) ملخصا لدورة حياة فطر زيلاريا *بوليمورفا*.

☐ الفصيلة السوردارية Family Sordariaceae

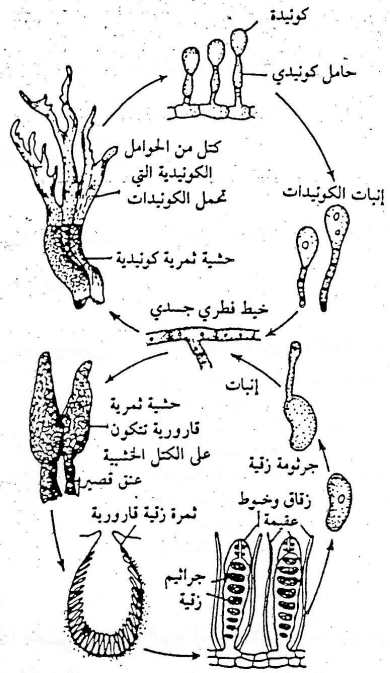
تضم هذه الفصيلة فطريات تعيش عادة على روث الحيوانات آكلة الأعشاب أو على المخلفات النباتية، ولذلك فهي تعتبر من الفطريات الروثية. وأحيانا تنمو فوق أوراق الصحف المخزونة. ويمكن زراعة أفرادها بسهولة في مزارع نقية على وسط غذائي ملائم.



شكل (١٠٠) الشكل العام للثمار الزقية في فطر زيلاريا بوليمورفا *Xylaria polymorpha* .
(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

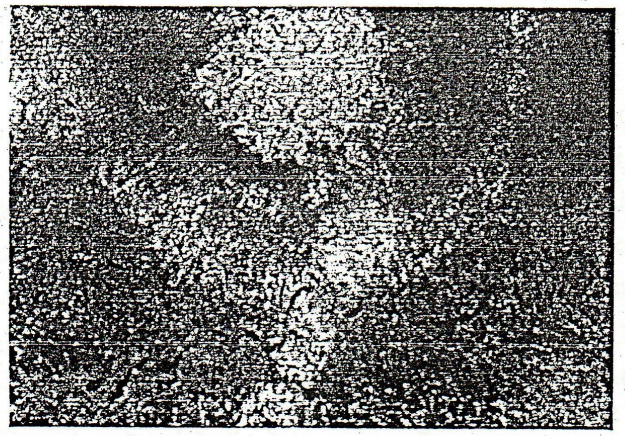


شكل (١٠١) مجموعة من الثمار الزقية لفطر زيلاريا هيبوزيلون *X. hypoxylon* .
(عن فيليبس ١٩٨١)



شكل (١٠٢) دورة حياة فطر زيلاريا بوليمورفا *X. polymorpha* .
(عن ديوب ١٩٨٣)

وتعتبر هذه الفصيلة من الناحية الاقتصادية غير ذات أهمية، ولكن علماء الأحياء يهتمون بها وأصبحت مألوفة لديهم لأنها تضم عددا من فطريات التجارب المشهورة مثل فطري سورداريا *Sordaria* ، ونيوروسبورا *Neurospora* ، والأخيرة يستخدمها علماء الوراثة في أبحاثهم المتعلقة بالفطريات، ولذا فهي تساهم كثيرا في تطوير معلوماتنا حول وراثة الفطريات، ويمثل فطر *النيوروسبورا* في علم الفطريات مكانة حشرة *الدروسوفيلا* في عالم الحشرات.



شكل (١٠٣) صورة فوتوغرافية لقطعة خبز ملوثة بفطر *نيوروسبورا سايتوفيلا* *Neurospora sitophila* المسمى «بعفن الخبز الأحمر». لاحظ الجراثيم الكونيدية للفطر التي تصطبغ باللون الأحمر، وتنتشر بكثافة محدثة بذلك أضرارا كبيرة للعجين المعد للخبز. وتوضح الصورة كذلك تلوث القطعة بمستعمرة لفطر آخر ربما يكون فطر *البنيسيليوم* ويتبين ذلك من جراثيمه الكونيدية التي تصطبغ باللون الأخضر.

طرق التكاثر

يتكاثر الفطر عادة بطريقتين هما:

التكاثر اللاجنسي. يتكون الغزل الفطري لـ*نيوروسبورا* من خيوط فطرية متعددة ومتفرعة بدون حدود، وتتكون خيوطه الفطرية من خلايا تحوي كلا منها إثنتي عشرة نواة أو أكثر. وتنمو الخيوط الهوائية لهذا الفطر بسرعة. وتتكون منها كتلة من الغزل الفطري، ويخرج منها مجموعة من الحوامل الكونيدية المتفرعة التي تنتهي بسلاسل كثيرة من الكونيدات، وتبدو هذه السلاسل على شكل تكتلات وردية اللون تضفي على البيئة النامي عليها الفطر لونا ورديا.

ويطلق على الطور الكونيدي لفطر *N. sitophila* اسم *Monilia sitophila* (شكل

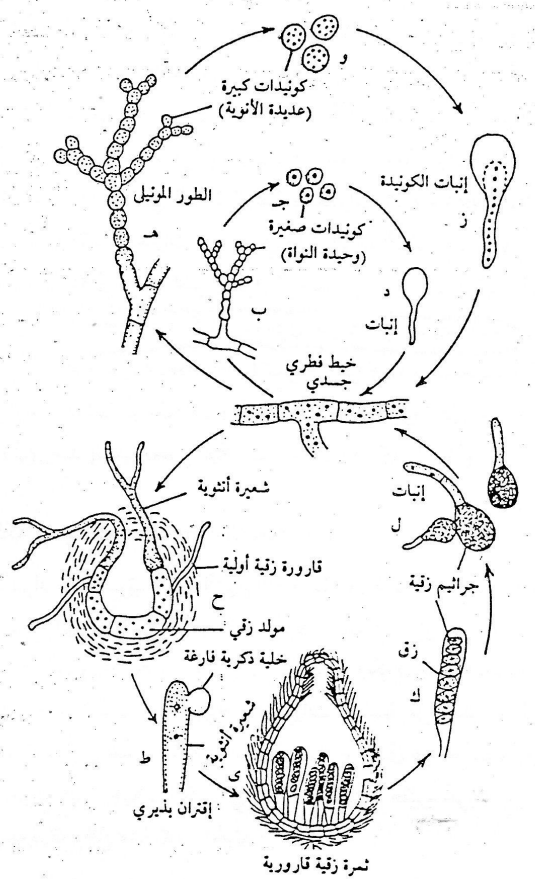
والثمار الزقية لأفراد هذه الفصيلة تقع غالبا على السطح، ولكنها في بعض الأحيان تكون مطمورة داخل وسط النمو، ولا يظهر منها إلى الخارج إلا عنقها فقط، وهي ذات لون بني داكن يميل إلى السواد، والزقاق طويلة أسطوانية الشكل، وقد تتخللها شعيرات عقيمة قبل نضجها ولكن هذه الشعيرات تتلاشى عند نضج الثمرة الزقية. أما لون الجراثيم الزقية فيختلف على حسب الأنواع من اللون البني الداكن إلى اللون الأسود، وهي ذات خطوط طولية ومزركشة.

وتختلف هذه الفصيلة عن الفصيلة الكيتومية آنفة الذكر، في أنها لا تحمل شعيرات طويلة حول فتحة الثمرة الزقية.

الوضع التصنيفي لجنس *نيوروسبورا* Systematic position of Genus *Neurospora*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسم: الفطريات الاسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويئفة: الزقيات الخصية
Series: Pyrenomycetes	مجموعة: الفطريات الزقية القارورية
Order: Xylariales	رتبة: الزيلاريات
Family: Sordariaceae	الفصيلة: السوردارية
Genus: Neurospora	جنس: *نيوروسبورا*

كما أسلفنا فإن هذا الجنس يمتاز بأهميته الكبيرة في دراسة النواحي الوراثية. وهو يحوي عددا من الأنواع أهمها *نيوروسبورا سايتوفيلا* *N. sitophila* الذي يعرف طوره الكونيدي الناقص باسم *Monilia sitophila* (شكل ١٠٣)، ويسمى عفن الخبز الأحمر Red bread mould لأنه ينمو عادة بسرعة على منتجات الخبز، ويسبب في بعض الأحيان أضرارا جسيمة ومتاعب للخبازين، وذلك بسبب سرعة انتشاره في المخابز فوق الدقيق وخاصة عند تعرضه للرطوبة الملائمة لنمو الفطر. وقديما كان من الصعب استئصال هذا الفطر إذا استقر في مخبز ما، ولكنه في الوقت الحاضر لم يعد ظهوره في المخابز يشكل أي خطورة، نظرا لابتكار طرق حديثة لمكافحته والسيطرة عليه. وفطر *نيوروسبورا* سريع النمو وخلايا الخيط الفطري عديدة الأنوية وتحتوي على أصباغ تتوقف كميتها على نوع الوسط الذي ينمو عليه الفطر.



شكل (١٠٤) دورة حياة فطر *نيوروسبورا سايتوفيلا N. sitophila*. (عن ديوب ١٩٨٣)

وتجدر الإشارة إلى أن طريقة انتقال الخلايا الذكرية (البذيرات أو الكونيدات الصغيرة) من سلالة إلى أخرى غير معروفة حتى الآن، وقد تحدث عن طريق الحشرات، حيث تنمو الشعيرة الأنثوية باتجاه الخلية الذكرية وتندمج معها، ويعتقد أن الأنوية تعبر من خلية إلى أخرى حتى تصل العضو الأنثوي وتدخله.

١٠٣) وهذا الطور كان معروفا منذ حوالي ١٤٠ عاما أي في عام ١٨٤٣ بينما الطور الزقي لهذا الفطر قد تأخر اكتشافه إلى عام ١٩٢٧ (Alexopoulos & Mims 1979).

وفي أغلب الأحيان يوجد طوران كونيديان أثناء التكاثر اللاجنسي للفطر، تتكون في أحد هذين الطورين كونيدات كبيرة Macroconidia (شكل ١٠٤و)، تجوي في معظم الأحيان عدة أنوية، إلا أن الكونيدة الطرفية قد تكون أحادية النواة، وتكون هذه الكونيدات محمولة في سلاسل مستقيمة ومتفرعة في نهاية الحامل الكونيدي (شكل ١٠٤هـ)، وفي هذه الحالة يظهر الفطر النامي على الخبز أو على البيئة الغذائية وردي اللون وخاصة في المناطق الحارة. وفي حالات قليلة أخرى قد ينتج الغزل الفطري تركيبا منتصبا مماثلا للحامل الكونيدي، ولكن تتبرعم منه أجسام غير متفرعة شبيهة بالجراثيم أحادية النواة تظهر على جوانب الخلايا تسمى بالبذيرات Spermatia، ولكن نظرا لصغر حجمها فإنه يطلق عليها غالبا كونيدات صغيرة Microconidia (شكل ١٠٤جـ). وكل من الكونيدات الكبيرة والكونيدات الصغيرة في مقدورها أن تنبت وتعطي غزلا فطريا جديدا (شكل ١٠٤).

التكاثر الجنسي. يعتبر فطر *N. sitophila* خنثى أي أن أعضاءه الجنسية الذكرية والأنثوية تتكون على نفس الثالوس. العضو الأنثوي أو ما يسمى بمولدة الزق Ascogonium تشبه في تركيبها مثيلتيها في فطري *بزيزا* و*اسكوبولوس*. وتتألف مولدة الزق من حامل وتركيب بيضي ملتف جزئيا ومتعدد الخلايا، وشعيرة أنثوية Trichogen (شكل ١٠٤ح)، طويلة مقسمة ومتفرعة، وتحاط جميع هذه التراكيب عدا الشعيرة الأنثوية الناشئة بغلاف من الخيوط الفطرية.

ونظرا لعدم وجود أنثريدات في هذا الفطر فإن الوحدات التي تمثل العنصر الذكري هي الكونيدات الصغيرة (شكل ١٠٤ب، جـ)، والتي تنشأ في سلاسل على حوامل كونيدية خاصة. ويجب أن تكون تلك الكونيدات ناشئة من سلالة أخرى مختلفة (إذ أن الفطر متباين الثالوس Heterothallic) حيث تتحد مع الشعيرات الأنثوية وتندمج أنويتهما مع بعضهما، ويلاحظ أن الكونيدات بنوعيها (الصغيرة والكبيرة) قد تقوم بوظيفة الخلايا الذكرية بجانب قيامها بوظيفتها الأساسية وهي التكاثر اللاجنسي.

الثمار الزقية القارورية انغماسا كاملا أو جزئيا.

وتضم هذه الفصيلة عددا من الأجناس الفطرية أهمها الجنس كلافيسيبس *Claviceps* الذي يتطفل على النباتات النجيلية وكورديسيبس *Cordyceps* الذي يتطفل على الحشرات، والعناكب، وأيضا على الأجسام الثمرية لبعض الفطريات.

الوضع التصنيفي لجنس كلافيسيبس Systematic position of Genus *Claviceps*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طريفة: الزقيات الخصية
Series: Pyrenomycetes	مجموعة: الفطريات الزقية القارورية
Order: Clavicipitales	رتبة: الكلافيسيتات
Family: Clavicipitaceae	الفصيلة: الكلافيسيتية
Genus: *Claviceps*	جنس: كلافيسيبس

يسبب هذا الفطر مرضا لكثير من الغلال كالقمح والشعير والشوفان والنجيليات البرية ويعرف بمرض الإرجوت Ergot disease وهو يعتبر من أقدم الأمراض المعروفة. وأهم ما يميز هذا الجنس أن جراثيمه الزقية خيطية أو إبرية الشكل، وهو يكون أجساما حجرية Sclerotia (مفردها Sclerotium) تخرج منها وسائد Stromata. ويضم هذا الجنس حوالي اثنا عشر نوعا أو أكثر تتطفل جميعها على نباتات الفصيلة النجيلية، وأشهرها النوع كلافيسيبس بيربوريا *Claviceps purpurea* الذي يتطفل على نبات الجودار أو الشيلم Rye (شكل ١٠٥)، ومختلف الحشائش والأعشاب النجيلية البرية، ولم يسجل وجود هذا المرض في المملكة العربية السعودية، ولكنه ينتشر في كثير من دول أوروبا واستراليا. وينجم عن الإصابة بهذا المرض نقصا في محصول النبات الذي يتطفل عليه ورداءة في صنفه. وتتركز أهميته أيضا بوجود نسبة صغيرة من الأجسام الحجرية السامة في محصول الحبوب والتي تتكون مكان بعض الحبوب السليمة. ولهذه الأجسام الحجرية خطورة بالغة الأهمية بالنسبة لسلامة الإنسان والحيوان، لأنها تحتوي على مواد قلويدية Alkaloids تعرف بالإرجوتين Ergotin وعند تناول الإنسان غذاء مصنوعا من طحين ملوث بمخلفات الأجسام الحجرية فإنه قد يحدث له حالات تسمم، وتكون أعراضه في الإنسان ضعف عام وقيء وصداع، وقد يؤدى ذلك إلى

وبعد الإخصاب تتكون الثمار الزقية القارورية (شكل ١٠٤ى)، وعندما تنضج تلك الثمار، فإنها تحاط بغلاف ثمري من نسيج برانشيمي كاذب، وتكون الخلايا الواقعة في الجزء الخارجي ذات جدر داكنة اللون، أما الجزء العلوي للغلاف الثمري فإنه يستطيل إلى عنق واضح ينتهي بثقب دائري يسمى فوهة. وكما هو الحال في عدد كبير من السفيريات تبطن القناة العنقية بشعيرات محيطية Periphyses (شكل ١٠٤س)، وتكون هذه الشعيرات واضحة في الثمار الزقية الناضجة. وتحتوي كل ثمرة زقية على عدد من الزقاق حيث يحتوي الزق الواحد منها على ثمان جراثيم زقية (شكل ١٠٤ك)، (في النوع *N. tetraspora* يحتوي الزق على ٤ جراثيم زقية فقط) ولا يوجد في هذا الفطر شعيرات عقيمة Paraphyses تنمو بين الزقاق عند نضجها، أما الجراثيم الزقية فهي بنية، داكنة أو سوداء، وذات خطوط طولية بارزة على الجدار الخارجي (شكل ١٠٤ل) وعند إنباتها تعطى غزلا فطريا جديدا (شكل ١٠٤أ).

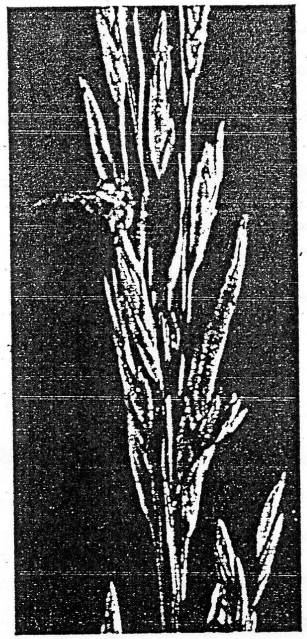
رتبة الكلافيسيبتات Order Clavicipitales

تتميز أفراد هذه الرتبة بأن الثمار الزقية القارورية تكون مطمورة دائما داخل الحشيات الثمرية التي تنشأ من أنسجة الفطر فقط. ويتميز جدار الثمرة الزقية تماما عما حوله من أنسجة العائل أو الحشية الثمرية (الستروما). وتكون جدرها ناعمة الملمس، عديمة اللون، أو ذات لون فاتح. وتوجد الشعيرات العقيمة على الجدر الجانبية للثمرة الزقية دون أن تظهر بين مجموعة الزقاق عند القاعدة. والزقاق طويلة أسطوانية ضيقة، أما الجراثيم الزقية فهي خيطية تتكسر في كثير من الأنواع عقب تحررها إلى عدد من الأجزاء الصغيرة يقوم كل منها بدور الجرثومة.

وتشمل هذه الرتبة عددا من الأجناس التي توضع عادة في فصيلة واحدة فقط هي الفصيلة الكلافيسيبتية.

☐ الفصيلة الكلافيسيبتية Family Clavicipitaceae

كانت هذه الفصيلة تنسب في الماضي إلى رتبة الهيبوكريات Hypocreales، وتتميز أفرادها بتكوين حشية ثمرية جيدة التكوين وذات أشكال مختلفة، وتنغمس بداخلها



شكل (١٠٥) أجسام حجري في فطر كلافيسيبس بربوريا *Claviceps purpurea* .
(عن بوزسي ١٩٧٧)

الوفاة، كما أنها تسبب للحوامل الإجهاض Abortion. ويعرف هذا المرض بالتسمم الإرجوتي Ergotism.

دورة حياة الفطر

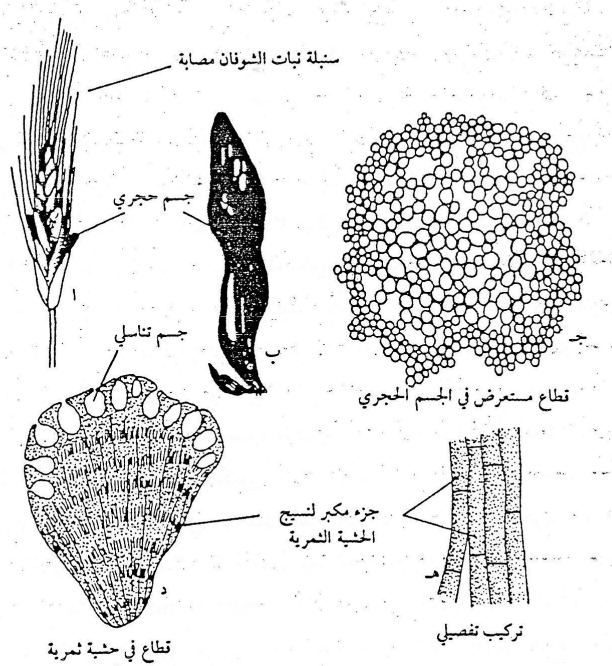
تبدأ الدورة بحدوث العدوى الأولية عن طريق إصابة الأزهار المتفتحة بالجراثيم الزقية (شكل ١٠٧ك)، حيث تعمل الرياح والحشرات على حمل ونقل تلك الجراثيم الزقية لتستقر على مياسم الأزهار الصغيرة في النبات العائل، ثم تأخذ تلك الجراثيم في الإنبات (شكل ١٠٧ل)، فتنفذ إلى القلم ثم إلى داخل مبيض الزهرة، وتعطي الجراثيم

بعد إنباتها غزلا فطريا (شكل ١٠٧ا)، يخترق أنسجة المبيض وينمو داخله فيتلفه، ثم بعد ذلك تتلاشى أنسجة المبيض، ويحل مكانها هيفات الفطر التي تكون على هيئة كتلة رخوة من الخيوط الفطرية التي تأخذ شكل المبيض. وينتج الفطر عدد من الحوامل الكونيدية فوق سطح المبيض (شكل ١٠٧ب)، وهي قصيرة وغير متفرعة، وتنتج عددا كبيرا من كونيدات شفافة اللون (شكل ١٠٧جـ)، أحادية الخلية وأحادية النواة، بيضية الشكل، تتراوح أبعادها من ٤ ـ ٦×٢ ـ ٣ ميكرون، وتتشكل الكونيدات في تعاقب قمي في قمة كل حامل كونيدي. وفي أثناء تكوين الكونيدات يحدث إفراز غزير أصفر اللون حلو المذاق من مادة لزجة، تجذب إليها الكثير من الحشرات أثناء موسم التزهير، وقد يمكن بواسطة تلك الإفرازات التي تسيل إلى الخارج ما بين قنابع الازهار المصابة التعرف على المرض وتشخيصه. وتعمل الحشرات على حمل الكونيدات من زهرة ومن نبات إلى آخر فتعمل على انتشار الاصابة وتكرارها خلال موسم زراعة النبات العائل. وبتقدم الإصابة يقل انتاج الكونيدات تدريجيا حتى يتوقف عند موسم حصاد المحصول. ويستمر الفطر في استنفاذ المحتويات الداخلية للحبة مكونا بدلا منها تشكيلات خيطية قوية التماسك داكنة اللون ومتداخلة مع بعضها بصورة محكمة مكونة نسيجا برانشيميا كاذبا Pseudoparenchyma (شكل ١٠٧ب)، لا تلبث أن تتغلظ جدرانه، وتأخذ في الاسوداد، وتكون كتلة صلبة سوداء اللون أو بنية غامقة، قرنية وغنية بالمواد الغذائية المدخرة، وهي تبرز من خلال القنابع Glumes ، ويطلق عليها الأجسام الحجرية Sclerotia (المفرد Sclerotium)، (شكلي ١٠٦، ١٠٧هـ)، ويمكن مشاهدة عدد من الأجسام الحجرية المتفرقة كل واحد منها يحل محل الحبة السليمة، وتبلغ أبعاد الجسم الحجري ٥ ـ ٢٠×٢ ـ ٣ مليمتر، وقد يأخذ مادة شكل الحبة السليمة، ولكنه يزيد عنها في الطول، إذ يبلغ طوله عادة ثلاثة أضعاف طول الحبة السليمة. والأجسام الحجرية للفطر هي التي تحتوى على المادة السامة، وعندما تنضج تلك الأجسام فإنها تتساقط على الأرض مع موت النبات العائل، وقد تبقى وتختلط مع الحبوب السليمة، ثم تعود معها ثانية إلى الحقل، أو أن تلك الأجسام تظل مختلطة بالتربة في حالة سكون لمدة طويلة نسبيا أثناء فترة الشتاء، دون أن تتأثر، وتستطيع تلك الأجسام الحجرية أن تتحمل مختلف الظروف البيئية غير الملائمة حتى قبيل موعد إزهار

(شكل ١٠٧ى). وفي العادة يكون سطح الوسائد مغطى ببروزات دقيقة هي عبارة عن الفوهات البارزة للثمار الزقية القارورية ذات جدار لا يختلف كثيرا عن نسيج الحامل المحيط بها. فإذا جهز قطاعا رأسيا في الوسادة الميفية تظهر لنا الثمار الزقية القارورية مطمورة في نسيج الرأس (شكل ١٠٧ى)، وتفتح للخارج بواسطة عدد من الفوهات، وتكون الثمار الزقية مملوءة بزقاق مستطيلة مقوسة قليلا، شفافة اللون، ضيقة الطرفين، ومحاطة بخيوط عقيمة صولجانية الشكل، ويحتوي كل زق على حزمة من ثمانية جراثيم زقية رقيقة (شكل ١٠٧ك)، شفافة، إبرية الشكل، ومقوسة قليلا، وتتراوح أبعادها من ٥٠ ـ ٧٦×٦, ٠ ـ ١ ميكرون وعند نضج الجراثيم يتمزق جدار الزق، وتندفع الجراثيم الزقية بقوة خلال الفوهة إلى الخارج، لمسافة تتراوح ما بين ٢٠ إلى ٨٠ مليمتر. وقد تعمل الرياح بعد ذلك على حملها ونقلها إلى مسافات بعيدة، فإذا سقطت على مياسم أزهار نبات الجودار فإنها تنبت مكونة انبوبا جرثوميا يخترق جدار مبيض الزهرة، وينمو ويتطور إلى غزل فطري بداخله، ثم يشرع بتكوين الكونيدات التي تنطلق مسببة إصابات ثانوية، وهكذا يعيد الفطر دورة حياته من جديد. وفي العادة تكون الجراثيم الزقية مقسمة عند الإنبات، ويوضح الشكل (١٠٧) دورة حياة فطر كلافيسبس *بيربوريا* حيث يلاحظ فيه قيام كل من عمليتي التكاثر اللاجنسي والجنسي.

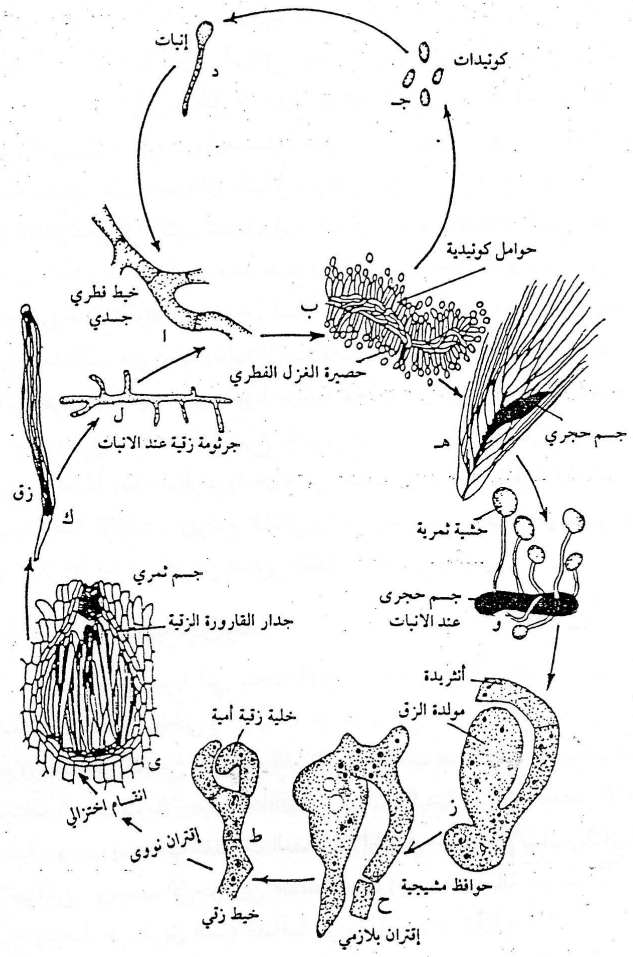
الأهمية الاقتصادية للإرجوت

للأجسام الحجرية التي ينتجها الفطر أهمية طبية كبيرة حيث أنها تعتبر كعقار معترف به رسميا وتدخل في تركيبات علاجية. فهي تحتوي بالإضافة إلى الدهون والبروتينات على كثير من المكونات الفعالة كالقلويدات Alkaloids والأمينات Amins المختلفة التي تعرف بالإرجوتين Ergotine ، إذ أن مركباتها تستخدم لبعض الأغراض الطبية. بسبب إستحثاثها لتقلصات العضلة اللاإرادية في الحيوان والإنسان وبالتالي تسبب الاجهاض. ويسبب الإرجومترين Ergometrine (وهو مادة فعالة سريعة الذوبان في الماء وتؤخذ عن طريق الفم) انقباضا سريعا للعضلات اللاإرادية لرحم الحيوانات والانسان وتعطى للأم الحامل أثناء الولادة العسرة. وتبين هذه الحقيقة صحة استعمال هذه الأجسام الحجرية للمساعدة على سرعة الولادة قديما، وتستعمل حاليا كعلاج لوقف النزيف الدموي الذي تتعرض له النساء الحوامل بعد الولادة.



شكل (١٠٦) يوضح الحشية الثمرية والجسم الحجري.
ا ـ سنبلة نبات الشوفان مصابة بمرض الإرجوت.
ب ـ الشكل العام للجسم الحجري.
جـ ـ قطاع مستعرض في الجسم الحجري.
د ـ قطاع في الحشية الثمرية يوضح الأجسام التكاثرية.
هـ ـ جزء مكبر لنسيج الحشية الثمرية.

النبات العائل في الموسم التالي. وحينئذ تنبت تلك الأجسام الحجرية معطية ستة أو أكثر من نموات خارجية متضخمة الرأس ومحمولة على أعناق رفيعة قائمة، بنفسجية اللون، يتباين طولها من ١٠ إلى ٢٠ مليمتر، ويحمل كل عنق في نهايته رأسا صغيرا كروي الشكل محمر يسمى وسادة (حشية ثمرية) Stroma (الجمع Stromata) (شكل ١٠٧و)، حيث ينطمر داخلها عددا من الثمار الزقية القارورية الشكل Perithecia



شكل (١٠٧) دورة حياة فطر كلافيسبس بيربوريا *C. purpurea* .

(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

وهناك ثلاثة أنواع أخرى من القلويدات التي يحتويها الجسم الحجري لهذا الفطر هي: الإرجوتامين Ergotamine ، الإرجوتوكسين Ergotoxine ، والإرجونوفين Ergonovine ولهذه المواد أثر مشابه للإرجومترين، وإن كان هذا الأثر أبطأ إلا أنه يظل مدة أطول. وعندما تأكل الأبقار والاغنام نباتات مصابة بمرض الأرجوت فإنه قد تسبب لها إجهاضا وموتا بطيئا حيث تتساقط أطراف من آذانها أو أسنانها حتى يحل الموت بالحيوان نتيجة لذلك.

لب الثمرة الزقية من الطراز النيكتيري Nectria Type Centrum

يتميز هذا الطراز من لب الثمرة الزقية بما يلي:

١ ـ تمتاز الثمرة الزقية القارورية بوجود جدار طري خاص بها، ولها بويب أو فوهة تبطنها شعيرات.

٢ ـ الزقاق أسطوانية أو صولجانية الشكل، ناشئة من الجدار القاعدي للثمرة الزقية.

٣ ـ جوانب الجدار الداخلي للثمرة الزقية تحيط بها شعيرات عقيمة كاذبة.

ويضم لب الثمرة الزقية من الطراز النيكتيري رتبة واحدة هي رتبة الهيبوكريات.

رتبة الهيبوكريات Order Hypocreales

تحتوي هذه الرتبة على أكثر من ١٠٠٠ نوع، يعيش أغلبها مترما والباقي يعيش متطفلا على أوراق وسوق وجذور النباتات الراقية، وقليل منها يعيش متطفلا على الأجسام الثمرية لفطريات أخرى أو على الحشرات. وتمتاز أفرادها بتكوين ثمار زقية قارورية ذات غلاف لحمي لين، وهي زاهية اللون، ولها بويب أو فوهة تبطنها الشعيرات العقيمة. والثمار الزقية إما أن تكون محمولة على السطح، أو مطمورة داخل أنسجة الحشية الثمرية أو أنسجة العائل. الزقاق أسطوانية تبطن القاعدة، وللجراثيم الزقية أشكال مختلفة، فهي قد تكون وحيدة الخلية، بيضية في بعض الأجناس كثيرة الخلايا أو خيطية، في أجناس أخرى. أما الحوامل الكونيدية فهي إلى حد ما كثيرة الانتشار في أفراد هذه الرتبة، وهي قد تكون مفردة أو قد تتجمع مع بعضها.

الوضع التصنيفي لجنس نيكتريا

Systematic position of Genus *Necteria*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويئفة: الزقيات الخصبية
Series: Pyrenomycetes	مجموعة: الفطريات الزقية القارورية
Order: Hypocreales	رتبة: الهيبوكريات
Family: Nectriaceae	الفصيلة: النيكترية
Genus: *Nectria*	جنس: نيكتريا

يعتبر هذا الجنس من أبرز الأجناس التي تنتمي إلى الفصيلة النيكترية، وهو يضم أكثر من ٤٠٠ نوع، تعيش إما رمية أو متطفلة على أغصان وأنسجة النباتات المختلفة فتسبب لها تقرحات وانسدادا للأوعية الخشبية، ومن ثم موت النبات العائل لتعيش بعد ذلك مترممة عليه. ومن أبرز الأنواع التابعة لهذا الجنس وأكثرها خطورة للنبات العائل الأنواع التالية:

نيكتريا سينابارينا N. cinnabarina، *نيكتريا كوكسينيا N. coccinea*، *نيكتريا ديتيسيما N. ditissima*، *نيكتريا جاليجينا N. galligena*.

يهاجم النوع نيكتريا سينابارينا (شكل ١٠٨) عادة أغصان وفروع الأشجار متساقطة الأوراق في البلاد الباردة مثل انجلترا مسببا لها مرضا يعرف باسم مرض التبقع المرجاني Coral spot disease على أشجار الكمثرى والتفاح والبرقوق وغيرها من أشجار الفاكهة. ولا تستطيع الخيوط الفطرية الناتجة من الجراثيم النابتة أن تخترق مباشرة لحاء النبات العائل، ولكن لابد لها من بداية ترممية بمعنى أنها تبدأ نموها على النبات عن طريق الأنسجة الميتة كأنسجة الجروح أو عن طريق العديسات، أو العناصر الخشبية في المناطق الميتة، أو عن طريق الأنسجة الملتحمة حديثا والمتكونة بعد سقوط الأوراق والأزهار، ثم تنفذ إلى الأنسجة الحية، ولذلك يقال بأن هذه البداية الترممية هي تأقلمية انزيمية للفطر كي تستطيع ممارسة نشاطها الإنزيمي في الأنسجة الحية. وبنمو الخيوط الفطرية داخل الأنسجة الحية فإنها تسبب انسداد الأوعية الخشبية للعائل، وينتج عن نشاطها كذلك تكون الصمغ Gummosis الذي يساعد على هذا الانسداد، مسببة بذلك موتا جزئيا للنبات المصاب ثم موت العائل أو ذبوله كلية. ويمكن تمثيل دورة حياة

وتنقسم هذه الرتبة إلى ثلاث فصائل هي:

١ ـ الفصيلة النيكترية Family Nectriaceae

٢ ـ الفصيلة الهيبوكرية Family Hypocreaceae

٣ ـ الفصيلة الهيبوميسيتية Family Hypomycetaceae

وفيما يلي كشاف مبسط للتمييز بينهما.

أ ـ الثمار الزقية القارورية سطحية على الحشية الثمرية، أو تكون حرة بدون حشية ثمرية.

الفصيلة النيكترية ..... Nectriaceae

أأ ـ الثمار الزقية مطمورة داخل حشية ثمرية من نسيج برانشيمي كاذب، أو داخل حصيرة مفككة من الخيوط الفطرية ..... ب، ب ب

ب ـ تكون الثمار الزقية مطمورة داخل الحشية الثمرية.

الفصيلة الهيبوكرية ..... Hypocreaceae

ب ب ـ تكون الثمار الزقية مطمورة داخل حصيرة مفككة من الخيوط الفطريه.

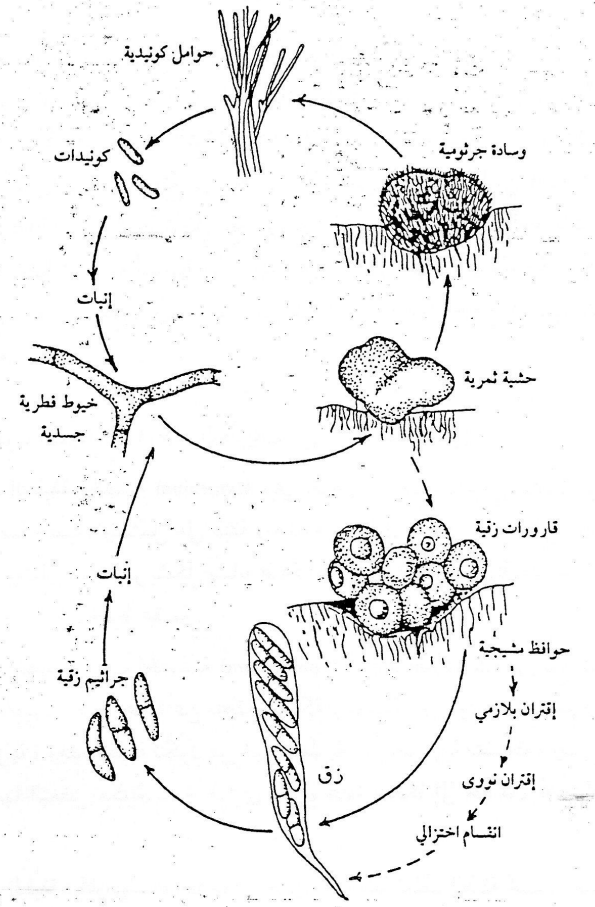
الفصيلة الهيبوميستية ..... Hypomycetaceae

سنقتصر فقط على دراسة الفصيلة النيكترية كنموذج لهذه الرتبة.

☐ الفصيلة النيكترية Family Nectriaceae

فطريات هذه الفصيلة خالية من الحشيات الثمرية، وإن وجدت الحشيات فإن الثمار الزقية تكون جالسة على سطح تلك الحشيات، ولا تكون مطمورة أبدا داخلها، ولب الثمرة الزقية في كثير من الأجناس تكون من الطراز النيكتيري، حسب ما تقدم وصفه.

وتضم هذه الفصيلة عددا من الأجناس الفطرية التي تعيش إما مترممة أو متطفلة، ومن أشهرها وأهمها جنس نيكتريا.



شكل (١٠٩) دورة حياة فطر نيكتريا سينابارينا *N. cinnabarina* .

(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

الماشية، وبعضها يعيش متطفلا. وأجسامها الثمرية (ثمارها الزقية) تكون عادة زاهية اللون إما حمراء، أو صفراء، أو برتقالية، وأحيانا تكون بنية تختلط على أرض الغابة مع



شكل (١٠٨) فروع من شجرة متساقطة مصابة بفطر نيكتريا سينابارينا *Nectria cinnabarina* .

(عن بورسى ١٩٧٧)

فطر نيكتريا سينابارينا في الشكل (١٠٩).

* مجموعة الفطريات القرصية «الكأسية» Series Discomycetes

تتميز الفطريات القرصية بأن الزقاق فيها تنتظم دائما داخل أجسام ثمرية قرصية أو طبقية الشكل يطلق عليها اسم Apothecia (مفردها Apothecium) التي تشاهد أحيانا فوق سطح التربة (شكل ٧٣د) وينتسب إلى الفطريات القرصية عدد كبير من الأنواع الفطرية يصل إلى حوالي ٦٠٠٠ نوع معظمها تعيش رمية في التربة، أو على الكتل الخشبية، أو فوق بقايا النباتات، والأوراق المتساقطة المتعفنة، أو على روث

الفطريات القرصية إلى فطريات قرصية فوق أرضية (تنتج أجسامها الثمرية فوق سطح الأرض)، وفطريات قرصية تحت أرضية (تتكون أجسامها الثمرية تحت سطح الأرض).

ويمكن تقسيم الفطريات القرصية فوق الأرضية Epigean إلى مجموعتين وذلك على أساس طريقة تفتح الزقاق، وميكانيكية انطلاق الجراثيم الزقية منها، وهاتين المجموعتين هما:

ا ـ الزقيات القرصية (الكأسية) غير الغطائية Inoperculate Discomycetes وفيها تفتح الزقاق بفتحة أعلى الزق، وتنطلق الجراثيم من ثقب دائري قمي.

ب ـ الزقيات القرصية الغطائية Operculate Discomycetes وفيها يوجد في طرف الزق قلنسوة مفصلية، أو شبه غطاء يفتح ويسمح بخروج الجراثيم الزقية إلى الخارج، وقد يحل محل الغطاء في حالات قليلة شق طولي تخرج منه الجراثيم عند تحررها من الزقاق.

★ الزقيات القرصية غير الغطائية فوق الأرضية

Epigean Inoperculate Discomycetes

تضم الزقيات القرصية غير الغطائية ثلاث رتب هي:

١ ـ رتبة الفاسيديات Order Phacidiales

٢ ـ رتبة الأوستروبات Order Ostropales

٣ ـ رتبة الهيلوتيات Order Helotiales

وتعتبر الرتبة الأخيرة أكبر الرتب الثلاث، وسنكتفي بدراستها فقط.

رتبة الهيلوتيات Order Helotiales

تعد هذه الرتبة من أكبر الرتب الثلاث التابعة للزقيات القرصية غير الغطائية، وثمارها الزقية إما أن تكون كأسية، أو قرصية الشكل. أما الزقاق، فتكون مغلظة قليلا

أوراق الأشجار الميتة. ويلاحظ أن هذه الأجسام الثمرية تبدو على شكل جسم كأسي، أو قرصي، ولذلك فإن هذه الفطريات يطلق عليها أحيانا اسم الفطريات الكأسية Cup fungi. ولكن إلى جانب الأشكال المثالية الكأسية، أو القرصية توجد أشكال من الأجسام الثمرية تشبه الاسفنج Sponge، والأجراس Bells، والألسن Tongues، والأسراج Saddles، أو تأخذ شكل المخ. وتشترك الأجسام الثمرية لهذه الفطريات على مختلف أنواعها في صفة أساسية تظهر فيها جميعا، وهي أنها تكون مفتوحة، وتحمل الزقاق إما على السطح، وإما داخل تجاويف كبيرة مفتوحة للخارج يتخللها بعض الخيوط العقيمة.

وتتكون الثمرةالزقية في هذه الفطريات من ثلاث طبقات هي:

١ ـ **الطبقة الخصية Hymenium**. وهي توجد في الجزء الأمامي للثمرة الزقية مكونة قرصا خصبا، وتشتمل على طبقة واحدة من الزقاق الاسطوانية الشكل، وتوجد متراصة، ومتوازية، فتظهر بشكل يشابه طبقة الخلايا العمادية في الأوراق النباتية، وقد تتخلل هذه الزقاق خيوط عقيمة.

٢ ـ **الطبقة تحت الخصية Subhymenium (Hypothecium)**. وهي تقع أسفل الطبقة الخصية، وهي عبارة عن منطقة سميكة وشحمية، ويتكون منها معظم جسم الثمرة الزقية، وهذه الطبقة تتكون من خيوط فطرية، وأسكوجونية متشابكة، ومتداخلة مع بعضها البعض مكونة نسيج فطري يكون عادة مفككا إلى حد ما، أو متماسك أحيانا.

٣ ـ **الطبقة الخارجية Ectal excipulum**. وهذه المنطقة تغلف الطبقة تحت الخصية، وتختلف هذه الطبقة من حيث اللون، أو الملمس، وغير ذلك من الصفات حسب الأنواع المختلفة التابعة للفطريات القرصية. ولذلك تعتبر هذه الطبقة المغلفة للثمار الزقية أحد المعايير المساعدة في التعرف على مختلف أجناس الفطريات القرصية.

ويمثل هذه المجموعة من الفطريات القرصية الأسراج Saddles (شكل ١١٨) والمورياة Morels (شكل ١١٥) وفطريات الكمأة Truffles (شكل ١٢٤). وتقسم

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

عند القمة، وبداخلها الجراثيم الزقية، وهي إما كروية أو بيضية، أو مستطيلة ولكنها نادرا ما تكون خيطية الشكل.

وتعيش معظم أفراد هذه الرتبة مترممة على التربة العضوية، أو على الخشب الميت، أو على روث الحيوانات، أو على أي مادة عضوية يجد فيها الفطر حاجته من الغذاء. ولكن البعض منها يعيش متطفلا على النباتات، وتعتبر أفرادها المتطفلة من ألد الأعداء الفطرية للإنسان، ومن أشهرها فطر *Monilinia fructicola* المسبب لمرض التعفن البني للثمار الحجرية، وفطر *Sclerotinia sclerotiorum* المسبب لمرض سقوط أوراق الخس، والخضروات الأخرى، وفطر *Stromatinia glodioli* المسبب لمرض تعفن الكورمة في نبات الجلاديولس *Gladiolus*، وفطر *Pseudopeziza trifolii* المسبب لمرض التبقع الورقي للبرسيم الحجازي، وغيرها من الفطريات التي لها خطورتها في بعض الأحيان.

وتضم هذه الرتبة ما بين ثمان إلى تسع فصائل، وهي غير محددة المعالم وقد حدث خلط كبير فيما بينها من قبل بعض الباحثين في الماضي. نذكر من بين هذه الفصائل التسع، ثلاثة فقط هما:

١ ـ الفصيلة السكليروتينية	Family Sclerotiniaceae
٢ ـ الفصيلة الديرماتيسية	Family Dermateaceae
٣ ـ الفصيلة الجيوجلوسية	Family Geoglossaceae

☐ الفصيلة السكليروتينية Family Sclerotiniaceae

تعتبر هذه الفصيلة من أكبر فصائل الزقيات القرصية غير الغطائية، وأهمها جميعا من الناحية الاقتصادية، معظم الفطريات التي تنتمي إلى هذه الفصيلة تعيش متطفلة اختياريا على بعض النباتات الزهرية، ومن السهل زراعتها في المنابت الصناعية. وتظهر مُنشآت الثمار الزقية Apothecia من حشيات ثمرية Stromata أو أجسام حجرية Sclerotia.

وجدار الثمرة الزقية يكون غالبا متميزا إلى جزء مستطيل شبه برانشيمي، ويتكون من خيوط فطرية متوازية، قاتمة اللون رقيقة الجدر، وهذا يختلف عن جدر الثمار الزقية

في الفصائل الأخرى التي تكون محيطة بأجزاء الثمرة الداخلية. والثمار الزقية في هذه الفصيلة متوسطة، أو صغيرة الحجم، وبنية اللون عادة، وفي أغلب الحالات تكون معنقة أي تتولد على قواعد إما أن تكون طويلة في بعض الأنواع، أو قصيرة في أنواع أخرى. والجراثيم الزقية غالبا شفافة وحيدة الخلية بيضاوية، أو ممدودة إلى حد ما.

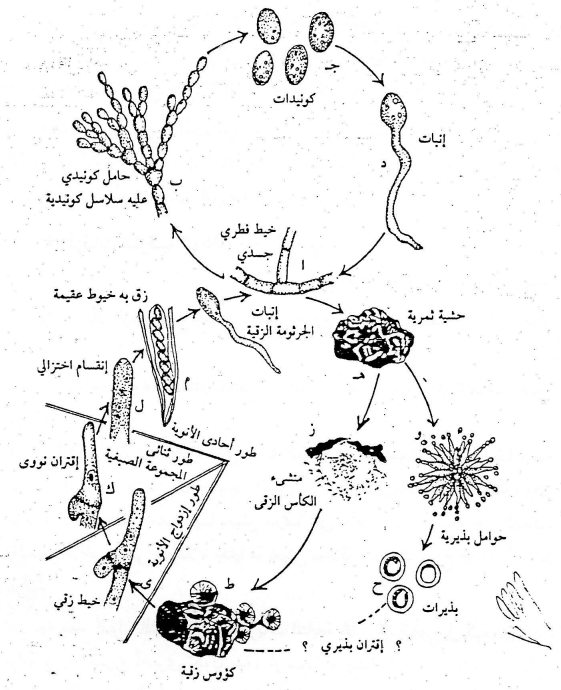
وتضم هذه الفصيلة حسب تقسيم ويتزيل (Whetzel 1945) أربعة عشر جنسا تحوي عددا من الأنواع التي تتطفل على النباتات، وتسبب لها أمراضا خطيرة. ويتم التمييز بين هذه الأجناس بواسطة الرجوع إلى الصفات العامة لأجسامها الحجرية، والحشيات الثمرية، وأطوارها الكونيدية المختلفة.

الوضع التصنيفي لجنس *مونيلينيا* Systematic position of Genus *Monilinia*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويئفة: الزقيات الحشية
Series: Discomycetes	مجموعة: الفطريات القرصية
Order: Helotiales	رتبة: الهيلوتيات
Family: Sclerotiniaceae	الفصيلة: السكليروتينية
Genus: *Monilinia*	جنس: مونيلينيا

سنتخذ هذا الجنس كمثال للفصيلة السكليروتينية. وتسبب أنواعه مرض التعفن البني لثمار الخوخ وغيره من الثمار الحجرية مثل الكمثرى، والتفاح، والبرقوق، والكرز، والمشمش، وتتراوح الخسائر التي يسببها الفطر لتلك الأشجار ما بين ٣٠ ـ ٨٠٪ من المحصول حسب شدة الإصابة، وهو ينتشر في معظم مناطق العالم التي توجد بها الأشجار ذات النوى الحجرية. ومن أهم أنواعه *مونيلينيا فراكتيكولا* *Monilinia fructicola* الذي يتطفل على أشجار التفاح والخوخ، وتبدأ إصابة النبات في الظروف الرطبة، حيث تنبت الجراثيم الكونيدية التي أمضت فترة الشتاء، وتعطي غزلا فطريا عديد الأنوية وعديم اللون، ويخترق البشرة عن طريق النجاويف والثغور والعديسات، أو عن طريق الخدوش التي تحدثها الحشرات، ثم ينمو في المسافات البينية من نسيج العائل، وينتج خلال فصل الصيف حوامل الجراثيم الكونيدية (الطور الناقص) على

الأوراق والثمار، وهي متفرعة تشبه الخيفات الفطرية، وتتحول خلاياها إلى عدد من الكونيدات، وتظهر الحوامل الكونيدية على هيئة مجاميع أو خصل رمادية اللون، وبعد ذلك تبدأ الثمار بالتصلب إذا بقيت محمولة على الشجرة، وتلعب الخنافس والحشرات الأخرى دورا كبيرا في انتشار الفطر، حيث تضع بيضها في جروح الثمار ثم تسدها ببرازها الذي يكون ممزوجا بالجراثيم الكونيدية، وتختلف الجراثيم الكونيدية (شكل ١١٠جـ)، في حجمها تبعا لاختلاف العوائل وظروف النمو المختلفة. وهي عادة بيضية الشكل، على هيئة سلاسل منفردة أو ثنائية. وتتوقف عملية تكوين الجراثيم الكونيدية على الظروف الجوية إذ تساعد الرطوبة العالية ودرجات الحرارة المعتدلة على تكوين هذه الجراثيم. كما ينتج الفطر كونيدات صغيرة تعرف بالبذيرات Spermatia (شكل ١١٠ح)، في المزارع الصناعية وعلى الثمار المتساقطة خلال فصل الشتاء وأوائل الربيع وتتولد هذه البذيرات في سلاسل على حوامل بذيرية مفردة أو في محيطات دائرية متحدة المركز وهي عادة لا تنبت ولم تعرف وظيفتها بعد ولكنها ربما تكون مسؤولة عن عملية إخصاب الفطر، حيث يتجمع الغزل الفطري ليكون حشية ثمرية (شكل ١١٠هـ)، تظهر فيها تراكيب خيطية عمادية مستقبلة «أنثوية» تنمو باتجاه البذيرات المتوافقة التي تكون بمثابة خلايا ذكرية، وتندمج معها ثم يحدث الاقتران البذيري الذي ينتج عن استطالة التراكيب العمادية ونموها لتعطي ثمارا زقية قرصية الشكل Apothecia (شكل ١١٠ط) على سطوح ثمار الفاكهة المصابة المتساقطة على الأرض أو المدفونة قليلا في التربة أو البقايا النباتية. ويتراوح عددها ما بين ١ إلى ٢٠ ثمرة زقية على سطح الثمرة الواحدة، وقطرها من ١ إلى ١٥ مم، وهي ذات عنق أسطواني الشكل يختلف متوسط طوله من ٠,٥ إلى ٣ سنتيمترات. ثم يصبح الجزء العلوي من الثمرة الزقية متسعا ويشبه القمع، وتحمل الثمار الزقية على سطحها العلوي الطبقة الخصية التي تتكون من زقاق قائمة ومتراصة بجوار بعضها ومتوازية وهي أسطوانية أو صولجانية الشكل، ومختلطة مع خيوط عقيمة شفافة متسمة، وتكون عادة بسيطة أو متفرعة (شكل ١١٠م)، ويحتوي كل زق على ثمان جراثيم زقية أحادية الخلية ولكنها ثنائية النواة، شفافة، بيضية الشكل ومرتبة في النصف الأعلى من الزق، وعندما تنضج الزقاق فإن الجراثيم الزقية تنطلق منها بعنف مكونة سحابة بيضاء فوق الثمرة الزقية. وتنتقل



شكل (١١٠) دورة حياة فطر مونيلينيا فروكتيكولا *Monilinia fructicola*.

(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

الجراثيم الزقية بواسطة الرياح والأمطار المتساقطة والحشرات إلى الأزهار المتكشفة، وتنبت مكونة أنبوبا جرثوميا (شكل ١١٠ن)، يخترق الأجزاء الزهرية حيث يصل مبايضها مسببا ذبولها. وتنتشر الخيفات (شكل ١١٠ا)، من خلال عنق الزهرة حتى

تصل إلى العفن نفسه حيث تحدث بها تقرحات وأخاديد متجعدة، ويؤدي ذلك إلى جفاف الأغصان المصابة، ويرافق ذلك إفرازات صمغية في تلك المناطق. ثم يبدأ الفطر بتكاثره اللاجنسي مكونا الكونيدات، وبذلك يعيد دورة حياته مرة ثانية.

وتجدر الإشارة إلى أن للثمار الزقية وما تنتجه من جراثيم زقية أهمية كبيرة في إحداث الإصابات الأولية للنبات، إذ تستطيع أن تمضي فصل الشتاء بنجاح داخل الأنسجة المصابة أو على الأوراق والثمار التي سقطت على الأرض.

★ الزقيات القرصية الغطائية فوق الأرضية

Epigean Operculate Discomycetes

وتتميز بأن الزقاق تفتح بغطاء يسمح بخروج الجراثيم، وتضم الزقيات الغطائية رتبتين هما:

١ ـ رتبة السيتاريات **Cyttariales**. وهي رتبة صغيرة ينحصر وجودها في النصف الجنوبي من الكرة الأرضية.

٢ ـ رتبة البزيزات **Pezizales**. وهي الرتبة الكبيرة في الزقيات القرصية المغطاة وتعتبر نموذجا جيدا لها. وتتميز بأن أجسامها الثمرية كأسية الشكل جالسة، أو معنقة، وهي طرية وأحيانا جلدية معظمها يعيش مترمما على الأخشاب الميتة، أو على الدبال، والبعض الآخر يعيش متطفلا، ومنها ما يعيش بعلاقة جذر فطرية مع جذور النباتات الراقية.

وتختلف ألوان الثمار الزقية للفطريات التابعة لهذه الرتبة فهي في البعض زاهية براقة، وفي أنواع أخرى تكون بنية، أو سوداء، ومنها ما يؤكل ومنها ما هو سام. وتنحصر أهمية هذه الفطريات بالنسبة لنا في الأنواع التي تؤكل منها، والأنواع السامة التي يجب تجنبها.

تفتح الزقاق كما ذكر آنفا بغطاء قد ينفصل بكامله، أو يبقى ملتصقا بالزق في إحدى جوانبه، وقد يتفتح الزق في هذه الفطريات على شكل شق، أو شفه. وتحتوي الزقاق عادة على ٨ جراثيم زقية، ولكن قد تكون الجراثيم الزقية ٤ أو ١٦، أو أكثر في كل زق. وتنتج بعض أفراد رتبة البزيزات أحيانا جراثيم مساعدة تشمل الكونيدات

ذات الأنواع المختلفة، وكذلك الجراثيم الكلاميدية والأويدات. أما الأجسام الحجرية Sclerotia فإنها نادرة في هذه الرتبة، والغزل الفطري متميز ونام.

لم يستقر الرأي بعد على تقسيم ثابت لرتبة البزيزات، ولكن يمكن اعتبارها مكونة من خمس فصائل تضم في مجموعها حوالي ٩٠ جنسا و٥٠٠ نوع، وذلك على حسب التصنيف الحديث الذي جاء في كتاب الكسوبولوس وميمز (Alexopoulos & Mims 1979) وهذه الفصائل هي:

١ ـ الفصيلة الساركوسيفية	Family Sarcoscyphaceae
٢ ـ الفصيلة البزيزية	Family Pezizaceae
٣ ـ الفصيلة الاسكوبولية	Family Ascobolaceae
٤ ـ الفصيلة المورشيلية	Family Morchellaceae
٥ ـ الفصيلة الهيلفيلية	Family Helvellaceae

☐ الفصيلة البزيزية **Family Pezizaceae**

تضم هذه الفصيلة أنواعا تعيش رمية فوق التربة الغنية بالدبال، أو على الأخشاب المتساقطة، أو فوق روث البهائم. ثمارها الزقية لحمية كأسية، أو قرصية، أو على شكل طبق، أو فنجان، وقد تكون جالسة أو معنقة، ودقيقة أو ضخمة، زاهية اللون أو داكنة، أو بنية، ملساء أو شعيرية.

وتضم هذه الفصيلة أربعة أجناس هي:

Peziza, Scutellinia, Anthracobia and *Patella*

أكبر الأجناس السابقة وأهمها هو جنس *بزيزا* لذا سنقتصر على دراسته فقط.

الوضع التصنيفي لجنس *بزيزا*

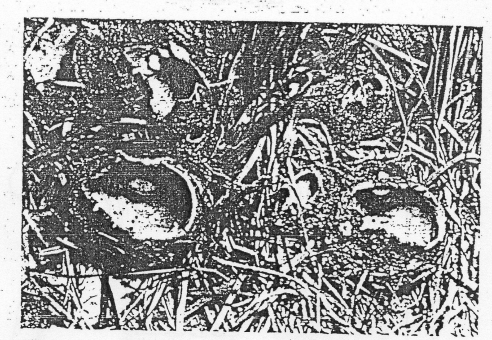
Systematic position of Genus *Peziza*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طريقة: الزقيات الحمية
Series: Discomycetes	مجموعة: الفطريات القرصية
Order: Pezizales	رتبة: البزيزيات
Family: Pezizaceae	الفصيلة: البزيزية
Genus: *Peziza*	جنس: بزيزا

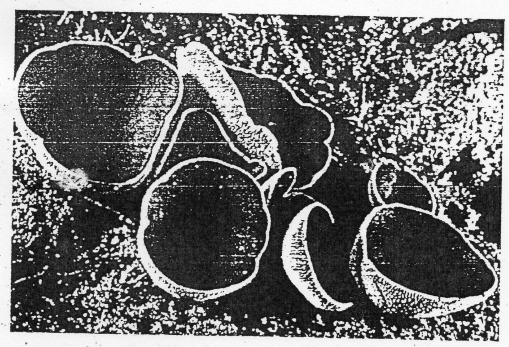
يعد جنس *بزيزا* واحدا من الفطريات القرصية المعروفة بكؤوسها أو ثمارها الزقية المثالية، ويعيش الفطر عادة مترمما على المواد العضوية في التربة، أو على الأخشاب المتعطنة، أو يعيش على روث البهائم، وليس للفطر القدرة أبدا على التطفل، ولذلك فهو يمثل الترمم الإجباري. ويضم جنس بزيزا حوالي ١٥٠ نوعا (Korf 1973)، تختلف فيما بينها في شكل الثمار الزقية «الأجسام الثمرية» وحجمها ولونها، وأشهر الأنواع المعروفة *بزيزا فسيكيولوزا P. vesiculosa* (شكل ١١١) التي تمتاز بثمارها الزقية الكبيرة الحجم، والتي توجد متزاحمة على أكوام السماد، وفي الغابات، والحدائق الغنية بالدبال، ولون ثمارها الزقية يميل عادة إلى اللون الأبيض، أو تكون بنية باهتة مع ظهور بعض البثرات الدقيقة على سطحها الخارجي. أما النوع *P. aurantia* (شكل ١١٢) فهو ينمو في الغابات على الأخشاب المتآكلة أو على التربة الغنية بالدبال، والثمار الزقية لهذا النوع حمراء اللون، ولذلك يمكن تمييزها بسهولة على أرض الغابة.

التركيب الخضري للفطر

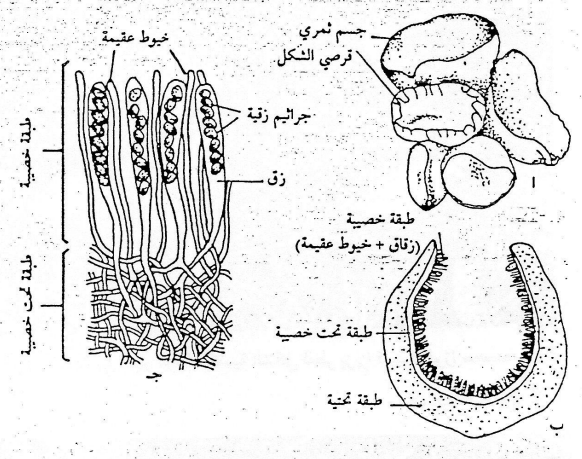
ينمو الغزل الفطري *للبزيزا* المكون من خيوط مقسمة، ومتفرعة، وينتشر خلال الوسط الغذائي، وفي موسم التكاثر يظهر على سطح الوسط الغذائي تركيب يطلق عليه الجسم الزقي، أو «الثمرة الزقية الكأسية الشكل» Apothecia جالسا (شكل ١١١٣)، ويبلغ قطره أحيانا ٤٠ سم. وعند دراسة قطاع عمودي في الكأس الزقي *للبزيزا* (شكل ١١٣ب، جـ) يتبين أنه يتركب من طبقة خصية Hymenium محاطة بجدار من كتلة كثيفة من خيوط فطرية متشابكة، وتتكون الطبقة الخصية من زقاق مرتبة ومتوازية، تتخللها خيوط عقيمة. ويحتوي كل زق في العادة على ثمان جراثيم زقية عديمة اللون، وتنتظم هذه الجراثيم داخل الزق في صف واحد عموديا، وتوصف في هذه الحالة بأنها أحادية الصف Uniceriate. ويمتاز هذا الفطر بأن الزقاق تقع على نفس المستوى لما يجاورها من خيوط عقيمة بعد اكتمال تكون الطبقة الخصية. ويلي الطبقة الخصية طبقة أخرى تسمى تحت الخصية Subhymenium التي تتكون من خيوط فطرية متشابكة، ويعقب ذلك جدار الكأس، أو ما يسمى بالطبقة الخارجية Ectal excipulum حيث يتكون من أنسجة برانشيمية كاذبة Pseudoparenchyma.



شكل (١١١) مجموعة من الثمار الزقية الكأسية الشكل لفطر *بزيزا فسيكيولوزا Peziza vesiculosa*.
(عن يوبيرتو توسكو ١٩٧٣)



شكل (١١٢) مجموعة من الثمار الزقية الكأسية الشكل لفطر *بزيزا أورانتيا P. aurantia*.
(عن يوبيرتو توسكو ١٩٧٣)



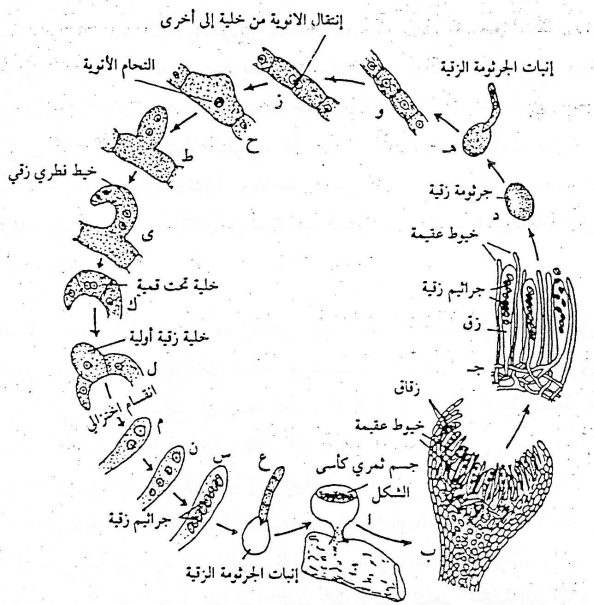
شكل (١١٣) فطر *بزيزا Peziza*.
ا ـ مجموعة من الثمار الزقية الكأسية الشكل.
ب ـ رسم تخطيطي لقطاع عمودي في الثمرة الزقية الكأسية الشكل.
جـ ـ جزء مكبر من القطاع يوضح الزقاق الصوجانية الشكل. لاحظ الجراثيم الزقية المرتبة في صف واحد والخيوط العقيمة المختلطة مع الزقاق والخيوط النطرية المتشابكة التي تظهر فيها بداية نشأة الزقاق.

طرق التكاثر

التكاثر اللاجنسي. يتكاثر فطر *البزيزا* لاجنسيا بتكوين جراثيم كونيدية Conidiospores ، أو جراثيم كلاميدية Chlamydospores. وقد تم اكتشاف الطور الكونيدي في ثلاثة أنواع من جنس *بزيزا* هما *بزيزا فيسيكيولوزا P. vesiculosa* ، و*بزيزا ريباندا P. repanda* ، و*بزيزا أوستراكوديرما P. ostracoderma* ، وذلك بواسطة العالم

دي باري. وفي الأنواع السابقة تكون الكونيدات محمولة على أطراف بعض الهيفات القائمة، والتي تسمى بالحوامل الكونيدية Conidiophores ، وكل كونيدة عند نضجها تنبت مكونة خيطا فطريا جديدا. وفي بعض الأحيان يحدث التكاثر اللاجنسي بواسطة تكوين جراثيم كلاميدية، وهي تمتاز بسمك جدارها، وتتكون إما مفردة، أو على هيئة سلاسل في داخل خلايا الخيط الفطري، كل جرثومة كلاميدية تنبت تحت الظروف الملائمة لتعطي خيطا فطريا جديدا. ويلاحظ أن هذا النوع من التكاثر نادر الحدوث في فطريات *البزيزا*، وعديم الأهمية في دورة حياة الفطر الذي يعتمد اعتمادا كليا على دورة الحياة الجنسية.

التكاثر الجنسي. لم يلاحظ بعد في فطر *بزيزا* تشكل أعضاء تكاثره الجنسية على هيئة أنثريدات ومولدات زقية كالتي تشاهد في معظم أفراد الفطريات الزقية الأخرى ولكن بدلا من ذلك تتشكل في وسط الغزل الفطري كتلة من الخيوط الفطرية المتشابكة، ثم تلتحم الأنوية داخل الخلايا على هيئة أزواج نووية تسمى Dikaryons (شكل ١١٤و، ن)، تنتمي كل منها إلى خلية والدة مختلفة. ثم تعطي هذه الخلايا المزدوجة الأنوية عددا من الخيوط المولدة للزقاق Ascogenous hyphae (شكل ١١٤ط)، ومن قمة كل خيط زقي تتشكل الزقاق التي تحتوي بداخلها الجراثيم الزقية. وذلك على نفس النمط المتبع في بقية أفراد الفطريات الزقية. تنحنى الخلية الطرفية في الخيط المولد للزق مكونة ما يسمى بالخطاف Hook or crozier (شكل ١١٤ى)، وهو ثنائي النواة. ثم تنقسم نواتي الخطاف في وقت واحد لتعطي أربع أنوية (شكل ١١٤ك)، ثم ما تلبث أن تتكون جدر فاصلة للتمييز بين كل من الخلية الطرفية أحادية النواة، والخلية تحت الطرفية Penultimate cell ثنائية النواة، والخلية القاعدية وحيدة النواة (شكل ١١٤ل)، وتكون الخلية تحت الطرفية في *البزيزا* عادة متميزة في كل خطاف، وهي تعمل بمثابة خلية والدة للزق، وتشكل كل من الخيوط الزقية والخلايا الوالدة للزقاق طور مزدوج الأنوية في دورة حياة فطر *البزيزا*، وتلتحم الأنوية المزدوجة في الخلية الوالدة للزق لتتكون نواة ثنائية المجموعة الصبغية (شكل ١١٤). وتنقسم هذه النواة ميوزيا ثم فتيليا (شكل ١١٤م، ن)، وينتج عن ذلك تكوين ثمان أنوية كل منها أحادية المجموعة الصبغية، وتنتظم الأنوية الثمان في صف واحد، وتحاط كل نواة



شكل (١١٤) المراحل المختلفة للتكاثر الجنسي في فطر بزيزا *فيسيكيولوزا* *P. vesiculosa*.
(عن باندي وتريفيدي ١٩٧٩)

بجدار لتكوين جرثومة زقية (شكل ١١٤س). أما الخلية تحت الطرفية فتستطيل لتكون فيما بعد الزق.

وتنتظم الزقاق جنبا إلى جنب على شكل صف واحد (شكل ١١٤ب، جـ)، ويتخللها عدد كبير من الشعيرات العقيمة، وتصبح الزقاق والشعيرات العقيمة مغلفة بخيوط خضرية عديدة مكونة ثمارا زقية مكشوفة طبقية الشكل كبيرة الحجم قد يصل قطرها إلى ١٠ سنتميترات، وقد تكون جالسة أو محمولة على حوامل قصيرة. وتعرف الطبقة المكونة من الزقاق وما يتخللها من شعيرات عقيمة باسم الطبقة الخصبية (شكل ١١٤ب).

☐ الفصيلة الأسكوبولية Family Ascobolaceae

تعيش أفراد هذه الفصيلة على روث البهائم، وهي ذات أجسام ثمرية صغيرة يتراوح قطرها ما بين ٠,٥ إلى ٥ مم باستثناء جنس *Ascobolus magnificus* الذي يعيش على روث الحصان حيث يصل قطر الأجسام الثمرية في هذا الفطر إلى ٢,٥ سم، أو أكثر من ذلك، وتنطلق الجراثيم الزقية من الزقاق بسرعة وعنف.

ويشبه الجسم الزقي في أفراد هذه الفصيلة مثيله في الفصيلة البزيزية إلا أنهما يختلفان عن بعضها البعض من حيث الصفات التالية:

تكون الجراثيم الزقية في هذه الفصيلة داكنة اللون تميل إلى السواد وجدارها سميك وتنتظم هذه الجراثيم في صفين وتسمى Biseriate أو تكون عديدة الصفوف Multiseriate وتبدى الزقاق استجابة خاصة عند اكتمال نضجها إذ يرتفع مستواها عن مستوى ما يحيط بها من شعيرات عقيمة Paraphyses. أما في الفصيلة البزيزية فإن الجراثيم الزقية تنتظم بداخل الزقاق في صف واحد وتسمى Uniseriate، وأن الزقاق عادة لا ترتفع فوق مستوى سطح الثمرة الزقية.

وتحتوي الفصيلة الأسكوبولية على عدد من الأجناس أهمها الجنسين *أسكوبولس* *Ascobolus* (الذي يضم ٤٨ نوعا) و*ساكوبولس* *Saccobolus*، وهما من الفطريات الروثية Coprophilous fungi بمعنى أنهما لا يستطيعان العيش بصورة طبيعية إلا على روث البهائم. أما الأجناس الأخرى فهي توجد أحيانا فوق الأخشاب المتآكلة، والأوراق، والتربة الغنية بالدبال.

☐ الفصيلة المورشيلية Family Morchellaceae

تتميز الفصيلة المورشيلية بأن أجسامها الثمرية كبيرة الحجم ومعنقة، وقلنسوتها في معظم الأحيان منقرة، وذات التواءات وثنيات واضحة، أو لها حافات تشبه قطعة الاسفنج. وتختلف ألوان وأحجام الثمار الزقية وفقا لاختلافها في الأعمار، وأيضا على حسب الأنواع المختلفة لأجناس هذه الفصيلة.

ومن السهل التمييز بين أنواعها بمجرد الالمام بشكلها العام، ومميزاتها. وتتميز هذه الفصيلة أيضا بتركيب جراثيمها الزقية التي تكون دائما عديدة الأنوية، ويتراوح عدد الأنوية في كل جرثومة من ٢٠ إلى ٦٠ نواة (Korf, 1973). وتضم الفصيلة المورشيلية، المورياات Morels (عيش الغراب الاسفنجي)، والموريلات الناقوسية Bell morels. ولا يعرف الكثير عن دورة حياة هذه الفطريات، ولكن القليل منها كان موضع دراسة واهتمام الباحثين، إلى جانب أن بعض أنواعها تؤكل ولذيذة الطعم، وتعد من أشهى الفطريات التي تقدم كغذاء، وأشهر أجناس هذه الفصيلة هما جنسي، مورشيلا *Morchella* وفيربا *Verpa*.

الوضع التصنيفي لجنس مورشيلا Systematic position of Genus *Morchella*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات زقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويفة: الزقيات حمية
Series: Discomycetes	مجموعة: الفطريات قرصية
Order: Pezizales	رتبة: البزيزات
Family: Morchellaceae	الفصيلة: المورشيية
Genus: *Morchella*	جنس: مورشيلا

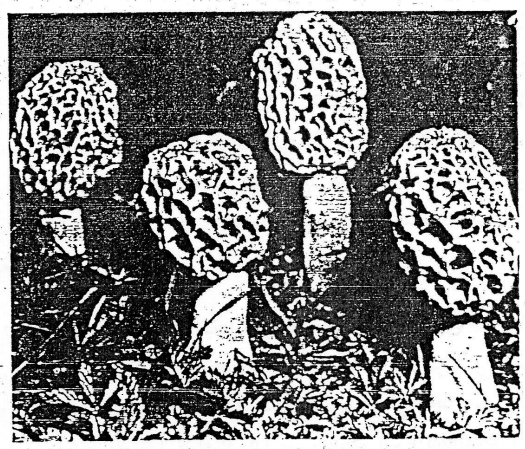
يعيش فطر مورشيلا مترما في التربة الغنية بالدبال، أو على بقايا الأخشاب المتآكلة في أرض الغابات، ويطلق على أفراده أحيانا بعيش الغراب الاسفنجي Sponge mushroom، أو الموربلات Morels (الفطريات الصالحة للأكل). ويشتمل جنس مورشيلا على عدد من الأنواع الشائعة، والمعروفة جيدا، ومن بينها النوع المخروطي *M. conica*، والنوع العادي *M. esculenta* والنوع الشهي *M. deliciosa*، والنوع الهجين *M. hybrida*، والنوع مغلظ الساق *M. crassipes* وجميعها صالحة للأكل، وذات قيمة غذائية عالية، وتأتي هذه الفطريات من حيث الأفضلية في الموائد الغذائية في الدرجة الثانية بعد فطريات الترافل. ويمكن تمييزها من بعيد، فكؤوسها الزقية لها أعناق غليظة وتكون فيها القلنسوة إما منقرة، أو تشبه قطعة الاسفنج. وعلى الرغم من أن فطر مورشيلا يعيش مترما إلا أنه من الصعب أن ينمو إلى مرحلة الاثمار على المنابت الصناعية، وإن كان من السهل أن تتكون مستعمرات الغزل الفطري على مثل هذه

المنابت دون أن تنتج الكؤوس الزقية. والغزل الفطري لمورشيلا غير واضح، وذلك لوجوده متشعبا داخل التربة الدبالية التي ينمو عليها، ويتكون هذا الغزل من كتلة من الخيوط الفطرية المفككة التي تنفذ عدة ستيمترات داخل المادة العضوية التي يتغذى عليها. والخيوط الفطرية مقسمة إلى خلايا، وكل خلية تحتوي على عدد كبير من الأنوية Multinucleate، وعندما تكون الظروف البيئية مناسبة فإن الغزل الفطري ينمو بسرعة، ويتفرع مكونا شقوقا، أو كتلا من الميسيليوم. هذه الكتل من الخيوط الفطرية المتشابكة تسمى بالعقد الفطرية Hyphal knots، وتتكون على مسافات قصيرة أسفل سطح التربة.

وعند توافر الرطوبة والمادة الغذائية المناسبة فإن كل عقدة تنمو إلى خارج التربة لتكون عنق ينتهي بالجسم الثمري Ascocarp (شكل ١١٦ا)، وهو من النوع القرصي الشكل Apothecium. وتتباين أحجام الأجسام الثمرية في أنواع فطر مورشيلا فيما بينها، فنجد أن بعضها قد يصل طوله إلى ١٥ سم، ويعتبر النوع *M. crassipes* أكبر الأجسام الثمرية حجما، وربما أطيبها نكهة، أما النوع *M. esculenta* (شكل ١١٥) فيصل طوله من ٨ إلى ١٠ سم.

وتتكون الثمرة الزقية في فطر مورشيلا من عنق Stalk غليظ، ويحمل في قمته قلنسوة Pileus يختلف لونها وحجمها على حسب الأنواع المختلفة وعمرها، وشكلها لحمي، ويختلف لونها من الأبيض الرمادي إلى البني القاتم. وتمتاز القلنسوة بأنها تعتبر الجزء الخصيب من الجزء الثمري، وتتساوى القلنسوة في الطول مع العنق إلا أنها أعرض منه قليلا عند القاعدة. وتكون القلنسوة ناعمة عند بداية تكونها، ولكنها عند البلوغ تصبح مثنية، ومتجعدة، أو منقرة بسبب ظهور الأخاديد، والتجعدات على سطحها، وهي تشبه إلى حد ما قطعة الاسفنج.

وعند دراسة قطاع عمودي بقلنسوة فطر مورشيلا يتبين أنها تتكون من طبقة خصيبة تتركب من صف واحد من الزقاق العديدة الاسطوانية الشكل يتخللها عدد كبير من الخيوط العقيمة (شكل ١١٦ب، جـ). كل زق يحتوي على ٨ جراثيم زقية كبيرة

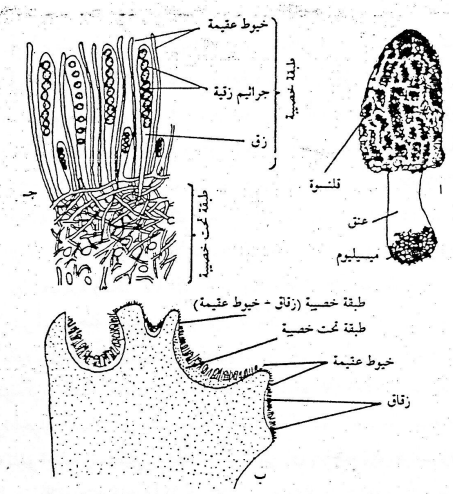


شكل (١١٥) الشكل العام للثمار الزقية في فطر مورشيلا *اسكيولنتا* *Morchella esculenta* .
(عن بويرتو توسكو ١٩٧٣)

الحجم، بيضية الشكل، عديمة اللون، تترتب داخل الزق في صف واحد، وتوصف بأنها أحادية الصف Uniseriate. ويوجد أسفل الطبقة الخصية طبقة أخرى تسمى بالطبقة تحت الخصية، وهي تتكون من خيوط فطرية متشابكة.

وتمتاز الزقاق في أنواع فطر مورشيلا بأنها موجبة الانتحاء الضوئي Phototropic فعندما تنضج الزقاق فإن قممها تتعرض فوق مستوى الطبقة الخصية وتميل دائما باتجاه الضوء الساقط، فعندما يسقط الضوء من الأعلى فوق الجسم الثمري الكأسي الشكل تكون هذه الأكياس عند القاعدة مستقيمة بينما تلك التي تقع في الجوانب فتكون مائلة قليلا. وكل زق مكتمل النمو عبارة عن خلية واحدة محاطة بجدار خلوي متمدد بسبب الضغط الداخلي، وتبطنه من الداخل طبقة سيتوبلازمية رقيقة تحيط بفجوة عصارية مركزية كبيرة، وفيها الجراثيم البيضية أحادية الخلية معلقة بالقرب من الطرف القمي للزق حيث يوجد غطاء Lid صغير يفتح إلى الأعلى. وعند نضج الجراثيم ينفجر الزق

فجأة بسبب الضغط الهيدروستاتي حيث يتقلص الجدار طوليا، وعرضيا بحيث تندفع الجراثيم بقوة من خلال فتحة الغطاء ثم تنطلق إلى الهواء بقوة ولمسافة قد تصل من ٢ إلى ٣ سم، بعد ذلك تنبت هذه الجراثيم مكونة أنابيب إنبات مقسمة، وتحتوي كل أنبوبة على عدد من الأنوية حيث تتفرع تلك الأنابيب مكونة الغزل الفطري لمورشيلا.



شكل (١١٦) جنس مورشيلا *Morchella* .
ا ـ جسم ثمري (ثمرة زقية).
ب ـ رسم تخطيطي لقطاع في القلنسوة.
جـ ـ جزء مكبر للطبقات الخصية وتحت الخصية يوضح الزقاق، الجراثيم الزقية والخيوط العقيمة.
(عن باندى وتريفيدى ١٩٧٩)

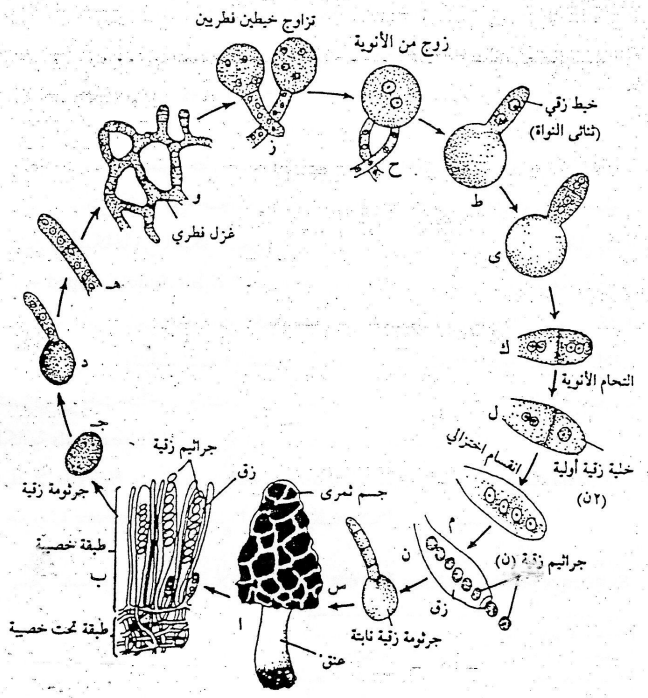
طرق التكاثر

يتكاثر فطر مورشيلا جنسيا فقط رغم أنه لم يكتشف بعد وجود أعضاء تكاثر جنسية وهي الأنثريدات والأسكوجونات في دورة حياة هذا الفطر. أما التكاثر اللاجنسي فلا وجود له في دورة حياة فطر مورشيلا. ويحدث التكاثر الجنسي عادة عن طريق التحام خيطين متجاورين من الخيوط الفطرية في الطبقة تحت الخصبة في منطقة القلنسوة (شكل ١١٧و، ز)، ويطلق على هذه العملية باتحاد الخلايا الخضرية Somatogamy. وبعد التحام الخيطين الفطريين تتحلل الجدر الفاصلة بين الخلايا، ويندمج السيتوبلازم في الخليتين ثم تترتب الأنوية مع بعضها البعض على شكل أزواج (شكل ١١٧ز)، ثم تنقسم نواتا كل زوج في آن واحد مكونة أزواج نووية جديدة (شكل ١١٧ح)، ويعقب ذلك ظهور براعم صغيرة تنمو إلى أعلى مولدة الخيوط الزقية As-cogenous hyphae (شكل ١١٧ط)، وهذه الخيوط مزدوجة الأنوية Dikaryotic، ويطلق على الخلية الطرفية مزدوجة الأنوية اسم الخلية مولدة الزق Ascus mother cell (شكل ١١٧ى)، ثم تندمج النواتان الأحاديتان في الخلية المولدة للزق مكونة نواة واحدة ثنائية المجموعة الصبغية (شكل ١١٧ك، ل)، ويلاحظ أنه عند هذه المرحلة من دورة حياة هذا الفطر أي مرحلة ما قبل تكوين الزق لا يتكون التركيب الخطافي، أو الكلابي الشكل المألوف في دورة حياة معظم الفطريات الزقية، وتنقسم هذه النواة انقساما اختزاليا مكونة أربع أنوية أحادية المجموعة الصبغية (شكل ١١٧م)، تنقسم بعد ذلك كل منها مرة أخرى انقساما غير مباشر مكونة ثمان أنوية أحادية المجموعة الصبغية، وفي هذه الأثناء تنمو الخلية وتستطيل، وهكذا تتحول إلى زق بداخله ثمان جراثيم زقية مع كمية من البروتوبلازم متبقية حولها (شكل ١١٧ن)، وعند نضج هذه الجراثيم الزقية تنطلق إلى الخارج عن طريق الفتحة الموجودة في أعلى الزق، ثم تنبت وتعطي غزلا فطريا جديدا (شكل ١١٧س).

الفوائد الاقتصادية لفطر مورشيلا

يعد فطر مورشيلا من الفطريات المعروفة بقيمتها الغذائية الجيدة، حيث أن أجسامها الثمرية هي الجزء الصالح للأكل، وتستعمل أنواعه كغذاء حيث تطبخ مع الأرز، والخضروات، في معظم دول العالم، وخاصة الأوروبية، والأمريكية، وجنوب

شرقي آسيا. ومن أشهر أنواع مورشيلا المستخدمة كغذاء هي الأنواع *M. esculenta* و*M. deliciosa* و*M. crassipes*. وجميع الموريلات تؤكل ولذيذة الطعم وتعتبر من أشهى الفطريات، ولا يكاد يفضلها في الجودة والنكهة سوى فطريات الكمأة التي تنمو في صحراء الجزيرة العربية في موسم سقوط الأمطار، وكذلك فطريات الترافل الأوروبية.



شكل (١١٧) المراحل المختلفة للتكاثر الجنسي في فطر مورشيلا *Morchella*.

(عن باندي وتريفيدي ١٩٧٩)

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

☐ الفصيلة الهيلفيلية Family Helveliaceae

لقد درج بعض علماء تصنيف الفطريات على دمج أفراد هذه الفصيلة ضمن أفراد الفصيلة المورشيلية السابقة الذكر، ومنهم الكسوبولوس (Alexopoulos 1962)، ولكن أخيرا تم فصل هاتين الفصيلتين عن بعضهما البعض بواسطة عدد من العلماء منهم دينيس (Dennis 1968, 1977) واكبلاد (Eckblad 1968) وريفاي (Rifai 1968) وكيمبروف (Kimbrough 1970) وكورف (Korf 1973) والكسوبولوس وميمز (Alexopoulos & Mims 1979).

وتضم هذه الفصيلة فطريات رمية تعيش معظمها فوق التربة، أو على الأخشاب المتعفنة، وتكون ثمارا زقية ضخمة تتمثل بقلنسوة مرفوعة على حامل أي أنها معنقة، وتتباين في أشكالها من الشكل النموذجي الكأسي الذي يشبه فطر *بزيزا* إلى شكل يشبه السرج Saddle-shaped. الطبقة الخصبية محدبة، ومتميزة عن العنق، وتمتد هذه الطبقة على سطح رأس الثمرة الزقية التي تكون متعرجة Convoluted قليلاً أو كثيراً، وهي كثيراً ما تحمل نتوءات وثنيات تشبه في شكلها المخ، وتكون مغطاة في بداية نشوئها بغلاف يتمزق في وقت متأخر. وتشتمل هذه الفصيلة على الفطريات السرجية والموريلات الكاذبة False morels التي تتوزع في مجموعة أجناس من بينها:

هيلفيلا Helvella، و*أندروودیا Underwoodia* و*واينيلا Wynnela* و*ريزينا Rhizina*، و*جيروميترا Gyromitra* وسندرس الجنس *هيلفيلا* كمثال لهذه الفصيلة.

الوضع التصنيفي لجنس هيلفيلا Systematic position of Genus *Helvella*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الاسكوبكرتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويئفة: الزقيات الخصبية
Series: Discomycetes	مجموعة: الفطريات القرصية
Order: Pezizales	رتبة: البزيزات
Family: Helvellaceae	الفصيلة: الهيلفيلية
Genus: *Helvella*	جنس: هيلفيلا

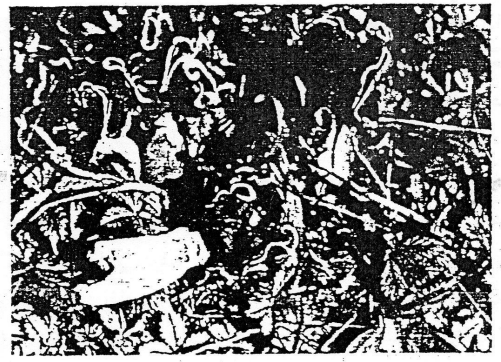
يعتبر جنس هيلفيلا من أشهر الفطريات السرجية *Saddle fungi*، والجسم الثمري للفطر عبارة عن ثمرة زقية كاسية محورة، وتتكون من قلنسوة غير منتظمة تأخذ شكل السرج، وتستقر عادة على عنق غليظ ملفوفا أو عديد البروزات. ويحتوي هذا الجنس على عدد من الأنواع أشهرها: هيلفيلا كريسبا *H. crispa* الذي يصل ارتفاع ثمرته الزقية إلى حوالي ١٠ سم، وتشبه قلنسوته السرج (شكل ١١٨). وهو ينمو بكثرة على التربة الغنية بالدبال ومختلطا بالأعشاب المتعفنة وكذلك يوجد أحيانا فوق الأخشاب المتعفنة وينمو الغزل الفطري تحت سطح الأرض، وهو مكون من عدد كبير من الخيوط متعددة الخلايا، رخوة التشابك، تحتوي كل خلية فيها من ٢ إلى ١٦ نواة. وتتكون ثماره الزقية بوفرة خلال فصل الربيع، وتتكون الثمار الزقية الحديثة تحت سطح الأرض إلا أنها كلما تنمو تشق طريقها إلى أعلى من خلال التربة حتى يصبح ارتفاع الجزء الذي فوق الأرض ما بين ٥ إلى ١٠ سم.

ويضم الجنس بالإضافة إلى هذا النوع عددا من الأنواع أهمها هيلفيلا موناشيلا *H. monachella* (شكل ١١٩) وهيلفيلا لاكيونوزا *H. lacunosa* الذي يظهر غالبا على التربة المحروقة، أو المعقمة التي تعرضت للبخار، وهو من الفطريات التي تظهر في وقت الخريف، وعلى الرغم من اعتبار هذا الفطر من الفطريات الصالحة للأكل إذا طبخ جيدا إلا أنه قد يسبب ضررا وعسر هضم للأشخاص القابلين للإصابة. ويلاحظ أن لون القلنسوة يميل إلى اللون البني أو الداكن. وهيلفيلا جيجاس *H. gigas*، وهو أكبر الأنواع في الحجم حيث يتجاوز ارتفاع ثمرته الزقية عن ١٥ سم، وقد يزيد قطرها عن ١٠ سم. وهيلفيلا أندارووديای *H. underwoodii* الذي يتكون من قلنسوة كبيرة الحجم تشبه السرج، وغير منتظمة، ويعتبر هذا النوع بدوره على درجة من الضخامة لا تقل عن الفطر السابق، وهو يظهر في أيام الربيع. وهيلفيلا اسكيوليتا *H. esculenta* الذي يتميز بقلنسوته المجعدة ولونها الداكن التي تميل إلى اللون البني والأحمر. وهيلفيلا إنفيولا *H. infula* الذي ينتج ثمارا زقية تشبه السرج، وتظهر خلال فصلي الصيف، والخريف.



شكل (١١٨) الثمار الزقية في فطر هيلفيلا كريسبا *Helvella crispa* .

(عن يوبرتو توسكو ١٩٧٣)



شكل (١١٩) هيلفيلا مونـاشيلا *H. monachella* .

(عن يوبرتو توسكو ١٩٧٣)

وتجدر الإشارة إلى أن جميع الفطريات السابقة على الرغم من أنها تعتبر فطريات صالحة للأكل إذا غسلت، وطبخت جيدا. إلا أنه يجب الحذر عند تناولها حيث إنها ليست مأمونة الجانب وتعتبر سامة إذا أكلت قبل اكتمال نموها. والمادة الكيميائية الفعالة في هذه الفطريات هو مركب عضوي يطلق عليه اسم حمض الهيلفليك Helvellic acid الذي أشتق اسمه من اسم الفطرة، ويبطل مفعول هذا الحمض في معظم الأحيان بواسطة الأحماض التي تفرزها المعدة، وكذلك يزيله الطبخ، والحرارة العالية. ويلاحظ أن بعض الناس قد استطاب طعم هذه الفطريات، وأصبحوا متعودين على تناولها منذ فترة طويلة دون أن يصابوا بأذى، ولكن تجد أنهم فجأة يصابون بحالات من التسمم نتيجة لتناولهم تلك الفطريات التي قد لا تؤثر فيها حرارة الطبخ حيث تسبب لهم تشنجات عصبية، وغيبوبة قد تودى بحياتهم إذا لم يبادر بعلاجهم.

★ الزقيات القرصية تحت الأرضية Hypogean Discomycetes

وهي التي تتكون أجسامها الثمرية تحت سطح الأرض، وتضم رتبة واحدة هي رتبة التيوبيرات.

رتبة التيوبيرات Order Tuberales

أفراد هذه الرتبة تعيش مترممة في التربة، وتشكل في معظم الأحيان علاقة جذر فطرية Mycorhiza على جذور النباتات الراقية مثل أشجار البلوط، والزان، وبعض النباتات الحولية وتسمى بالترافل Truffles، وأفرادها غالبا تعيش تحت التربة في الغابات، وتنمو ثمارها الزقية حتى تمام نضجها تحت سطح الأرض وبعض الأنواع يكون مدفونا دفنا جزئيا في التربة، وبعض الأنواع ينمو بين الأوراق البالية. الثمار الزقية تشبه الدرنات، وتكون عند النضج مغلقة، وفي المراحل الأولى من تكوينها تبقى مفتوحة على شكل قرص، ثم بعد ذلك نتيجة لارتباطها الوثيق بالحياة تحت التربة تبدأ أطراف الثمرة الزقية بالالتفاف والالتحام، وتكون الطبقة العلوية التي كانت من قبل مفتوحة داخل الثمرة عددا من الانثناءات والفراغات المملوءة بالزقاق. وتخرج الأجسام الثمرية لأفراد هذه الرتبة عند نضجها رائحة قوية تجذب القوارض كالسنجاب،

الوضع التصنيفي لجنس تيوبر
Systematic position of Genus *Tuber*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomycotina	قسيم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Hymenoascomycetidae	طويئفة: الزقيات الخصية
Series: Discomycetes	مجموعة: الفطريات القرصية
Order: Tuberales	رتبة: التيوبرات
Family: Tuberaceae	الفصيلة: التيوبرية
Genus: *Tuber*	جنس: تيوبر

فطر تيوبر من الفطريات المألوفة، وخاصة في جنوب أوروبا، وقد كان معروفا لدى الرومان منذ أكثر من ٢٠٠٠ سنة، وكان يعتبر آنذاك من منتجات الأرض الغامضة والغريبة، وتعيش أجسامه الثمرية مترممة تحت سطح الأرض وتكون مدفونة دفنا جزئيا في التربة العضوية المزروعة بأشجار الزان والبلوط والزيتون. وثمرته الزقية الناضجة كروية غير منتظمة التكور، وتكون طرية، أو خشبية في بعض الأنواع، وتتفرع الجدر التي تقسم الثمرة من الداخل تفرعات كثيرة حتى أن الطبقات الخصية تصبح ملتصقة ببعضها. الزقاق غالبا كروية الشكل والجراثيم داخل الزق غالبا تكون أربعة (شكل ١٢٣)، ولكن هذا العدد يختزل أحيانا إلى اثنتين أو واحدة. والثمار الزقية لكثير من أنواع الجنس تيوبر تؤكل وهي تعرف بالترافيلات أو العساقل Truffles، أو بطاطس الأرض، وتتميز بعلاقتها الجذر فطرية Mycorrhyza على جذور أشجار النباتات الراقية مثل البلوط، والزان، وغيرها من نباتات. وتكون الثمرة الزقية تحت أرضية أي مطمورة في التربة، وهي في بداية تكوينها مشابهة للثمرة الزقية في فطر *بزيزا* حيث تترتب الزقاق داخلها على شكل طبقة عمادية (طبقة خصبية) ثم تأخذ في التثنى والطي داخليا بشكل غير منتظم ويحيط به غشاء ثانوي ويصبح الطي أكثر وضوحا مع استمرار النضج وتهدف جميع هذه التحورات من ثنيات داخلية، وغشاء خارجي نحو صيانة الطبقة الخصية تحت الظروف تحت الأرضية، أو ربما هي تأقلمات لمثل تلك الظروف.

وعند نضج هذه الثمار الزقية أو ما تسمى بالأجسام الثمرية تفوح منها رائحة خاصة تجذب إليها القوارض وغيرها من حيوانات، حيث تنبش في التربة، وتستخرجها لتأكلها، وتمر الجراثيم الزقية دون أن تتلف خلال القناة الهضمية لتلك الحيوانات ثم

والجرذان التي تأكل الثمار الزقية التي تنتشر جراثيمها عن طريق القناة الهضمية للحيوان القارض. والزقاق إما أن تكون كروية، أو بيضية متسعة، والجراثيم الزقية غالبا كروية الشكل.

وتشتمل هذه الرتبة على فصيلتين هما:

☐ الفصيلة التيوبيرية Family Tuberaceae

لفطريات هذه الفصيلة التي تضم ٣٠ جنسا وحوالي ١٤٠ نوعا، أهمية كبيرة حيث أن كثيرا من أنواعها صالح للأكل، وبعضها له مكانته الفائقة باعتباره من الأطعمة الفاخرة في القارة الأوروبية. وهي تنمو طبيعيا على نطاق واسع في منطقة البحر الأبيض المتوسط من أوروبا، وينتشر عدد من أجناسها بكثرة في غابات إيطاليا، وفرنسا واسبانيا، حيث يتم تصدير أكثر من مليون طن سنويا من فرنسا وحدها، وحيث إن أجسامها الثمرية تنمو على بعد ١٠ إلى ٣٠ سم تحت سطح الأرض فإنه عادة يتم الحصول على تلك الأجسام الثمرية بواسطة الكلاب، والخنازير المدربة التي تجذبها الرائحة الصادر عنها، فتساعد المحترفين باستخراجها بعد اكتشاف أماكن نموها من قبل هذه الحيوانات.

وتجدر الاشارة هنا إلى أنه لم يستطع أحد من العلماء حتى الآن من استنبات الأنواع المفيدة من فطريات التيوبر حتى مرحلة الإثمار في المختبر. كما أن دراسة مراحل التكاثر الجنسي لتلك الفطريات هو من الصعوبة بمكان نظرا لأن كل أنواعها تنمو وتتطور تحت سطح التربة، ولكن تم التحكم مؤخرا بزراعة فطريات تيوبر والإكثار منها في أرضية الغابات التي تكثر فيها أشجار الزان والبلوط. وقد ثبت ذلك من خلال التجارب التي أجريت في غابات جنوب فرنسا، حيث يتم خلط التربة بقطع من الأجسام الثمرية للفطر، ثم تغطى بطبقة من التربة وتترك لمدة تتراوح بين ست إلى عشر سنوات، وبعد هذه المدة تبدأ عملية جمع الأجسام الثمرية للفطر، ويستمر ذلك سنويا لمدة تصل إلى عشرين سنة أو أكثر (Dube 1983).

كبير على المناطق الجغرافية التي تتسم بمناخ موسمي معتدل، وينتشر في أجزاء عديدة من جنوب شرق وغرب فرنسا وإيطاليا ويوغسلافيا، وبصفة عامة فإنه لا يتواجد خارج الحزام الممتد بين خطي عرض ٤٠ و٤٧ شمالا. ويوجد عادة ناميا تحت التربة العضوية المزروعة بأشجار الزان والبلوط والزيزفون، ويثمر خلال فصلي الربيع والشتاء، وذلك للارتباط الشكلي ما بين إنبات الأشجار، وخاصة البلوط، ونمو هذا النوع من الفطريات. وثمرته الزقية الناضجة كروية الشكل، ولونها أسود، أو أسود يميل إلى الاحمرار. ويُغَطّي السطح الخارجي للثمرة الزقية ببروزات وثآليل كثيرة، ونادرا ما يزيد قطرها عن ٨ سم، ويتألف الجزء الخارجي من الثمرة الزقية من خلايا عتيمة سميكة الجدر. واللب الداخلي للثمرة يكون طريا ومتماسكا، ولونه أسود محمر، أو بنفسجي، ويوجد عدد كبير من الجدر، أو العروق المتفرعة التي تقسم الثمرة الزقية من الداخل، وهذه الجدر تكون إما رمادية، أو بيضاء اللون. وتبقى الثمرة مغلقة بعد تمام نضجها، ولا تتحرر الجراثيم الزقية إلا بعد تحللها، وقد يحدث انتشار الجراثيم بواسطة الحيوانات وخصوصا القوارض.

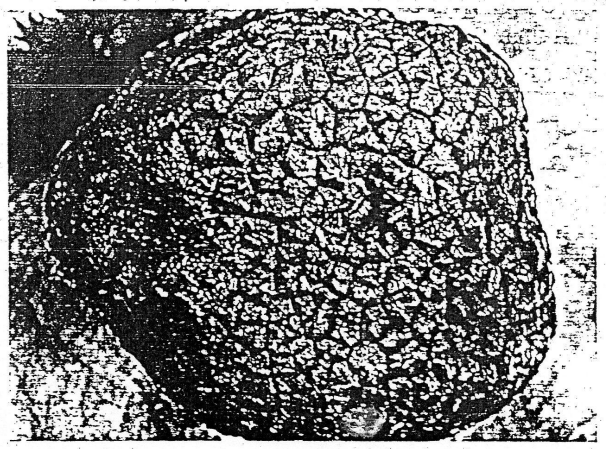
٢ ـ *تيوبر ماجناتم* ***T. magnatum*** (شكل ١٢١) ينمو هذا النوع على الأخشاب المختلفة، ويتم جمعه في أوروبا عادة في الصيف، والخريف. ولون الجسم الثمري من الخارج إما رماديا، أو طينيا، وتنتج الأجسام الثمرية لهذا الفطر رائحة طيبة. وإذا عمل قطاع عرضي في هذا الجسم الثمري فإنه يبدو من الداخل بنيا يميل إلى اللون الرمادي مع وجود بعض الجدر، أو العروق البيضاء بأحجام مختلفة (شكل ١٢٢).

٣ ـ *تيوبر ايستيفام* ***T. aestivum*** ، وهذا النوع شائع في الغابات النفضية وتنمو أجسامه الثمرية تحت سطح التربة، ويوجد على عمق من ١ ـ ٦ بوصات أو قد تظهر في بعض الأحيان قليلا على السطح ويصل وزن الجسم الثمري لفطريات *تيوبر* بصورة عامة إلى ٢٠٠ جم، أو أكثر، والجسم الثمري في هذا النوع صلب بيضي غير منتظم الشكل، وذو قشرة خارجية صلبة داكنة اللون، وكثيرة التعرجات.

وعند دراسة مقطع في الجسم الثمري لفطر *تيوبر* (شكلي ١٢٢، ١٢٣) فإنه يبدو

تخرج مع البراز وهي ما زالت محتفظة بحيويتها لتنبت فيما بعد إلى فطر جديد. ولم يعرف شيء ثابت حول هذا الموضوع طالما أن العلماء لم يتوصلوا حتى الآن إلى استنبات جراثيم هذه الفطريات، والحصول على أجسامها الثمرية بالطرق الصناعية. ويضم جنس *تيوبر* ما بين ٨٠ ـ ١٠٠ نوع (Korf 1973) معظمها صالحة للأكل أهمها الأنواع التالية:

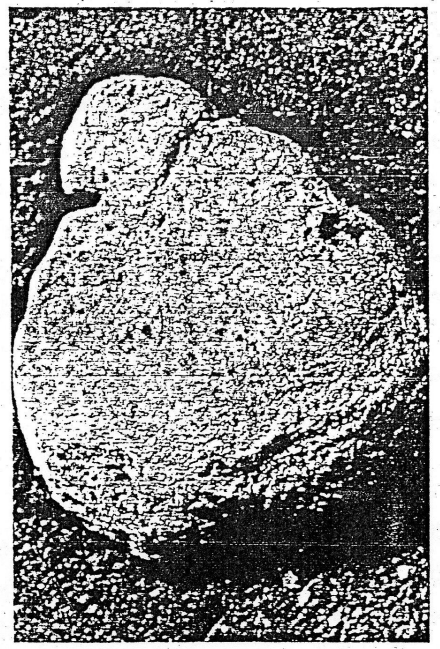
١ ـ *تيوبر ميلانوسبورام* ***T. melanosporum*** (شكل ١٢٠)، ويعد هذا النوع من أفضل أنواع *تيوبر* الصالحة للأكل. ويشتهر بمميزاته العديدة في مجال الطهي، ويستخدم في أغلب الأحيان لاضفاء الرائحة الزكية على الطعام، ولذلك فهو يحظى بمكانة عالية بين المهتمين بالأطعمة وأحوال الطبخ. ويحتوي على عناصر غذائية قيمة،



شكل (١٢٠) الثمرة الزقية لأحد فطريات *تيوبر* أو الترافل السوداء وهي من الفطريات الصالحة للأكل «*تيوبرميلانوسبورام* *Tuber melanosporum*» لاحظ وجود التجاعيد أو التثالات الجلدية السوداء المميزة للسطح الخارجي للدرنة.

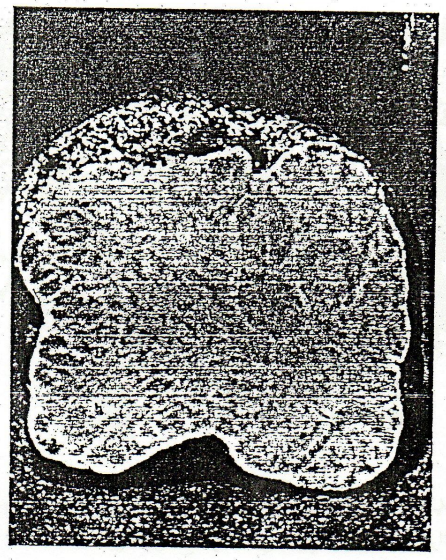
(عن بويرتو توسكو ١٩٧٣)

حيث تصل نسبة البروتين في مادته الجافة إلى ١٥٪ ونسبة النيتروجين ٥٪، بينما تصل نسبة الدهون والسكريات إلى حوالي ٢٪ لكل منهما. ويقتصر وجود هذا النوع إلى حد



شكل (١٢١) منظر سطحي لثمرة زقية ناضجة لفطر تيوبر ماجناتم *T. magnatum* .
(عن يوبيرتو توسكو ١٩٧٣)

للوهلة الأولى أن هذا الفطر لا ينتمى إلى الفطريات القرصية، مالم ندرس الأنواع الأخرى المقاربة، وكذلك المراحل الأولى من تكوين تلك الأجسام الثمرية كما أشير إلى ذلك عند التحدث عن خصائص الرتبة التابع لها هذا الفطر. في الطبقة الداخلية للجسم الثمري يتضح وجود عدد من العروق العقيمة المتشعبة، والمتداخلة خلال النسيج الحشوي الكاذب حيث تنتشر فيه الزقاق بصورة منتظمة كما أن الطبقة الخصية لا تتميز بوضوح، والزقاق في هذا الفطر شكلها كروي أو بيضي، وبداخل كل زق يوجد عدد محدود من الجراثيم يتراوح عددها بين الواحد والأربعة (شكل ١٢٣).



شكل (١٢٢) قطاع عمودي لثمرة زقية ناضجة في فطر تيوبر ماجناتم *T. magnatum* ، لاحظ وجود الثمرات البيضاء داخل الطبقة الخصية للثمرة.
(عن يوبيرتو توسكو ١٩٧٣)

☐ الفصيلة التيرفيزية Family Terfeziaceae

لا يزال الجدل قائما بين علماء الفطريات حول الوضع التصنيفي الصحيح لهذه الفصيلة، فبينما يرى بعضهم إضافتها إلى رتبة الإيلافوميسيتات Elaphomycetales التابعة لطويئفة الفطريات الزقية الكروية، وذلك استنادا إلى أن الثمار الزقية عند تمام نضجها تصبح مغلقة تماما، وأن الزقاق تتكون داخل اللب الخصيب للثمرة الزقية بصورة مبعثرة، وأنها تنفصل عن بعضها بواسطة عروق من نسيج عقيم، وأن الطبقة الخصية في الثمرة الزقية غير مميزة تماما عما يحيط بها من أنسجة & Gwynne Vaughan"



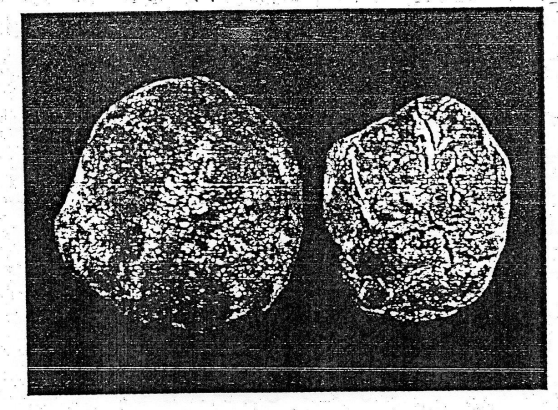
شكل (١٢٣) جزء من الطبقة الخصية لثمرة زقية ناضجة في فطر *تيوبر ميلانوسبورام* *T. melanos-porum* مصبوغة لتوضيح الزقاق التي تحتوي بداخلها على الجراثيم الزقية.
(عن يوبيرتو توسكو ١٩٧٣)

"Barnes (1937), Bessey (1950), Gaumann & Dodge (1828)". إلا أننا نجد أن الغالبية العظمى من علماء تصنيف الفطريات أمثال "Doge (1929), Fisher (1938), Gilkey (1939, 1954), Werdermann (1954), Singer (1961), Dennis (1968, 1977), Trappe (1971), Talbot (1971), Dring (1973), Korf (1973), Clements & Shear (1973) and Alexopoulus & Mims (1979)". وغيرهم، يميلون إلى وضع هذه الفصيلة ضمن رتبة التيوبيرات Tuberales التابعة لطويئفة الفطريات الزقية القرصية. ومن الأسباب الجوهرية التي دعت هؤلاء العلماء إلى وضع هذه الفصيلة ضمن رتبة التيوبيرات، هي أن الدراسات السيتولوجية والنشوئية أو التطورية التي أجريت على أفرادها، أثبتت بما لا يقبل مجالا للشك أنه في المراحل الأولى من تكوين ثمارها الزقية تبقى مفتوحة على شكل قرص، ثم بعد ذلك نتيجة لارتباطها الوثيق بالحياة تحت التربة

تبدأ أطراف الثمرة الزقية بالالتفاف والالتحام، وتُكوِّن الطبقة السطحية التي كانت من قبل مفتوحة عددا من الانثناءات والفراغات المملوءة بالزقاق داخل الثمرة.

والمؤلف يوافق رأي المجموعة الأخيرة في وضع هذه الفصيلة ضمن رتبة التيوبيرات: تضم الفصيلة عدة أجناس أهمها جنس *تيرمانيا* *Tirmania* ومنه النوعان *تيرمانيا نيفيا* *T. nivea*، و*تيرمانيا بينوي* *T. pinoyi* ويعرفان محليا بالزبيدي (الكمأ الأبيض) وتتميز الثمار الزقية في هذين النوعين بشكلها الكمثرى، وقد يصل وزن الواحدة منها إلى ١٠٠٠ جرام ويتنوع لون الغلاف الخارجي بين درجات الأصفر الفاتح والأبيض المشوب بالاحمرار، وذو سطح أملس أو متجعد قليلا. وجنس *تيرفيزيا* *Terfezia* الذي يشتمل على خمسة عشر نوعا أهمها: *تيرفيزيا بوديري* *Terfezia boudieri* الذي يعرف بالكمأة السوداء أو الداكنة (الخلاسي شكل ١٢٤)، وثمرته الزقية شبه كروية وذات فصوص، وقد يصل وزن الواحدة منها إلى ٣٠٠ جرام، ويختلف لون الغلاف الخارجي بين درجات البني الفاتح والبني الداكن، والنوع *تيرفيزيا أولبينسيس* *T. olbiensis*، ولون ثمرته الزقية بيضاء، والنوع *تيرفيزيا ليونيس* *T. leonis*، وهو موجود بكثرة في منطقة البحر الأبيض المتوسط، والنوع *تيرفيزيا ترانسكاوكاسيكا* *T. transcaucasica* المنتشر بكثرة في البادية السورية (بغدادي ١٩٧٣)، والنوع *تيرفيزيا أفريكانا* *T. africana* المنتشر في الصحراء الكبرى بشمال أفريقيا. وجميع الأنواع آنفة الذكر تعتبر صالحة للأكل، وذات أهمية اقتصادية كبيرة، فهي لذيذة الطعم، وتحتوي على نسب جيدة من البروتينات والسكريات. وقد عرفها كل من اليونانيون، والرومان وسكان شبه الجزيرة العربية، ومنطقة البحر الأبيض المتوسط، وشمال إفريقيا منذ القدم، وقد استعملها أطباء المسلمون الأوائل كابن سيناء وغيره كدواء، وذكروا بأن الماء المستخلص من ثمارها الزقية يجلو العين، ويعتقد بأنه يحتوي على مادة تفيد في شفاء أمراض العيون، ووصفوا الكمأة بأنها نبات ليس له جذور ولا أوراق ولا ساق، توجد في الأرض من غير أن تزرع، وتظهر بفعل أمطار الخريف الرعدية.

ولا يمكن تمييز فطريات الكمأة إلا عندما تكون ثمارها الزقية ناضجة، وذلك لأنها تنمو طبيعيا تحت سطح التربة Subterranean على عمق يتراوح بين ١٠ إلى ٦٠ سم،



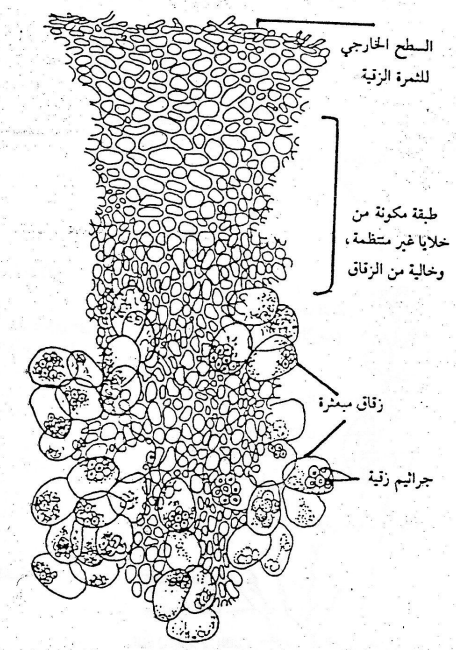
شكل (١٢٤) الشكل العام للثمار الزقية الناضجة لنوع من فطريات الكمأة (الخلاسي) المنتشرة بكثرة في صحراء الجزيرة العربية.

ولكنها تتكشف في بعض الأحيان فوق السطح بفعل عوامل التعرية المختلفة وهي تعيش مترممة، إلا أن البعض يرى أن لها دورا في تكوين الجذور الفطرية Mycorrhizae مع بعض النباتات الحولية، خصوصا تلك المعروفة محليا «بالإرقه أو الرقروق» *Helian-themum* spp في معيشة تكافلية (Awamah & Alsheikh 1978, 1980)، ومما يعزز ذلك تواجد الكمأة في الطبيعة بالأماكن التي يوجد فيها هذا النبات. وقد سجل ايرجان Ergun عام ١٩٦٩ وجودها في صحراء الكويت في التربة الهشة الخفيفة التي من النوع الجبسي، أو الملحية الحصباء، أو الملحية الجبسية الحصباء، وهي تظهر في مواسم معينة من العام، لفترة قصيرة غالبا ما توافق أوائل الربيع في الفترة ما بين فبراير وأبريل عند سقوط الأمطار الموسمية في أوائل فصل الشتاء (شهري أكتوبر ونوفمبر) حيث يصل حجم كمية الأمطار إلى ١٧٥ مم، وهي كمية مناسبة لإنتاج محصول وفير، أما المعدل السنوي للأمطار الذي يصل إلى ٧٥ مم فقط، فيعتبر غير كاف لظهور الكمأ. وتتفاوت فترة ظهور الكمأة وكمية محصولها من عام إلى عام تبعا لاختلاف الطقس وعوامل البيئة

الأخرى مثل كمية وزمن سقوط الأمطار، ظهور النبات الحولي المرافق «الإرقه» وكثافته، وتوزيعه، ونوع التربة (Awamah & Alsheikh 1980). ويعتبر الكمأ (جمع كمأة) من أغلى وأشهى الأطعمة في العالم فهو يجتذب انتباه جمهور عريض من الناس من مختلف الأذواق والاهتمامات. وفي الوقت الذي تظهر فيه الكمأة في الأسواق يقبل الناس على شرائها وترتفع قيمتها الشرائية كثيرا إذا ما قورنت بغيرها من المواد الغذائية الأخرى كالفواكه واللحوم مثلا. وتختلف ثمارها الزقية في الحجم، وقد يصل بعضها إلى حجم درنات البطاطس أو يزيد، وتكون مغلقة تماما عند نضجها، ويتصل الجانب الأسفل من الثمرة الزقية بالتربة عن طريق المركز، أو ما يسمى بالسرة Navel (nombril) وقد يمتد طولها في بعض الأحيان إلى عمق يصل إلى ١٥ سم، ويكون اتصال الثمرة الزقية بالتربة وثيقا في أطوار تكوينها الأولى، ثم ما يلبث ذلك الاتصال أن يصبح ضعيفا عند اكتمال نضج الثمرة، وتتشكل السرة غالبا من خليط من حبيبات الحصى الصغيرة مع بعض الشعيرات الجذرية للنباتات الحولية المرافقة (Awamah & Alsheikh 1978).

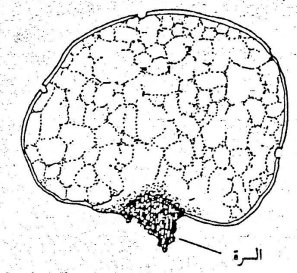
السطح الخارجي للثمرة الزقية أملس (شكلي ١٢٥، ١٢٦) وغير مغطى ببروزات أو ثآليل كالتي سبق ذكرها في فطريات تيوبر، وجدار الثمرة مكون من خلايا غير منتظمة في منطقة خالية من الزقاق على حافة جسم الثمرة (شكل ١٢٦). والزقاق غالبا ذات شكل كروي أو بيضي متسع، وتتراوح أحجامها من ٣٥ ـ ٤٨×٨٠ ـ ٩٠ ميكرون ويحتوي كل زق من ٤ إلى ٨ جراثيم زقية، كروية أو بيضية متسعة ويصل حجم الجرثومة الزقية إلى ١٨ ـ ٢٠×١٢ ـ ١٥ ميكرون وهي غالبا ذات جدار سميك، وغير مجتمعة في كتل هيفية أو مسحوقية عند نضجها كما هو الحال في بعض الفطريات تحت الأرضية الأخرى مثل فطر *ايلافوميس Elaphomyces* التابعة لرتبة الايلافوميسيتات.

ولم تنجح حتى الآن المحاولات العديدة التي يجريها العلماء على إمكانية زراعة وتنمية فطريات الكمأة للحصول على ثمارها الزقية على المنابت الصناعية في المختبر. ولكن النتائج الأولية التي حصل عليها عدد منهم في كل من الكويت والعراق وسوريا والسعودية وغيرها من الدول التي تكثر بها تلك الفطريات، ذات أهمية بالغة وتبشر بالخير، فلقد تم مؤخرا استنبات الجراثيم الزقية لفطريات الكمأة في المختبر، ومن ثم



شكل (١٢٦) قطاع في الثمرة الزقية مارا بالطبقة الخصية. في أحد فطريات الكمأة « *تيرفيزيا أولبينسس* *T. olbiensis* » يوضح الزقاق المبعثرة بدون نظام معين داخل الطبقة الخصية.

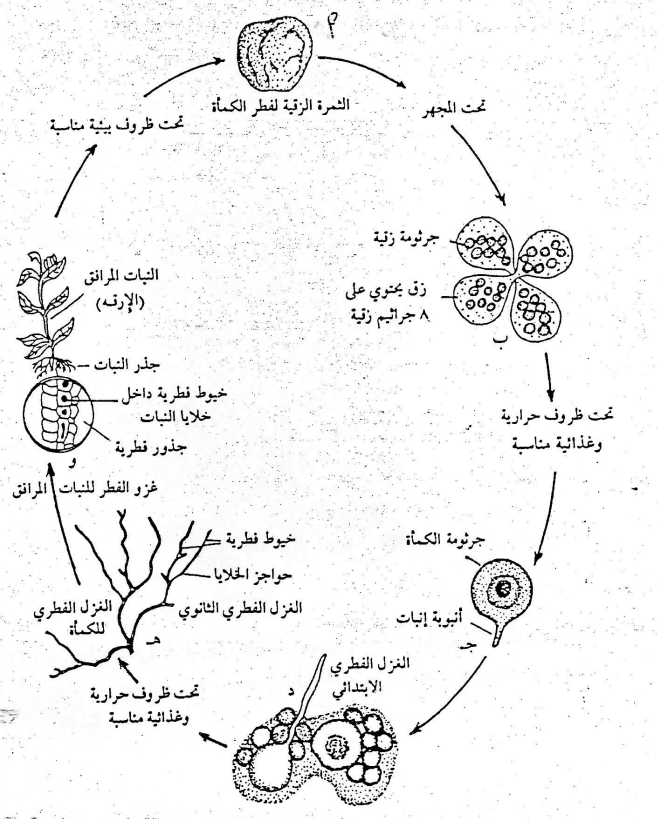
من الجرثومة الزقية. وتحتفظ الجراثيم بشكلها الطبيعي أثناء إنباتها. وينشأ من الجراثيم الزقية النابتة شبكة من الغزل الفطري الأولي في التربة (شكل ١٢٧هـ)، ويعرف هذا الغزل الفطري المتشابك بالكتلة الأولية، وتحدث داخل هذه الكتلة المتشابكة التحامات بين الأنواع المتزاوجة المختلفة من الغزل الفطري، ثم تتكون بعد ذلك كتل من الغزل الفطري الثانوي (شكل ١٢٧و)، الذي يشكل علاقة تكافلية مع جذور



شكل (١٢٥) قطاع في الثمرة الزقية لفطر *تيرفيزيا أولبينسس* *Terfezia olbiensis* لاحظ اتصال الجزء الأسفل من الثمرة بالتربة عن طريق السرة.

الحصول على مستعمرات الغزل الفطري على المنابت الغذائية، ولكن لم يصل نموه إلى مرحلة الإثمار. وقد وجد بواسطة الأبحاث التي أجراها عوامه والشيخ (Awamah & Alsheikh 1980) أن الجراثيم الزقية المأخوذة من ثمار زقية جافة لفطر الكمأة السوداء تتطلب مدة أقل لإنباتها على بيئة الآجار الصلبة (من ٧ إلى ٢٥ يوم) من المدة المطلوبة لانبات الجراثيم المأخوذة من ثمار زقية طازجة (من ١٨ إلى ٤٣ يوم)، وقد وجد أيضا أن الجراثيم الزقية تستطيع الانبات على بيئة الآجار بصورة طبيعية دون أي معالجة ميكانيكية أو إضافة أي محفزات للنمو من مواد كيميائية، أو انزيمات، أو أي معاملات حرارية خاصة كما يحدث عادة مع بعض فطريات تيوبر.

وتعتبر دورة حياة فطريات الكمأة بسيطة نسبيا (شكل ١٢٧)، وتبدأ هذه الدورة بأن تنبت الجراثيم الزقية غالبا وهي ما زالت داخل زقاقها، ولكن في بعض الأحيان تنبت بعد تحررها من الزقاق، وهي بهذا تختلف عن فطر تيوبر ميلانوسبورام (شكل ١٢٠) الذي لم يلاحظ فيه نمو الجراثيم الزقية وهي ما زالت داخل زقاقها إلا مرة واحدة فقط (Awamah & Alshiekh 1980). وعند إنبات الجراثيم الزقية فإنه يظهر منها أنبوبة إنبات واحدة وأحيانا اثنتان (شكل ١٢٧جـ، د)، وتظهر أنابيب الانبات في أي مكان



شكل (١٢٧) مخطط يوضح دورة حياة فطر الكمأة *Terfezia* sp. (ينبت الغزل الفطري الأولي من الجرثومة الزقية، ويلي ذلك عملية الالتحامات والتزاوج، ونمو الغزل الفطري الثانوي قبل الاتصال بجذور النبات المرافق وتكوين الجذور الفطرية، ثم تكون الثمار الزقية للفطر).

نبات الإرقه (الهيليانثيموم). وتستمر عملية التكافل حتى مرحلة إثمار الفطر واكتمال نموه (شكل ١٢٧). وعند نضج الجراثيم الزقية داخل ثمارها فإنها تنبت عند توفر الظروف البيئية المناسبة لتبدأ دورة الحياة من جديد (شكل ١٢٧). ونظرا لأن فطريات الكمأة كما ذكرنا آنفا تعتمد في تكوينها للثمار الزقية (الأجسام الثمرية) على ما تشكله من علاقة تكافلية مع أنواع من نبات الإرقه لذا فإن إمكانية الحصول على تلك الأجسام الثمرية عن طريق الزراعة المختبرية لا يتحقق بسهولة، ولكن ما تزال الدراسات والمحاولات البحثية مستمرة من قبل العلماء لامكانية زراعة هذه الفطريات تحت ظروف المختبر للحصول على أجسامها الثمرية ذات النكهة المستحبة والطعم اللذيذ.

وفيما يلي بعض الاجتهادات والمحاولات المقترحة من بعض العلماء والتي قد تساعد عند تطبيقها بدقة، على الحصول على الأجسام الثمرية للكمأة تحت ظروف بيئية محكمة، ومن هذه الاقتراحات ما يلي:

١ - الزراعة المختبرية للفطر في المرحلة الخضرية (الغزل الفطري).
٢ - زراعة بادرات أنواع نبات الإرقه في ظروف بيئية معقمة ومحكمة.
٣ - تلقيح جذور بادرات نبات الإرقه بفطريات الكمأة.
٤ - زرع بادرات الإرقه بعد الوصول إلى مرحلة جذر الفطر التكافلية في الموقع الذي يتم إعداده بحيث يمكن تزويده بالماء اللازم لنمو بادرات الرقوق، وبهذا يمكن الحصول على المرقد المناسب الذي ستنمو فيه الكمأة.

طويئفة الفطريات الزقية المسكنية Subclass Loculoascomycetidae

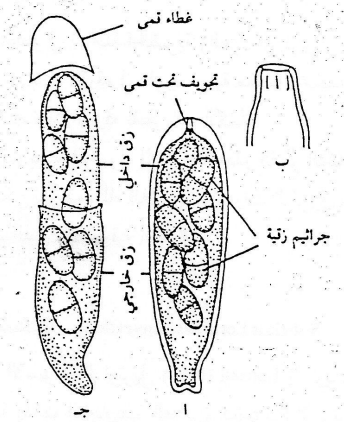
لقد أطلق عليها هذا الاسم العالم لوتريل (Luttrell 1955)، ويشير الاسم إلى الحشيات الثمرية المسكنية (ذات التجاويف الصغيرة Loculus) التي تنتج فيها هذه الفطريات زقاقها.

وتمتاز الطويئفة بصفتين أساسيتين لابد من اجتماعهما معا في هذه الطويئفة وهما:

١ ـ أن تكون الزقاق ثنائية الأغلفة (خارجي صلب يسمى الزق الخارجي Exoascus وداخلي ممدود يسمى الزق الداخلي Endoascus شكل ١٢٨).

٢ ـ أن تكون الثمرة الزقية عبارة عن حشية ثمرية زقية تتولد فيها الزقاق داخل مساكن (تجاويف).

وقد تكون الحشية الثمرية في الفطريات الزقية المسكنية متعددة المساكن Multilocular أي يتكون بها عدد من التجاويف التي تنفصل عن بعضها بالخيوط العقيمة المتحدة في أطرافها، أو تكون وحيدة المسكن Unilocular ، وإذا كانت وحيدة المسكن فإنه يصعب التفريق بينها وبين الثمرة الزقية القارورية إلا بعد دراسة مراحل تكوينها، ولذلك يطلق على الحشية الثمرية وحيدة المسكن بالثمرة الزقية القارورية الكاذبة Pseudoperithecium.



شكل (١٢٨) كيس زقي ثنائي الأغلفة يوضح :
ا ـ تجويف تحت قمي ب ـ جهاز الانفتاح القمي
جـ ـ كيس زقي منفتح .

ومعظم أفراد الطويئفة تكون جراثيم زقية مقسمة، إلا أن القليل من أجناسها تكون فيها الجراثيم الزقية غير مقسمة. وقد قسم لوترل (Luttrell 1973) الفطريات الزقية المسكنية إلى خمس رتب يمكن التفريق فيما بينها على أساس شكل وطبيعة لب الثمرة الزقية والزقاق التي تتولد داخلها وهذه الرتب هي :

١ ـ رتبة البليوسبورات Order Pleosporales
٢ ـ رتبة الميريانجيات Order Myriangiales
٣ ـ رتبة الهيميسفيريات Order Hemisphaeriales
٤ ـ رتبة الهيستيريات Order Hysteriales
٥ ـ رتبة الدوثيديات Order Dothideales

رتبة البليوسبورات Order Pleosporales

تتميز هذه الرتبة بأن لب الثمرة الزقية في أفرادها من النوع «البليوسبوري» وفيه تنمو الزقاق الأسطوانية الشكل بين خيوط عقيمة رأسية هي الشعيرات العقيمة الكاذبة، ويحتوي الزق الواحد على عدد كبير من الجراثيم الزقية المقسمة، وتعتبر هذه الخاصية من أهم الخصائص المميزة لأفراد هذه الرتبة، التي تنمو على الأخشاب المتساقطة أو على سيقان وأوراق النباتات الحية. وبعض الأجناس التابعة لها تنتج كونيداتها على الأوراق الحية، مسببة لها أمراضا تعرف بأمراض التبقع أو اللفحات، وتكون على الأوراق والسيقان الميتة ثمارا زقية دورقية كاذبة.

وتعتبر هذه الرتبة من أكبر رتب تلك الطويئفة وأكثرها تمييزا، وهي تنقسم إلى ثمان فصائل سوف نكتفي بدراسة فصيلة واحدة منها هي الفصيلة الفنتورية.

☐ الفصيلة الفنتورية Family Venturiaceae

تتميز أفرادها بتكوين غزل فطري ينمو داخليا بين الأدمة والبشرة في العائل الذي يتطفل عليه، ويكون حشية ثمرية، تعطي بدورها حوامل كونيدية بسيطة مقسمة، قصيرة وقائمة، ويحمل كل منها في نهايته كونيدة قمية مفردة. ويميز أفراد هذه الفصيلة أيضا وجود ثمار زقية دورقية كاذبة Pseudoperithecia منفصلة عن بعضها، في كل منها

عدد من الزقاق التي تجتمع مع بعضها في حزمة أو في طبقة. وتتكون الجرثومة الزقية من خليتين غير متساويتين، الخلية العلوية منها أكبر وأعرض من الخلية السفلية. تعيش أفرادها رمية أو متطفلة على أغصان وأوراق النباتات. وتضم عددا من الأجناس الهامة منها جنس فينتوريا *Venturia*، وجيبيرا *Gibbera* وستيجماتيا *Stigmatea* وباروديللا *Parodiella*.

الوضع التصنيفي لجنس فينتوريا — Systematic position of Genus *Venturia*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Ascomyconna	قسم: الفطريات الأسكوميكوتينية
Class: Ascomycetes	طائفة: الفطريات الزقية
Subclass: Loculoascomycetidae	طريفة: الفطريات الزقية المسكنية
Order: Pleosporales	رتبة: البليوسورات
Family: Venturiaceae	الفصيلة: الفنتورية
Genus: *Venturia*	جنس: فينتوريا

يعتبر هذا الجنس من أكبر وأهم الأجناس التابعة للفصيلة الفنتورية حيث يضم عددا من الأنواع المسببة للأمراض النباتية مثل فينتوريا اينيكواليس *Venturia inaequalis* الذي يتطفل على أنسجة أوراق وثمار التفاح وتسبب لها مرضا يسمى مرض جرب التفاح Apple Scab، وفطر فينتوريا بيرينا *V. pyrina* الذي يتطفل على نبات الكمثرى، وهما يسببان للنبات المصاب خسارة كبيرة في المحصول، ويعتبر مرض جرب التفاح المتسبب عن الفطر فينتوريا اينيكواليس من أخطر الأمراض التي تصيب التفاح في جميع أنحاء العالم التي تزرع فيها أشجار التفاح حيث إنه يؤثر على كمية المحصول وجودته ويعمل على إضعاف العائل نتيجة لما يسقط عنه من أوراق، كما يسبب تشوه الثمار بحيث لا تلاقي قبولا لدى المستهلك.

دورة الحياة

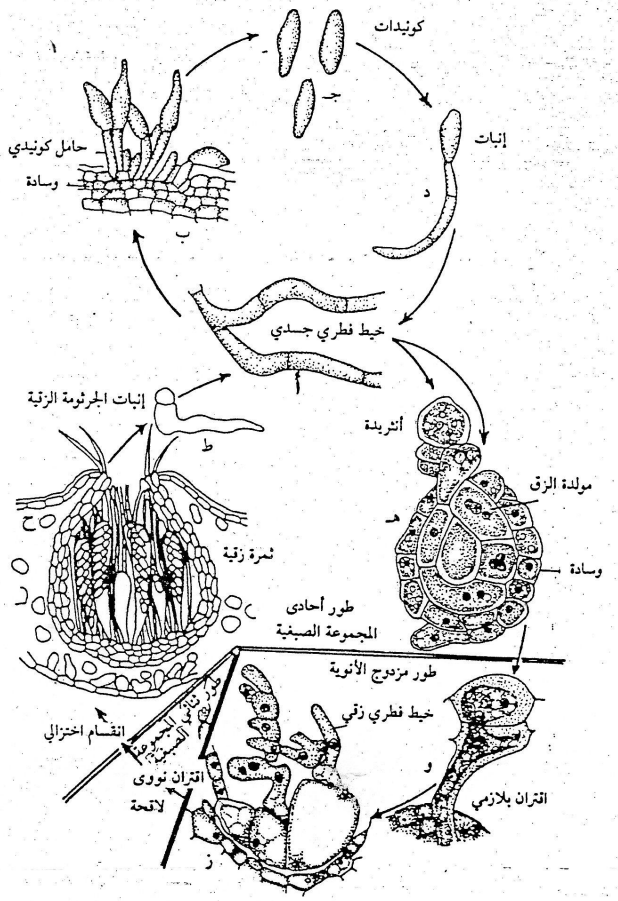
يقضي الفطر فصل الشتاء على شكل حشية ثمرية مطمورة في أنسجة أوراق التفاح المتساقطة على الأرض. وفي أوائل الربيع عندما تبدأ براعم نبات التفاح في الظهور والتفتح، تبدأ الثمار الزقية المطمورة داخل أنسجة أوراق التفاح الميتة في تحرير جراثيمها الزقية بقوة (شكل ١٢٩ح)، ثم تنطلق بواسطة الرياح التي ترفعها إلى مستوى الأوراق

الصغيرة فتصيبها. والجراثيم الزقية صفراء اللون ثنائية الخلايا وتكون الخلية العليا أعرض وأقصر في الطول من السفلى (شكل ١٢٩ظ)، ويعزى اسم الفطر إلى هذه الصفة. تأخذ الجراثيم الزقية في الإنبات على أسطح الأوراق الصغيرة حيث تكون أنبوبة إنبات، وينشأ من الجانب الملاصق لأدمة العائل عضو لاصق يتكون منه نتوء هيفي صغير يخترق الأدمة بصورة ميكانيكية ويتفرع مكونا كتلة من الهيفات المتراصة التي هي عبارة عن حشية ثمرية رقيقة تحت الأدمة (شكل ١٢٩ا). وبعد حوالي عشرة أيام من الإصابة تنشأ من الحشية الثمرية حوامل كونيدية قصيرة قائمة وينتهي كل منها بكونيدة مفردة غير مقسمة أو مقسمة بحاجز عرضي واحد أو حاجزين، وتأخذ شكل الشعلة (شكل ١٢٩ب)، ولها قاعدة مبتورة نوعا، ولونها بني. تسقط الكونيدات البالغة (شكل ١٢٩جـ)، وتترك علامة عند قمة الحامل الكونيدي، ثم يستطيل طرف الحامل الكونيدي وتتكون كونيدة ثانية، وهكذا تستمر عملية إنتاج الكونيدات حسب طبيعة الفطر والظروف البيئية. تنشق أدمة النبات العائل نتيجة الضغط الداخلي للحوامل الكونيدية والكونيدات وتظهر حصيرة كونيدية «أسيرفيولة» تكون فيها الحوامل الكونيدية والكونيدات مرتبة بشكل يشبه الشموع (شكل ١٢٩ب). تنتشر الكونيدات بواسطة الرياح فتعمل على إحداث إصابات متكررة خلال الموسم على الأوراق والثمار الحديثة في مختلف مراحل تكوينها حيث تعطي الفطر عدة أجيال من الكونيدات. ويطلق على الطور الكونيدي أو الناقص لهذا الفطر اسم سبايلوسيا بوماي *Spilocaea pomi*.

عندما تصبح الظروف البيئية غير ملائمة لتكوين أجيال جديدة من الجراثيم الكونيدية يبدأ الفطر بإكمال دورة حياته الجنسية داخل أنسجة الأوراق الميتة التي تتساقط من الأشجار المصابة وتعرف هذه المرحلة من حياة الفطر بالطور الكامل. وفيه يكون الفطر ثماره الزقية التي توجد بداخلها الزقاق والجراثيم الزقية، ويعرف الطور الكامل للفطر باسم فينتوريا اينيكواليس. وتبدأ هذه المرحلة بأن يتغلغل الغزل الفطري داخل أنسجة الأوراق الميتة ويبدأ في إنتاج ثماره الزقية (شكل ١٢٩هـ)، حيث تظهر المولدات الزقية ذات الخلايا العديدة الأنوية التي تنشأ من الحشية الثمرية على هيئة عقدة صغيرة من الخلايا، وفي نفس الوقت تتكون الأنثريدة من خيط فطري للسلالة المقابلة، ثم يتم الاتصال بين الأنثريدة والشعيرة الأنثوية. ونظرا لأن الفطر متباين الثالوس فإنه لا

يحدث التزاوج إلا إذا كانت مولدة الزق والأنثريدة من أفراد مختلفة السلالة. وفي مرحلة متقدمة تتفرع الأنثريدة من جميع الجوانب ويتم التلقيح بينهما حيث تذوب الجدر الخلوية في منطقة التلامس وتنتقل أنوية الأنثريدة إلى الشعيرة الأنثوية ومنها إلى مولدة الزق حيث تزدوج مع أنويتها، دون أن تندمج معها (شكل ١٢٩ز)، وفي كل زوج نواة موجبة وأخرى سالبة. ثم تنتقل أزواج الأنوية إلى الخيوط الزقية Ascogenous hyphae التي تأخذ في النمو من الجزء الأسفل لمولدة الزق، ثم تتكون الزقاق على قمم الخيوط المنحنية على هيئة كلابات نموذجية، وتتكون الزقاق في ثمار زقية قارورية كاذبة مغمورة في النسيج الحشوي (شكل ١٢٩ح)، وهي ذات أعناق قصيرة تبرز قليلا عن سطح الورقة، وعند نضجها يتكون في أعلاها فوهة. ويتكون على الواحدة عدد كبير من الثمار الزقية الكاذبة التي يتراوح قطر الواحدة منها ما بين ٩٠ ـ ١٧٠ ميكرون، وهي تظهر على هيئة نقاط متجمعة بحجم رأس الدبوس، سوداء اللون. وتضم كل ثمرة زقية ناضجة عددا من الزقاق الطويلة الاسطوانية الشكل، ويحتوي كل زق على ثمان جراثيم زقية زيتونية فاتحة، وتتكون الجرثومة الزقية عادة من خليتين غير متساويتين، ويفصل بين الزقاق خيوط عقيمة.

ويقضي الفطر موسم الشتاء في الأوراق المتساقطة وهي على هيئة ثمرة زقية غير ناضجة تأخذ في النمو ببطء خلال شهور الشتاء. وفي بداية الربيع يتم نضج الجراثيم الزقية التي تنطلق بقوة خلال الفتحة التي تظهر في الثمرة الزقية فوق الزقاق. وتقوم الرياح والأمطار بنقل تلك الجراثيم، وعندما تسقط على أجزاء حديثة من العائل كالأوراق والأزهار والثمار الحديثة فإنها تنبت مباشرة وتسبب الإصابات الأولية بالمرض. ويساعد على انتشار الإصابة الرطوبة النسبية المرتفعة في الجو ودرجات الحرارة المنخفضة. ويوضح الشكل (١٢٩) دورة حياة فطر *فينتوريا اينيكوواليس* حيث يلاحظ فيه كل من عمليتي التكاثر اللاجنسي والجنسي.



شكل (١٢٩) دورة حياة فطر *فينتوريا اينيكوواليس* *Venturia inaequalis*.

(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

وللفطريات البازيدية أهمية اقتصادية كبيرة، إذ أنها تضم أنواعا ضارة وأخرى نافعة. فمن أنواعها الضارة فطريات تسبب تلفا وخسارة كبيرة للمحاصيل الزراعية مثل أمراض الصدأ والتفحمات، وبعض الفطريات البازيدية الراقية تتطفل على أشجار الغابات وأشجار الظل، والبعض الآخر يعيش مترمما على الخشب الخام وخصوصا أخشاب ونوافذ المنازل، وأخشاب قضبان السكك الحديدية، وأعمدة التليفون وخاصة في المناطق الاستوائية التي ترتفع فيها الرطوبة الجوية طول الوقت حيث تسبب الأجسام الثمرية لتلك الفطريات تآكلا وتعفنا للأخشاب المختلفة يعرف بتعفن الأخشاب Wood rotting ، وسنتعرض لذلك فيما بعد.

وعلى الرغم من الأضرار الكبيرة التي تسببها الفطريات البازيدية والتي تقدر قيمتها بعشرات الملايين من الدولارات سنويا، إلا أن لبعضها فوائد اقتصادية كبيرة، حيث إنها تضم عددا من أنواع فطريات عيش الغراب التى تؤكل، وهي ذات انتشار عالمي ومعروفة للإنسان منذ القدم، وقد نشأت في بعض البلدان المتقدمة مثل اليابان ودول أوروبا والولايات المتحدة صناعات تعتمد على زراعة الأنواع ذات القيمة الغذائية الجيدة من فطريات عيش الغراب وذلك على نطاق تجاري واسع لغرض استهلاكها كغذاء للإنسان.

وتشترك الفطريات البازيدية مع الفطريات الزقية التي سبق الحديث عنها، في أن غزلها الفطري يتكون من خيوط فطرية غزيرة النمو، متفرعة ومنقسمة بحواجز عرضية مثقبة، ولكنها تختلف عنها بتكاثرها الجنسي عن طريق تكوين جراثيمها البازيدية Basidiospores التي تختلف جوهريا عن الجراثيم الزقية بأنها تتولد خارج تركيب خاص صولجاني الشكل يعرف بالبازيديوم أو الدعامة Basidium وهو يقابل الزق في الفطريات الزقية، وهو إما أن يكون منقسما أو غير منقسم. أما التكاثر اللاجنسي في الفطريات البازيدية الذي يتم عن طريق تكوين الجراثيم الكونيدية فهو أقل انتشارا من الفطريات الزقية.

الفصل السابع

Division: Amastigomycetes

قسيم الفطريات البازيديوميكوتينية

Subdivision Basidiomycotina

طائفة الفطريات البازيدية

Class Basidiomycetes

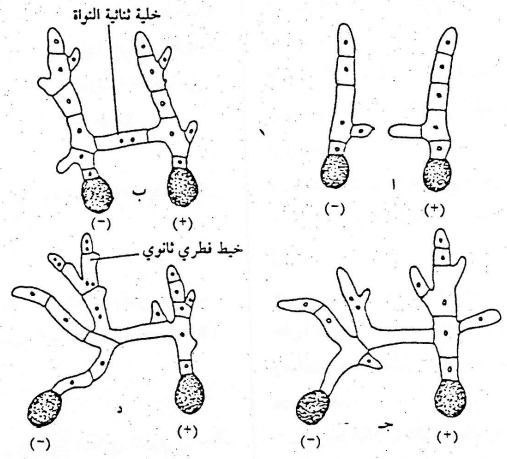
تعد الفطريات البازيدية من أرقى المجاميع الفطرية، وأكثرها تعقيدا، وتضم مجموعة متباينة من الفطريات التي تختلف في أشكالها وأحجامها، ويتراوح عدد أنواعها ما بين ٢٠,٠٠٠ إلى ٢٥,٠٠٠ نوع موزعة في أكثر من ٥٥٠ جنسا. أغلبها فطريات كبيرة الحجم، تعيش عادة متطفلة أو مترممة على التربة الغنية بالمواد العضوية وعلى بقايا جذوع الأشجار وكتل الأخشاب المتساقطة في أرضية الغابات. وتشاهد هذه الفطريات عادة في الربيع والخريف في الحقول المفتوحة والغابات وتعرف بأسماء شائعة منها فطريات عيش الغراب Mushrooms التي تؤكل، وعيش الغراب السام Toadstools ، والكرات النافخة Puff balls والقرون العفنة Stink horns ، وفطريات الأرفف Shelf fungi والفطريات الجيلاتينية Jelly fungi والنجوم الأرضية Earth stars وفطريات أعشاش الطير Nest's fungi وغيرها.

بالإضافة إلى ما سبق فإن هذه الطائفة تضم فطريات مجهرية ومعروفة وهي فطريات الصدأ Rust fungi وفطريات التفحم Smut fungi التى تتطفل داخل أنسجة النباتات الزهرية.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

المراحل المختلفة لتكوين البازيديوم والجراثيم البازيدية

عند إنبات الجراثيم البازيدية كل على حدة فإنه ينشأ عن إنباتها أغزالا فطرية ابتدائية خلاياها أحادية النواة Monokaryons (شكل ١٣٠ ا)، ولكن لا تلبث أن تتقابل الحيفات التي نشأت من إنبات جرثومتين بازيديتين مختلفتين فسيولوجيا فتندمجان ويحدث ترافق للأنوية، وذلك عن طريق تكوين الروابط الكلابية، وينتج عن ذلك تكوين غزلا فطريا ثانويا خلاياه ثنائية النواة Dikaryons (شكل ١٣٠ب).



شكل (١٣٠) المراحل المختلفة لتكوين البيسليوم الثانوي خلال الاقتران البلازمي لخليتين أحاديتي المجموعة الصبغية.

(عن باندي وتريفيدي ١٩٧٩)

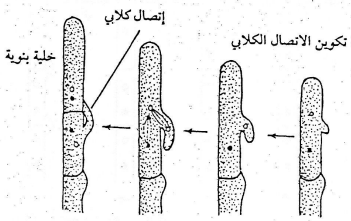
وينشأ الحامل البازيدي «البازيديوم» Basidium الحديث من خلية طرفية في خيط فطري ثنائي النواة، تنفصل عن بقية الخيط الفطري بحاجز عرضي يتكون عليه عادة رابط كلابي Clamp connection (شكل ١٣١). يحتوي كل بازيديوم على نواتين أحاديتا المجموعة الصبغية، وتتحد هاتان النواتان مع بعضهما لتكونا نواة واحدة ثنائية المجموعة

ويمكن تلخيص أهم الاختلافات بين كل من الفطريات البازيدية والفطريات الزقية في الجدول التالي:

طائفة الفطريات البازيدية	طائفة الفطريات الزقية
١ ـ طور مزدوج الأنوية Dikaryophase يظهر لفترة طويلة في دورة الحياة.	١ ـ طور مزدوج الأنوية يظهر لفترة قصيرة ثم يختفي.
٢ ـ تمتاز الطائفة بتكوينها للحوامل البازيدية Basidia التي تتكون فوقها الجراثيم البازيدية.	٢ ـ تمتاز الطائفة بوجود الزقاق التي تتكون داخلها الجراثيم الزقية.
٣ ـ تتكون الجراثيم البازيدية خارجيا على سطح البازيديوم Exogenously.	٣ ـ تتشكل الجراثيم الزقية داخليا Endogenously أي داخل كيس يطلق عليه الزق Ascus.
٤ ـ عدد الجراثيم البازيدية محدود، عادة أربعة ونادرًا اثنين.	٤ ـ عدد الجراثيم الزقية يتراوح ما بين ٤ إلى ١٦ جرثومة أو أكثر داخل كل زق «عادة ثمانية».
٥ ـ معظم أفراد الطائفة يكوّن تراكيب يطلق عليها الثمار البازيدية Basidiocarps.	٥ ـ معظم الفطريات الزقية تكون تراكيب فطرية خاصة تحتوي بداخلها على زقاق وجراثيم زقية ويطلق عليها الثمار الزقية Ascocarps.
٦ ـ يحتوي الغزل الفطري الثانوي في معظم أفراد الطائفة على اتحادات خلوية خاصة ومميزة تعرف بالاتصالات أو الروابط الكلابية Clamp connections وخاصة عند الحواجز المستعرضة.	٦ ـ الروابط الكلابية غائبة، ولكن يوجد بدلاً منها تركيب خاص على الخيوط المخصبة يشبه الخطاف Crozier or hook.
٧ ـ أعضاء التكاثر الجنسية غير متميزة على الإطلاق في دورة حياة هذه الفطريات.	٧ ـ أعضاء التكاثر الجنسية متميزة فقط في الأنواع البدائية وتختفي في الطرز الأكثر تطورًا.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

الصبغية (شكل ١٣٢ا)، ولا تلبث أن تنقسم هذه النواة إنقساما ميوزيا ينتج عنه تكوين أربع أنوية كل منها أحادية المجموعة الصبغية (شكل ١٣٢د). وتتكون الجراثيم البازيدية عند نهاية عنق يسمى ذنيب أو زائدة Sterigma تمر خلاله النواة إلى الجرثومة المتكونة (شكل ١٣٢هـ، و). وعادة يكون عدد الجراثيم البازيدية المتكونة على سطح البازيديوم أربعة ونادرا اثنتين، وليس ثمانية كما هو الحال في معظم الفطريات الزقية. وكل جرثومة بازيدية تحتوي على نواة واحدة أحادية المجموعة الصبغية.



شكل (١٣١) الخطوات المختلفة لتكوين الاتصال الكلابي في الفطريات البازيدية.

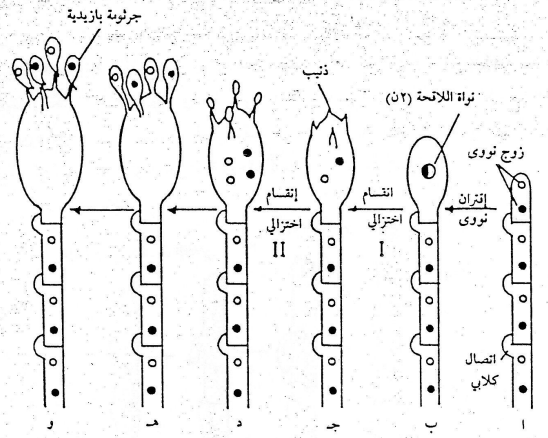
تصنيف الفطريات البازيدية

تنقسم طائفة الفطريات البازيدية إلى ثلاث طويئفات على حسب الصفات التالية:

١ ـ شكل وتركيب الحوامل البازيدية، ما إذا كانت مقسمة أو غير مقسمة.
٢ ـ عدد الجراثيم البازيدية التي يحملها كل بازيديوم، ما إذا كان محددا أو غير محدد.
٣ ـ طريقة إنبات الجراثيم البازيدية.

وهذه الطويئفات هي:

١ـ طويئفة الفطريات البازيدية الكاملة «المتماثلة» Subclass: Holobasidiomycetidae



شكل (١٣٢) ستة أطوار متتالية في تكوين البازيديوم:
ا ـ طرف خيط فطري ثنائي النواة.
ب ـ اقتران نووى.
جـ ـ الانقسام الاختزالي الأول (طور من نواتين).
د ـ الانقسام الاختزالي الثاني (طور الأنوية الأربعة).
هـ ـ تكوين الجراثيم البازيدية الحديثة على الذنيبات، وتهيؤ الأنوية للانتقال إلى الجراثيم.
و ـ بازيديوم ناضج عليه أربع جراثيم بازيدية أحادية النواة.

٢ـ طويئفة الفطريات البازيدية المقسمة (المتباينة) Subclass: Phragmobasidiomycetidae

٣ ـ طويئفة الفطريات التيليوميسيتية Subclass: Teliomycetidae.

ومفتاح التصنيف التالي يبين الفروق الرئيسية بين تلك الطويئفات:

أ ـ الثمرة البازيدية Basidiocarp موجودة عادة، والطبقة الخصبية محددة وتتعرض للخارج قبل نضج الجراثيم البازيدية ..... ب، ب ب

Div. Amerdigomycota
Subdiv. Basidiomycotina
class: Basidiomycetes
subcla: Holobasidiomycetidae
series: Hymenomycetes
order: Aphyllophorales / Agaricales
Fam: Hydnaceae / Polyporaceae
Polyporus
Agaricaceae
Agaric

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

ب ـ الحامل البازيدي ينشأ من انبات جرثومة تيليتية، وهو مقسم بجدر مستعرضة إلى أربع خلايا يكون كل منها عند النضج جرثومة بازيدية.
طويئفة الفطريات البازيدية المقسمة. Subclass: Phragmobasidiomycetidae

ب ب ـ الحامل البازيدي ليس مقسما (أحادي الخلية) يحمل عادة أربع جراثيم بازيدية على ذنيبات، وينتج إنبات الجراثيم البازيدية عادة بأنابيب إنبات.
طويئفة الفطريات البازيدية الكاملة (المتماثلة) Subclass: Holobasidiomycetidae

أ ـ الثمرة البازيدية Basidiocarp غائبة، الميسيليوم الأولي Metabasidium or Promycelium ينشأ من إنبات جرثومة ساكنة سميكة الجدار (جرثومة تيليتية).
طويئفة الفطريات التيليوميتية ..... Subclass: Teliomycetidae

طويئفة الفطريات البازيدية الكاملة (المتماثلة) Subclass Holobasidiomycetidae

تضم هذه الطويئفة مجموعتين طبيعيتين يمكن تمييز بعضهما عن بعض حسب الصفات آنفة الذكر، وهاتان المجموعتان هما:

١ ـ مجموعة الفطريات البازيدية الخصية Series: Hymenomycetes. وفيها تكون الطبقة الخصية عارية (متكشفة).

٢ ـ مجموعة الفطريات البازيدية المَعِدِيَّة Series: Gasteromycetes. وفيها تكون الطبقة الخصية داخليا غير متكشفة.

وفيما يلي سنتناول هاتين المجموعتين بشيء من التفصيل.

* مجموعة الفطريات البازيدية الخصية Series Hymenomycetes

تعتبر هذه المجموعة من أكبر مجاميع الفطريات البازيدية، وتضم أكثر الأنواع النموذجية المألوفة التي نشاهدها عادة في أوقات الربيع والخريف نامية على أرضية الغابات والحقول، مثل فطريات عيش الغراب، وعيش الغراب السام وعديدة الثقوب الرفية، والفطريات المرجانية، وكثير من الأنواع الشحمية والخشبية. ويصل عدد الأنواع المختلفة التابعة لهذه المجموعة إلى حوالي ١٦٠٠٠ نوع معظمها واسعة الانتشار في الطبيعة.

جميع هذه الفطريات تنتج حواملها البازيدية في طبقة خصية منتظمة إلى حد ما. وتحمل جراثيمها البازيدية في وضع مائل على الذنيبات، ثم تقذفها بعنف عندما تنضج. وتشترك جميعا في صفة محددة وهي أن طبقاتها الخصية تكون متكشفة تكشفا كاملا على سطح الثمرة البازيدية قبل نضج الجراثيم البازيدية.

وتختلف الثمار البازيدية في الأنواع المختلفة اختلافا كبيرا في الشكل والحجم، فهي إما أن تكون جلدية أو لحمية أو متخشبة، والميزة الرئيسية التي تشترك بها أفراد هذه المجموعة تتمثل في أن البازيديوم المثالي يكون صولجاني الشكل وغير مقسم، ويحمل عادة أربع جراثيم بازيدية على ذنيبات.

وتضم هذه المجموعة ست رتب يمكن تمييز بعضها عن بعض وفقا لطريقة تولد الجراثيم البازيدية، والكيفية التي تترتب بها هذه الجراثيم على الحوامل البازيدية في الطبقة الخصية. وهذه الرتب هي كما يلي:

١ ـ رتبة الأفيلوفورات Order: Aphyllophorales
٢ ـ رتبة الأجاريكات Order: Agaricales
٣ ـ رتبة الإكسوبازيديت Order: Exobasidiales
٤ ـ رتبة الداكريميتات Order: Dacrymycetales
٥ ـ رتبة التولاسنيلات Order: Tulasnellales
٦ ـ رتبة البراكيبازيديات Order: Brachybasidiales

وسنقتصر بدراستنا فقط على الرتبتين الأولى والثانية نظرا للأهمية الاقتصادية لأفرادهما.

رتبة الأفيلوفورات Order Aphyllophorales

تعرف هذه الرتبة سابقا برتبة البوليبورات Polyporales، وتضم حوالي ٢٠٠٠ نوع معروف (Moore & Landecker 1982). وعلى الرغم من أن أغلب أنواعها يعيش مترمما حيث تلعب دورا كبيرا في الطبيعة كمحللات للأخشاب وبقايا النباتات العشبية. إلا أن بعضها يعيش متطفلا على أشجار الغابات ونباتات الظل عشبية عفنا طريا لجذور

وفروع تلك الأشجار. ويوجد نوعين رئيسين من العفن المتسبب عن نشاط أفراد هذه الرتبة: الأول يسمى بالعفن البني Brown rot «تهضم بمساعدة الانزيمات الهاضمة سليلوز الجدر فقط» والثاني يسمى بالعفن الأبيض White rot «تهضم اللجنين دون السليلوز» وذلك حسب طبيعة التغيرات التي تحدث عن هذه الفطريات مثل شكل العفن ولون ونوع الخشب المتعفن.

وتتميز أفراد هذه الرتبة بتكشف الطبقة الخصية قبل نضج الجراثيم البازيدية. وتقع الطبقة الخصية داخل ثقوب خيشومية كثيرة في الثمرة البازيدية. وتختلف الثمار البازيدية في أشكالها وأحجامها، ولكن في معظم الأنواع تكون على شكل قلنسوة محمولة على الحامل البازيدي، وهي عادة إما أن تكون جلدية، أو فلينية متخشبة وسميكة، ولكنها ليست رخوة أو متعفنة.

وقد تم تقسيم هذه الرتبة إلى ست فصائل هي:

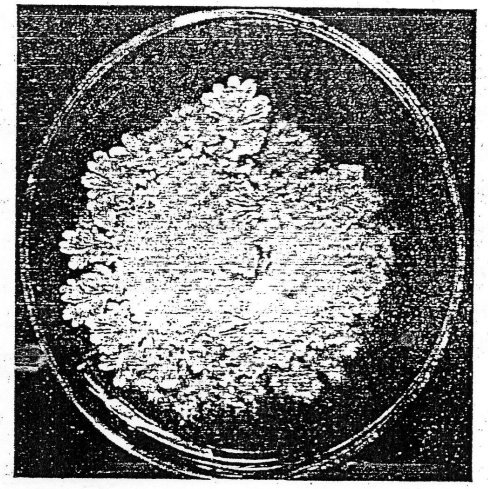
١ ـ الفصيلة الشيزوفيلية	Family: Schizophyllaceae
٢ ـ الفصيلة الكلافارية	Family: Clavariaceae
٣ ـ الفصيلة الكانثارلية	Family: Cantharellaceae
٤ ـ الفصيلة الهيدنية	Family: Hydnaceae
٥ ـ الفصيلة الكونيوفورية	Family: Coniophoraceae
٦ ـ الفصيلة البوليبورية	Family: Polyporaceae

وفيما يلي ملخصا لهذه الفصائل ووصفا مختصرا لبعض الأجناس المهمة التي تنتمي إليها.

☐ الفصيلة الشيزوفيلية Family Schizophyllaceae

ينتمي إلى هذه الفصيلة النوع المشهور شيزوفيللام كوميون *Schizophyllum commune* وهو من أوسع الفطريات انتشارا في العالم، ومن السهل زراعته في المعمل، والتعرف عليه (شكل ١٣٣). ويعتبر هذا الفطر قيما من وجهة النظر التجريبية، ولذا فهو يستعمل على نطاق واسع في الدراسات المتعلقة بكل من الوراثة والسلوك، علم

وظائف الأعضاء، وعلم الشكل الظاهري، وقد نشر عنه العديد من البحوث العلمية القيمة. والثمار البازيدية لهذا الفطر رمادية اللون، مروحية الشكل، جلدية وصغيرة الحجم عادة حيث يتراوح قطر الواحدة منها ما بين أقل من واحد إلى أربعة سنتيمترات. وفطر الشيزوفيللام يعد من الفطريات المترممة التي تلتصق جانبيا بجذوع الاشجار والكتل الخشبية والفروع النباتية الميتة شكل (١٣٤). وتتصف ثمرته البازيدية بعدم وجود عنق Stalk، ومن المميزات التي تدل على التعرف على هذا الفطر شكل وخاصية الطبقة الخصية للثمرة البازيدية فهي تتكون من صفائح رقيقة، خياشيمها تنفصل طوليا وتتشعع من موضع الاتصال مع التفاف أطرافها الى الخلف وتشقق حوافها، وفي أغلب الأحيان يكون الشق أو الانفصال ضحلا للغاية على شكل حز أو أخدود.

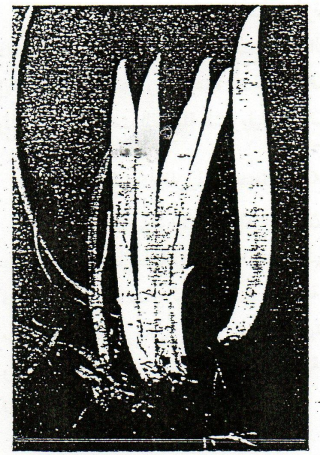


شكل (١٣٣) مزرعة فطرية لشيزوفيللام كوميون *Schizophyllum commune*، لاحظ ظهور عدد من الثمار البازيدية المروحية الشكل على أطراف المزرعة.
(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

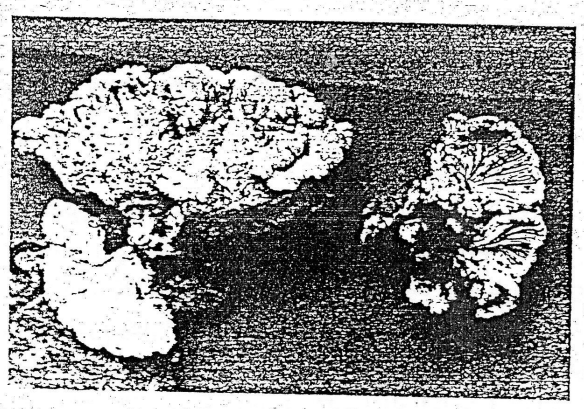
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

١ ـ كلافاريا فيرميكيولا ريس *Clavaria vermicularis* (شكل ١٣٥). وهو من الفطريات المترمة الصالحة للأكل، ولكنه قليل الأهمية، وهو ينمو في الحدائق والمروج الخضراء في أثناء فصل الخريف في المناطق المعتدلة الشمالية، وثمرته البازيدية بيضاء اللون، بسيطة، تتجمع على شكل خصلة كثيفة، وتتفرع نهاياتها تفرعا قطريا أو منبسطا على شكل أخدود. ويتراوح طول الثمرة البازيدية ما بين ٦ ـ ١٢ سم، وعرضها ما بين ٣ ـ ٥ مم، وهي هشة سريعة الانكسار، والجراثيم البازيدية لونها أبيض.

٢ ـ راماريا ستريكتا *Ramaria stricta* (شكل ١٣٦). وهو من الفطريات المترمة التي تنمو على جذوع وكتل الأشجار الصنوبرية في غابات المناطق المعتدلة الشمالية، ويكثر وجوده في الخريف والشتاء، وهذا الفطر غير صالح للأكل وينتج ثمار بازيدية متفرعة تفرعا ثنائي الشعب، وهي منتصبة ويتراوح ارتفاعها ما بين ٤ ـ ١٠ سم، وعرضها ما بين ٣ ـ ٨ سم، وتنشأ الثمار البازيدية إما من الغزل الفطري مباشرة أو من الأشكال الجذرية Rhizomorphs. ويتراوح لونها ما بين الأصفر الخفيف إلى اللون اللحمي، وبمرور الوقت يصبح لونها بني داكن بلون القرفة، ونهايات أفرع الثمرة البازيدية تكون في البداية صفراء اللون ثم تصبح عديمة اللون.



شكل (١٣٥) الثمار البازيدية لفطر كلافاريا فيرميكيولا ريس *Clavaria vermicularis*
(عن فيليس ١٩٨١)



شكل (١٣٤) الثمار البازيدية لفطر شيزوفيللام كومبون *S. commune*، نامية على بقايا أخشاب الأشجار الميتة، لاحظ خياشيم الفطر التي تخرج بشكل شعاعي من نقطة اتصالها بالثمرة البازيدية للفطر.
(عن فيليس ١٩٨١)

ونظرا لوجود هذه الصفائح الخيشومية الرقيقة بالإضافة إلى وجود الثمرة البازيدية ذات الملمس الطري نسبيا، فقد وضع بعض البحاث هذا الجنس في رتبة الأجاريكات إلا أن الكثيرين يعتقدون أن هذه الصفائح لا تماثل الموجودة في أفراد رتبة الأجاريكات، ولذا فقد أستحدثت الفصيلة الشيزوفيلية لتلائم هذا الجنس.

☐ الفصيلة الكلافارية Family Clavariaceae

تضم هذه الفصيلة فطريات زاهية الألوان وذات ثمار بازيدية جميلة، ويطلق عليها عادة الفطريات المرجانية Coral fungi نظرا لطبيعتها التي تشبه الشعب المرجانية، وهي فطريات مترمة، تنتج ثمارا بازيدية منتصبة بسيطة، صولجانية الشكل أو شجيرية متفرعة في شكل مرجاني. وبعض ثمارها البازيدية زاهية الألوان، تتراوح ما بين الأصفر والبرتقالي والبنفسجي، نظرا لوجود أنواع معينة من الصبغات. ومن بين أنواعها المألوفة نذكر:



شكل (١٣٦) *راماريا ستريكتا* *Ramaria stricta* وهو أحد الفطريات المرجانية.
(عن فيليبس ١٩٨١)

☐ الفصيلة الكانثاريللية Family Cantharellaceae

على الرغم من أن معظم الثمار البازيدية للفطريات التابعة لرتبة الأفيلوفورات تعتبر غير صالحة للأكل نظرا لصلابتها، إلا أن هذه الفصيلة والتابعة لنفس الرتبة تضم عددا من الأنواع الفطرية الصالحة للأكل والتي تسمى بالكانثريلز Chanterelles. الثمار البازيدية لمعظم هذه الأنواع بسيطة، وتشبه في شكلها فطريات عيش الغراب التابعة لرتبة الأجاريكات. وبعضها يشتمل على ثمرة بازيدية ذات قلنسوة وعنق شبيهة بفطر عيش الغراب الاعتيادي، ولكن البعض الآخر منها يتكون من قلنسوة قمعية الشكل، وتضم هذه الفصيلة عددا من الأجناس أهمها جنس *كرايتريللس* *Craterellus* وله ثنيات شبيهة بالحواف، ويوضع أحيانا ضمن الفصيلة التيليفورية Telephoraceae. وجنس *كانثاريللس* *Cantharellus* الذي تشتمل قلنسوته على ثنيات ناعمة جدا، وتراكيب شبيهة بالخياشيم، ويوضع هذا الجنس أحيانا ضمن الفصيلة الأجاريكية، ويضم

عددا من الأنواع أشهرها النوع المعروف بكانثاريللس سيباريس *Cantharellus cibarius*، وهو مشهور في أوروبا وأمريكا، وثمنه مرتفع بالمقارنة مع فطريات عيش الغراب الأخرى ويفضله الكثيرون نظرا لما يمتاز به من نكهة ومذاق لذيذ.

☐ الفصيلة الهيدنية Family Hydnaceae

يطلق على أفراد هذه الفصيلة بالفطريات ذات الأسنان Tooth fungi حيث تكون حوامل بازيدية تتميز بوجود أشواك أو بروزات شبيهة بالأسنان تحمل وتغطى بالطبقة الخصبية، وتتجه إلى أسفل، وتتباين ثمارها البازيدية في الشكل، فهي إما أن تكون شحمية شبيهة بفطريات عيش الغراب، أو تكون مرجانية فتصبح أكثر رخاوة وهلامية من مثيلاتها في الفصيلة الكلافارية، التي تتميز عادة بأنها أكثر صلابة وغضروفية. وتعتبر الأجناس هيدنوم *Hydnum* (شكل ١٣٧) وهيريسيام *Hericium* من أشهر الأجناس المعروفة في هذه الفصيلة. حيث تسبب أنواعها المختلفة عفنا للأخشاب. ويضم جنس هيريسيام عددا من الأنواع المألوفة أهمها:



شكل (١٣٧) الثمرة البازيدية لفطر هيدنوم ريباندوم *Hydnum rebandum*، وهو أحد الفطريات ذات الأسنان. لاحظ الحوامل البازيدية التي تتميز بوجود أشواك أو بروزات شبيهة بالأسنان.
(عن يويرتو توسكو ١٩٧٣)

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

١ ـ هيريسيام *إيريناسياس* *Hericium erinaceus* الذي يسمى برأس الدب Bear's head ، وهو يوجد ناميا على المناطق المجروحة في جذوع الأشجار الصنوبرية الحية. وثمرته البازيدية بيضاء اللون، وشكلها مستطيل أو بيضي إلى حد ما، خشنة، ويتدلى من سطحها العلوي أشواك، وهو من الأنواع التي تؤكل.

٢ ـ هيريسيام *كورالليويدس* *H. coralloides* ويمتاز بثمرة بازيدية جميلة مرجانية النفرع، يتدلى من السطح العلوي لأفرع الثمرة البازيدية أشواك شبيهة بالأسنان، وقد يصل قطر الثمرة البازيدية لهذا النوع إلى حوالي ٢٥ سم، ولونها أبيض ناصع عندما تكون صغيرة، ثم يصبح لونها أصفر عندما تنضج، وينمو هذا النوع على بقايا جذوع الأشجار، ويسهل التعرف عليه، وهو من الأنواع الصالحة للأكل.

الفصيلة الكونيوفورية Family Coniophoraceae

تعتبر هذه الفصيلة من الفصائل الحديثة، حيث تضم عددا من الأجناس التي كانت في الماضي تتبع عدد من الفصائل التقليدية. وتعيش أفرادها أساسا معيشة رمية على أخشاب المنازل المهجورة، والقوارب الخشبية، وأخشاب الأثاث والأبواب وأعمدة الكهرباء والتليفون ذات القواعد الخشبية المبللة بالماء، أو أي نوع من الخشب الذي يكون متصلا وملامسا للرطوبة، وتسبب له أعفانا تسمى بالعفن الجاف Dry rot. والعفن الرطب Wet rot. وينحصر وجود هذه الفطريات في المنازل عديمة التهوية والتكييف خاصة في المناطق المعتدلة والباردة كدول شمال أوروبا ووسطها، أما دول جنوب أوروبا فلا تشكل هذه الفطريات خطرا عليها، كذلك يندر وجودها في المنازل الجافة والجيدة التهوية، وفي المناطق المفتوحة والحقول.

ومن الأجناس المشهورة التابعة لهذه الفصيلة ما يلي:

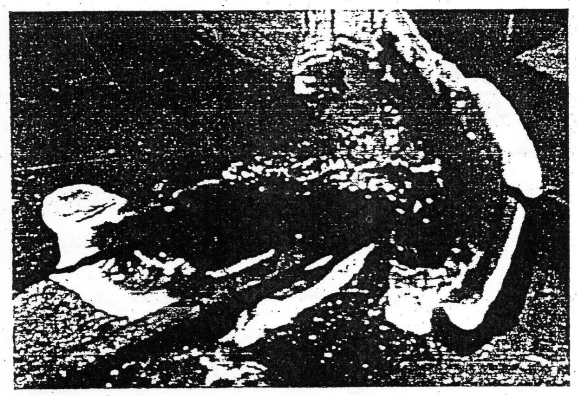
١ ـ جنس *ميروليوس* *Merulius* (*سيربيولا* *Serpula*)

ويضم عددا من الأنواع أهمها وأشهرها النوع *Serpula lacrymans* (شكل ١٣٨) المسبب الرئيسي للعفن الجاف للأخشاب في البيوت، والمسؤول عن ما يصيبها من تلف كبير. تنبت جراثيم هذا الفطر في الجو الرطب، عند درجة حرارة لا تتجاوز ٢٥ ـ

٢٦°م، وينحصر وجوده في المناطق الباردة والرطبة على الأخشاب المركبة داخل المنازل وداخل براويز الأبواب والشبابيك.

وتجدر الإشارة إلى أن كلمة العفن الجاف والتي تتسبب عن هذا النوع من الفطريات لا تعطى إلى حد ما المعنى الدقيق، حيث إنه في العادة لايوجد أي تعفن للخشب متسبب عن فطر معين، إلا عندما يكون محتوى الرطوبة في الخشب لا يقل عن ٢٠٪ وعندها يصبح الخشب معرضا للإصابة بفطريات العفن الجاف، شريطة أن تتوفر الظروف الملائمة للاصابة، من برودة ورطوبة وغير ذلك. ومحتوى الرطوبة الأمثل للإصابة بهذا الفطر حوالي ٣٠ ـ ٤٠٪.

وفي الوقت الذي تصاب فيه الأخشاب المركبة في المنازل بهذا النوع من الفطريات فإنه من الصعب ابادتها والقضاء عليها، حتى لو استخدمت جميع الوسائل الممكنة لابادتها مثل استخدام المبيدات الفطرية، الدهانات، الزيوت، حرق الأخشاب المصابة أوحتى ازالتها، كل هذه الطرق غير مجدية للقضاء على هذه الفطريات. وتعتبر



شكل (١٣٨) الجسم الثمري لفطر *سيربيولا لاكريمانز* *Serpula lacrymans* وهو أحد فطريات العفن الجاف، لاحظ نموه على الأخشاب مسببا تآكلها بسرعة، وانتشار جراثيمه البازيدية البرتقالية اللون على الجزء النامي عليه.

المنازل الموبوءة غير صالحة للسكن، حيث تهدد ساكنيها بالانهيار، وفطر *سيريبولا لاكريمانز* معروف جيدا، منذ زمن بعيد، لدى عامة الناس، في الدول التي تتواجد بها تلك الفطريات مثل انجلترا واسكتلندا وشمال المانيا والسويد وغيرها من الدول الباردة كثيرة الأمطار، حيث أن هذا الفطر يعتبر شبحا مخيفا متى ما حل ضيفا ثقيلا على أحد المنازل الشعبية في تلك الدول.

وقد وصف هذا الفطر في الكتب القديمة على أنه جذام المنزل Leprosy of house وعندما تتوفر شروط الإنبات لجراثيم الفطر، وهي الرطوبة والحرارة الملائمتين، فإن الغزل الفطري يتخلل داخل الخشب ويتفرع، ثم ينتشر إلى مسافات كبيرة، وينشأ منه أشكال جذرية Rhizomorphs ، تنمو فوق الأجسام اليابسة، وعلى جدران المنازل المهجورة، وتهاجم الأخشاب من مسافة بعيدة عن مصدر الإصابة. وللفطر القدرة على تكوين خيوط توصيلية سميكة وقوية يصل سمكها في بعض الأحيان إلى سمك قلم الرصاص (من ٥ ـ ٨ مم)، ولهذه الخيوط القدرة على جذب الماء من مسافة بعيدة، وعلى النفاذ خلال فتحات جدران الطوب، والانتشار داخلها، ويتفرع منها هيفات دقيقة جدا سمكها حوالي ٣,٥ ميكرون لامتصاص ما يحتاج إليه الفطر من ماء ومواد غذائية لازمة لنموه.

وعندما يصاب الخشب بالفطر، فإن لونه يتغير إلى اللون البني ويصبح هشا أو رخوا، ويحدث انحلال تام في نقط موضعية تكون مملوءة بمسيليوم أبيض اللون، وعند تجفيف الخشب المصاب فإنه يتشقق إلى مكعبات صغيرة، قد تتحول بعد ذلك إلى مسحوق ناعم وجاف، ومن هنا أتى الاسم الشائع للفطر «العفن الجاف».

والأجسام الثمرية Fruiting bodies شكل (١٣٨)، ذات لون يشبه القرفة، وهي غير منتظمة الشكل والحجم، وتمتاز بأنها لينة، جلدية، وبجراثيمها البرتقالية التي تشبه الصدأ. وتكون الأجسام الثمرية في حالتها النموذجية على شكل صفيحة سميكة، لحمية، وعندما يكون الجسم الثمري صغيرا، يكون لونه رمادي شاحب، ولكن عندما تتكون الجراثيم وتنتج بكميات كبيرة جدا، فإن الطبقات الخصبة للجسم الثمري تصبح حمراء اللون تشبه الصدأ.

وتتباين الأجسام الثمرية في حجمها حيث يصل قطر الجسم الثمري الواحد من سنتيمترات قليلة إلى متر واحد أو أكثر، وقد يصل سمكه إلى حوالي ٢٠ سم في بعض الحالات، ويكثر وجود هذه الأجسام الثمرية في الأماكن الرطبة المغلقة والمهجورة، وتتكون الطبقة الخصبة للجسم الثمري من تجاعيد، أو من ثقوب ضحلة غير منتظمة، حوافها خصبة تنتج آلاف الملايين من الجراثيم البازيدية البرتقالية اللون التي تشبه الصدأ، وفي المنازل الشديدة التلوث تتجمع ترسبات صدأية على السطوح المصقولة، وتتراوح أبعاد الجرثومة البازيدية ما بين ٩ ـ ١٠×٥ ـ ٦ ميكرون. وفي العادة يوجد على أطراف الجسم الثمري منطقة عقيمة لونها رمادي إلى أبيض عبارة عن الغزل الفطري للفطر.

٢ ـ جنس *كونيوفورا Coniophora*

يضم هذا الجنس حوالي عشرة أنواع أهمها فطر *كونيوفورا سيريبيلا C. cerebella* (شكل ١٣٩)، الذي يطلق عليه فطر الأقبية أو السراديب Cellar fungus . وهو واسع الانتشار في أوروبا، ويوجد في أمريكا واستراليا، وهو أكثر شيوعا في تلك المناطق من فطر العفن الجاف «*ميروليس لاكريمانز*». وهو يسبب تحللا وتآكلا لجميع الأثاث والأشياء المصنوعة من الخشب عندما تصبح مشربة بالماء، ويكثر وجوده في السراديب والمناجم الرطبة، ويندر أن يوجد في الحقول والأماكن المكشوفة، ويعرف أحيانا بفطر العفن الرطب Wet rot fungus إذ أن محتوى الرطوبة الأمثل للاصابة بهذا الفطر تتراوح بين ٥٠ ـ ٦٠٪ بخلاف فطر العفن الجاف الذي يلائم انتشاره محتوى رطوبة تتراوح بين ٣٠ ـ ٤٠٪ من الوزن الجاف للخشب. وفطر *كونيوفورا سيريبيلا* ينمو وينتشر عند درجة حرارة تتراوح بين ٥ ـ ٣٥°م، ولكن درجة الحرارة المثلى التي يزدهر عندها الفطر هي ٢٣°م. ومقاومة فطر *الكونيوفورا* والقضاء عليه يعتبر أسهل بكثير من نظيره فطر *سيريبولا لاكريمانز*، ولذا فالخسائر المترتبة عن اصابته للمصنوعات الخشبية في المنازل أقل من تلك التي تتسبب عن فطر *سيريبولا*.

الثمار البازيدية أو ما يسمى بالأجسام الثمرية لهذا الفطر جلدية، رقيقة، وهي متباينة في الحجم، ويتراوح قطر الواحد منها من سنتيمترات قليلة إلى نصف متر أو أكثر.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com



شكل (١٣٩) جزء من خشب احدى المنازل المهجورة مصاب بفطر *كونيوفورا سيريبيلا* *Coniophora cerebella* وهو أحد فطريات العفن الرطب، ويعرف بفطر الأقبية أو السراديب.

والجسم الثمري لونه أصفر قشدي عند بداية تكوينه، ولكن عند انتاج الجراثيم البازيدية، يصبح لونه أخضر زيتوني، أو بني زيتوني، وأطرافه تحتفظ بلونها القشدي الذي يميل إلى البياض، والجراثيم البازيدية بيضاوية الشكل، لونها ما بين الأصفر إلى البني إلى البني الزيتوني. وتتراوح أبعاد الجرثومة البازيدية ما بين ١١ - ١٣×٧ - ٨ ميكرون، وهي تعتبر أكبر حجما من نظيرتها في فطر *سيريبولا لاكريمانز*. ويعتمد إنبات الجراثيم البازيدية في فطر *كونيوفورا* على عدة عوامل منها الرطوبة، والحرارة، وطبيعة وسط النمو. فعندما تكون حرارة الجو منخفضة ومحتوى الرطوبة لأي مادة خشبية بين ٥٠ - ٦٠٪ من وزنها الجاف، فإنها تصبح معرضة للإصابة بهذا الفطر. وتجدر الاشارة إلى أن فطر *كونيوفورا* له القدرة على تحليل كل من مادة السليلوز واللجنين في الخشب المصاب، بينما فطر *سيريبولا* يحلل فقط السليلوز، ولا يستطيع تحليل مادة اللجنين في الخشب.

٦ الفصيلة البوليبورية Family Polyporaceae

تعد هذه الفصيلة من أكبر الفصائل التابعة لرتبة الأفيلوفورات، وتسمى أفرادها عادة بالفطريات ذات الثقوب Pore fungi . ومعظم الفطريات التي تقع تحت هذه

الفصيلة تكون ثمارا بازيدية ذات حجم كبير نظرا لاستمرارها في النمو سنة بعد أخرى. فهي إذاً حولية أو معمرة، وتكون رخوة وطرية في حداثتها، ولكنها عند نضجها تصبح صلبة، شحمية أو جلدية، أو خشبية أو فلينية التركيب، وقد تأخذ الثمار البازيدية شكل القشور أو الأرفف أو المظلة ولذلك فهي تسمى أحيانا بالفطريات الرفية Shelf fungi والطبقة الخصبية منها تبطن السطح الداخلي لتركيبات أنبوبية مفتوحة للخارج (ثقوب). وكثير من الفطريات التابعة لهذه الفصيلة تصيب الأشجار الخشبية في الغابات وتسبب لها أمراضا، وترجع أهمية بعض أنواعها إلى أنها تهاجم وتدمر الخشب الحام خاصة عند تعرضه للرطوبة، وتسبب له عفنا يقلل من قيمته الاقتصادية.

ومن الأجناس الشهيرة التابعة لهذه الفصيلة أجناس: *بوريا* *Poria*، و *بوليبوراس* *Polyporus*، و *فوميس* *Fomes* و *ليتزايتس* *Lenzites* وهذه الفطريات واسعة الانتشار وخاصة في المناطق الاستوائية، والمعتدلة الشمالية التي ترتفع فيها نسبة الرطوبة، ويمكن تمييز بعضها عن بعض عن طريق شكل ولون وحجم ثمارها البازيدية والثقوب الممتدة داخلها.

ومن أشهر أنواع *بوليبوراس* وجودا وأكثرها أهمية من الناحية الاقتصادية فطر *بوليبوراس سلفيورياس* *Polyporus sulphureus* (شكل ١٤٠) والذي يطلق عليه أحيانا بعيش غراب الكبريت كما يدل اسمه، وهو يسبب تعفن الخشب في الأشجار الصنوبرية، ويمكن مشاهدته على جذوع أشجار الغابات المتساقطة. ويتفرع الغزل الفطري داخل الكتل الخشبية، ولون الثمار البازيدية أصفر بلون الكبريت وتظهر كقوس نصف دائري جانبي يبلغ قطره من ٢٠ - ٤٠ سم وسمكه من ٢ - ٣ سم. وتقع على السطح السفلي من الثمرة البازيدية ثقوب أو تركيبات أنبوبية مفتوحة للخارج ومبطنة بطبقة خصبية (شكل ١٤١).

ويضم جنس *بوليبوراس* كذلك عدد من الأنواع الواسعة الانتشار والتي لا تقل أهمية عن النوع السابق، وتعيش مترممة أو متطفلة على كثير من أشجار الغابات أهمها:

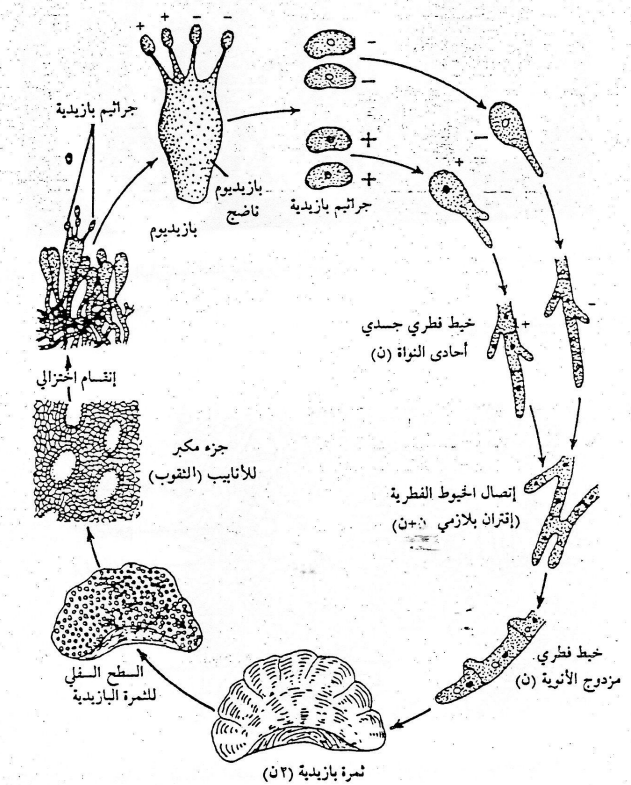
١ ـ بوليبوراس سكواموزاس *Ployporus squamosus*

٢ ـ بوليبوراس بيتيولينس *P. betulinus*

٣ ـ بوليبوراس فيرسيكولور *P. versicolor*

٤ ـ بوليبوراس سينابارياس *P. cinnabarinus*

ويمثل الشكل (١٤٢) ملخصا لدورة حياة جنس بوليبوراس.



شكل (١٤٢) دورة حياة فطر بوليبوراس *Polyporus*.

رتبة الأجاريكات Order Agaricales

يطلق على هذه الرتبة أحيانا بالفطريات الخيشومية Gill fungi وينتسب إليها الفطريات التي يطلق على ثمارها البازيدية (أجسامها الثمرية) بفطريات عيش الغراب التي تؤكل Mushrooms ، وفطريات عيش الغراب السامة Toadstools التي يصعب التمييز بينهما من الناحية الشكلية. ويعتبر أفرادها ذات انتشار عالمي، ولها أهميتها البالغة من الناحية الاقتصادية.

وتضم هذه الرتبة حوالي ٧٠٠٠ نوع موزعة في حوالي ٢٠٠ جنس يعيش معظمها مترمما في تربة الغابات الغنية بالمواد الدبالية وعلى كتل الأشجار الميتة وفي الحدائق والمروج الخضراء. وبعضها يدخل في علاقة خاصة مع جذور بعض أشجار الغابات كالصنوبر والبلان تعرف بالجذرفطريات Mycorrhizae وتتميز أفرادها بأن الحامل الجرثومي Sporophore يتركب من حامل صلب وقوي يحمل في طرفه قلنسوة مستديرة على شكل مظلة، تتدلى منها إلى أسفل صفائح أو أنابيب خيشومية.

والأنواع المختلفة لفطريات عيش الغراب تنتج ثمارها البازيدية في الفصول المختلفة من السنة، ولكن يكثر وجودها في فصلي الربيع والخريف وخاصة في المناطق المعتدلة الشمالية. والثمار البازيدية لهذه الفطريات لحمية طرية قابلة للتحلل والتعفن السريع، وحواملها البازيدية Basidia غير مقسمة، صولجانية الشكل، وتحمل عادة أربع جراثيم بازيدية، على ذنيبات تنشأ في قمة الحامل البازيدي.

وتشتمل هذه الرتبة على إحدى عشرة فصيلة جرى تقسيمها بالاستناد إلى عدد من الصفات نذكر منها:

١ ـ طبيعة الثمار البازيدية.

٢ ـ لون وشكل الجراثيم البازيدية وخاصة الزركشة الخارجية لجدار الجرثومة.

٣ ـ لون وشكل وطريقة تكوين الصفائح الخيشومية.

٤ ـ التركيب التشريحي لمختلف أجزاء الثمرة البازيدية.

٥ ـ وجود أو عدم وجود القناع العام في الثمرة البازيدية.

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

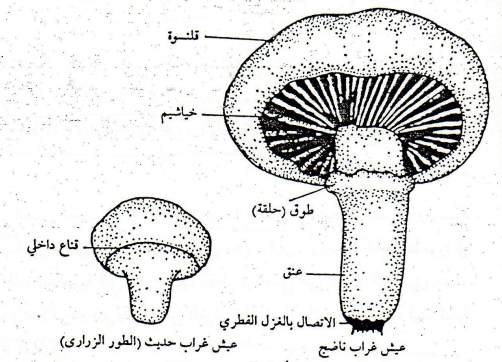
وهذه الفصائل هي :

١ ـ الفصيلة الأجاريكية	Family Agaricaceae
٢ ـ الفصيلة الكوبرينية	Family Coprinaceae
٣ ـ الفصيلة البوليتية	Family Boletaceae
٤ ـ الفصيلة الأمانيتية	Family Amanitaceae
٥ ـ الفصيلة الترايكولوميتية	Family Tricholomataceae
٦ ـ الفصيلة الراسيولية	Family Russulaceae
٧ ـ الفصيلة الهيجروفورية	Family Hygrophoraceae
٨ ـ الفصيلة الليبيوتية	Family Lepiotaceae
٩ ـ الفصيلة الفولفارية	Family Volvariaceae
١٠ ـ الفصيلة الستروفارية	Family Strophariaceae
١١ ـ الفصيلة الكورتيناريا	Family Cortinariaceae

وسنكتفي فقط بمناقشة مختصرة للفصائل الخمس الأولى نظرا لشهرتها وأهمية أفرادها من الناحية الاقتصادية.

١ الفصيلة الأجاريكية Family Agaricaceae

تضم هذه الفصيلة جنسا واحدا فقط، ومعروفا لدى الكثيرين من عامة الناس وهو جنس *أجاريكس Agaricus*. وجميع أنواع هذا الجنس تنتج ثمارا بازيدية (شكل ١٤٣) شحمية طرية وأحيانا جلدية ذات قلنسوة بيضاء تميل إلى اللون البني أو الرمادي، وتتدلى منها إلى الأسفل صفائح خيشومية رقيقة وعديدة، تتميز بأنها غير شمعية، وتتخذ في أغلب الأحيان شكلا مخروطيا بحيث تسقط الجراثيم المتكونة على البازيديات التي في الجزء العلوي دون أن تصطدم بالجراثيم الساقطة من الجزء السفلي لها (شكل ١٤٥). كما أنه لا يسهل فصل هذه الخياشيم عن بقية الثمرة البازيدية.

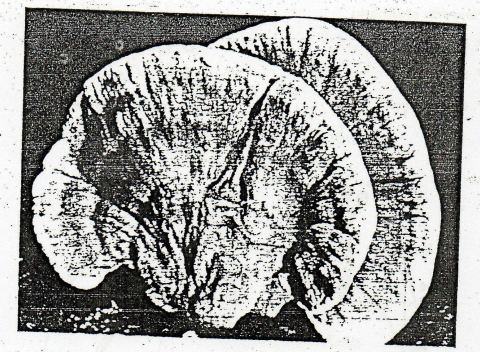


شكل (١٤٣) ثمرة بازيدية ناضجة في نوع *أجاريكس* *Agaricus* sp. (عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

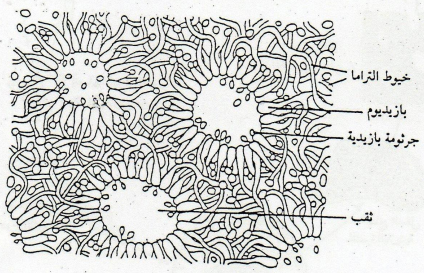
الوضع التصنيفي لجنس *أجاريكس* Systematic position of Genus *Agaricus*

Division: Amastigomycota	قسم : الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Basidiomycotina	تقسيم : الفطريات البازيديوميكوتينية
Class: Basidiomycetes	طائفة : الفطريات البازيدية
Subclass: Holobasidiomycetes	طريفة : الفطريات البازيدية الكاملة (الشمالة)
Series: Hymenomycetes	مجموعة : الفطريات الخمية
Order: Agaricales	رتبة : الأجاريكات
Family: Agaricaceae	الفصيلة : الأجاريكية
Genus: *Agaricus*	جنس : *أجاريكس*

يعيش جنس *أجاريكس* مترما في التربة الرطبة الغنية بالمواد الدبالية وعلى كتل الأخشاب وبقايا جذوع الأشجار المتساقطة في أرضية الغابات. وتشاهد أنواعه بكثرة في الحقول العامة والغابات والمروج الخضراء وذلك خلال فصلي الربيع والخريف خاصة في المناطق المعتدلة الشمالية. ويضم هذا الجنس عددا من الأنواع الصالحة للأكل مثل *أجاريكس كامبسترس* *Agaricus campestris* شكل (١٤٤)، *أجاريكس رودماني* *A. rodmani*، *أجاريكس سيلفاتيكس* *A. silvaticus* و*أجاريكس بلاكوميس* *A. placomyces*، ولو أن النوعين الأخيرين يسببان لبعض الناس بعض الاضطرابات



شكل (١٤٠) الثمرة البازيدية لفطر *بوليبوراس سلفيوريس* *Polyporus sulphureus* وهو أحد فطريات الأرفف.
(عن يوبيرتو توسكو ١٩٧٣)



شكل (١٤١) قطاع في الطبقة الخصبة لإحدى فطريات *البوليبوراس* *Polyporus* sp. يبين الحوامل البازيدية مبطنة لتجاويف أنبوبية.

المعدية عند تناولها. وأشهر الأنواع الصالحة للأكل والتابعة لجنس *الأجاريكس* هو النوع *A. bisporus* الذي تستغل ثماره البازيدية كغذاء للانسان فهو يزرع على نطاق تجاري واسع في مختلف مناطق العالم كأوروبا وأمريكا واليابان حيث يباع طريا أو مجففا أو محفوظا.

ويتكون الجسم الخضري Vegetative body للفطر من هيفات متفرعة ومقسمة بحواجز عرضية إلى خلايا، وكل خلية تحتوي على نواتين، ويعيش غالبا مطمورا في التربة أو في المادة العضوية التي ينمو عليها الفطر ليحصل على غذائه العضوي منها، ولهذا السبب فإنه لاتوجد فطريات عيش الغراب إلا في الأماكن التي يوجد فيها كمية كبيرة من المواد العضوية.

طرق التكاثر

التكاثر اللاجنسي. رغم أن هذا النوع من التكاثر يعد نادرا في فطريات عيش الغراب، إلا أنه عندما يحدث يكون عن طريق تكوين الجراثيم الكلاميدية Chlamydiospores التي تنبت لتعطي الغزل الفطري.



شكل (١٤٤) ثمار بازيدية ناضجة لفطر *أجاريكس كامبستريس* *Agaricus campestris* وهو أحد فطريات عيش الغراب المألوفة والصالحة للأكل، لاحظ قلنسوة الفطر البيضاء ذات الملمس القطيفي وخياشيمه البنفسجية التي تتحول عند نضجها إلى اللون البني.
(عن يوبيرتو توسكو ١٩٧٣)

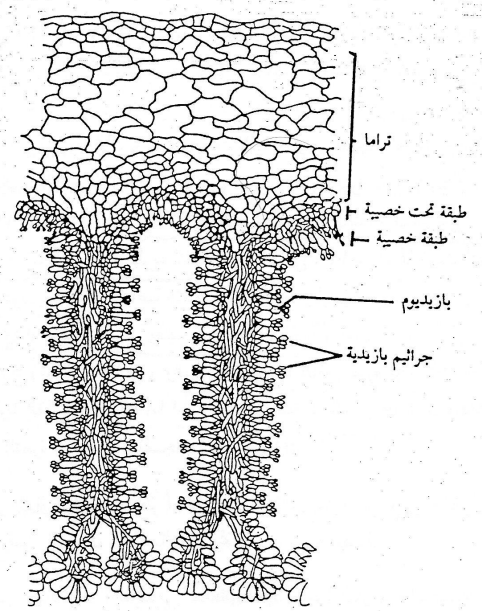
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

cell (شكلي ١٣٠ب، ١٤٦ن)، وبعد ذلك تتكون الاتصالات الكلابية Clamp connections على الحواجز العرضية نتيجة لنمو فرع قصير خلف كل حاجز عرضي مباشرة، وهذا الفرع ينحنى إلى أن يلامس الخلية التي على الجانب الآخر من الحاجز العرضي، وينتقل عن طريقه زوج الأنوية ثم تمتزج محتويات الخليتين المتجاورتين معا ويحدث ترافق للأنوية ويكون الناتج غزل فطري ثانوي خلاياه ثنائية النواة Binucleate mycelium (شكلي ١٣٠د، ١٤٦ن)، ثم يبدأ تكون الثمرة البازيدية كانتفاخ صغير على هيئة عقدة ضئيلة من خلايا الخيوط الفطرية ثنائية النواة (شكل ١٤٦س)، لا تلبث أن تزيد في الحجم وتتحول بعد ذلك (خاصة عندما تكون التربه رطبة والظروف ملائمة) إلى جسم صغير كروي أو بيضي الشكل يظهر فوق سطح التربة ويسمى عادة بالطور الزراري Button stage (شكل ١٤٦ع)، وعندما يتابع هذا الطور نموه فإن الجزء الأعلى منه ينتفخ مكونا القلنسوة Pileus أما الجزء الأسفل فيكون العنق Stalk or stipe وبذلك يتحول إلى الثمرة البازيدية الناضجة (شكل ١٤٦ا).

وتظهر الثمار البازيدية لفطر *أجاريكس* عادة في بداية الربيع في الحقول والمروج الخضراء وأرضية الغابات الغنية بالدبال وتختفي في بداية الصيف.

ويتكون الحامل الجرثومي Sporophore للثمرة البازيدية الناضجة من عنق أسطواني قد يوجد عليه طوق Annulus ينتهي عند طرفه العلوي بقبعة أو قلنسوة منتفخة، وتمتد أفقيا بشكل المظلة، وتنتظم على السطح السفلي للقلنسوة صفائح خيشومية Gills عديدة ورقيقة تصل ما بين العنق وحافة القلنسوة، وهذه السفائح هي التي تحمل البازيديات والجراثيم البازيدية. وتكون الخياشيم في مراحلها الأولى مغطاة بغلاف يعرف بالقناع الداخلي، وهو يعمل على صيانة المكونات الداخلية في بداية تكوينها، ويصل ما بين حافة القلنسوة إلى الجزء العلوي من العنق. وعندما يزداد امتداد القلنسوة أفقيا فإن هذا القناع يتمزق عند حافة القلنسوة، فتتعرض الخياشيم للجو الخارجي، ويتبقى الجزء الممزق منه عالقا بالعنق مكونا ما يسمى بالحلقة أو الطوق.

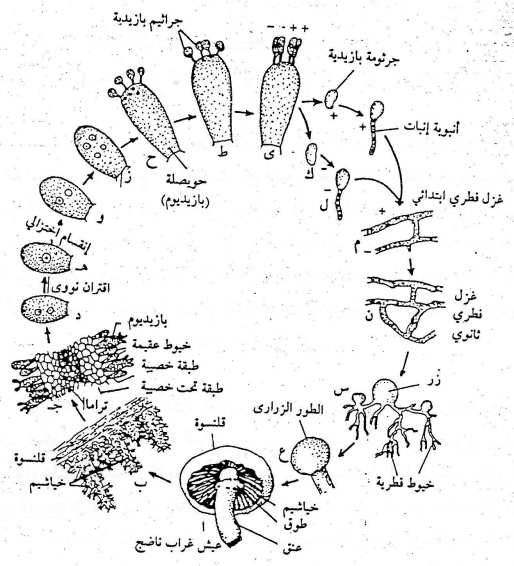
وبدراسة قطاع عمودي على السطح السفلي للقلنسوة مارا بالصفائح الخيشومية (شكل ١٤٥) يتبين أن هذه الصفائح تكون بأطوال غير متساوية، وتتخذ في أغلب



شكل (١٤٥) رسم تخطيطي لقطاع طولي في قلنسوة فطر *أجاريكس كامبستريس* *A. campestris* مارا بالخياشيم.

(عن واير وآخرون ١٩٨٢)

التكاثر الجنسي. كما سبق ذكره فإن الفطريات البازيدية جميعها لا تكون أعضاء جنسية مميزة، ولذا فإن التكاثر الجنسي في هذه الفطريات يتم عندما تكون ظروف درجة الحرارة والرطوبة ملائمة، وخيوط الجسم الخضري قد امتصت قدرا كافيا من الغذاء، عند ذلك تتقابل هيفات الغزل الفطري الابتدائي ذو الخلايا أحادية النواة (شكل ١٤٦م)، والتي نشأت من انبات جرثومتين بازيديتين من سلالتين مختلفتين جنسيا (+ و -) (شكل ١٤٦ك)، وينشأ عن ذلك اندماج بروتوبلاستي الخليتين أحاديتي النواة دون حدوث اقتران نووي فينتج عن ذلك تكوين خلية بها زوج من الأنوية Binucleate



شكل (١٤٦) المراحل المختلفة في دورة حياة فطر عيش الغراب.

الأحيان شكل مخروطي بحيث تسقط الجراثيم البازيدية المتكونة على البازيديات التي في الجزء العلوي من الخيشوم دون أن تصطدم بالجراثيم الساقطة من الجزء السفلي لها. ويتضح أن الخيشوم يتكون من منطقة وسطى تسمى التراما Trama ، وهي تتكون من خيوط فطرية مفككة، تقع خارجها عن كل من الجانبين طبقة من خيوط فطرية متماسكة تميل خلاياها إلى الاستدارة وتسمى بالطبقة تحت الخصية Subhymenium ويلي هذه الطبقة من الخارج طبقة أخرى تسمى بالطبقة الخصية Hymenium وهي تتكون من خلايا صولجانية الشكل تسمى البازيديات أو الحوامل البازيدية Basidia ، وتتكون بأعمار مختلفة، وتكون مختلطة بخلايا تشبهها فيما عدا أنها لا تحمل جراثيم

بازيدية وتسمى بالخيوط العقيمة Paraphyses. ويبرز من قمة كل بازيديوم أربع نتوءات أو ذنيبات Sterigmata يحمل كل منها جرثومة بازيدية كروية أو بيضية الشكل.

وعندما تنضج الجراثيم البازيدية فإنه يتكون عند قاعدتها قطرة صغيرة من الماء، يتزايد حجمها بالتدريج إلى أن يصل إلى خمس حجم الجرثومة تقريبا، وعند ذلك تنطلق كل جرثومة بازيدية بعنف من ذنيبها حاملة معها القطرة المائية وتحمل بواسطة الهواء إلى مسافات بعيدة فإذا سقطت على تربة مناسبة فإنها تنبت بوجود الماء لتعطي كل جرثومة نابتة غزلا فطريا ابتدائيا خلاياه أحادية النواة Monokaryotic mycelium ، وهو إما أن يكون ذو سلالة موجبة (+) أو يكون ذو سلالة سالبة (-) حسب نوع الجرثومة ويبين الشكل (١٤٦) ملخص دورة حياة فطر *الأجاريكس*.

وتجدر الإشارة إلى أن الثمار البازيدية لفطريات عيش الغراب الصالحة للأكل وذات النكهة والقيمة الغذائية العالية والتي زرعت خصيصا لغرض التسويق يمكن الحصول عليها بسهولة في الأسواق المركزية وهي في حالتها الطازجة أو معلبة، وأشهرها النوع *A. bisporus* ، كما أنه بإمكان هواة زراعة فطريات عيش الغراب أن يحصلوا على الكتل التنموية لتلك الفطريات من الشركات المتخصصة لزراعتها، ويطلق على الكتل التنموية السباون Spawn ، وهي عبارة عن حبوب بعض النجيليات التي تحتوي على كتل من ميسليوم عيش الغراب. وعند زراعة السباون في الوسط الغذائي أو الكومبوست Compost المعد لزراعة هذه الفطريات، فإن ميسليوم الفطر يبدأ في النمو وإنتاج ثماره البازيدية الصالحة للأكل، ويجب أن يكون الوسط الغذائي المستعمل في ظروف مناسبة لنمو الفطر من حيث الحرارة والرطوبة والضوء.

الفصيلة الكوبرينية Family Coprinaceae

تتميز أفراد هذه الفصيلة بأن ثمارها البازيدية تتحلل ذاتيا عند نضج الجراثيم البازيدية، وتتحول إلى سائل أسود بلون المداد، وهي في أغلب الأحيان فطريات تعيش فوق روث البهائم. وتضم عددا من الأجناس أهمها: *كوبرانس Coprinus* و *بانيولس Panaeolus* و *سايريلا Psathyrella* .

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

ويتميز جنس *كوبرابنس* (شكل ١٤٧) بجراثيمه السوداء، وتعرف أفراده عامة بفطريات عيش الغراب ذات القلنسوة الحبرية، وخياشيم معظم أنواعه تذوب عند نضجها وتسيل في صورة سائل أسود بلون المداد أو الحبر حيث يسيل على شكل قطرات من القلنسوة المتحللة. ومن أشهر أنواعه فطر عيش الغراب ذو العرف الخشن *Coprinus comatus*، وهو من الأنواع التي يمكن التعرف عليها بسهولة، وصالحة للأكل إذا جمعت في وقت مبكر. وهذا النوع من الفطريات التي يكثر وجودها فوق الروث أو قريبة منه، ويشاهد بكثرة قرب السماد الطبيعي في البساتين، وله قلنسوة أسطوانية الشكل طويلة وذات قشور كثيرة (شكل ١٤٨)، وقد تكون القلنسوة مفتوحة تماما كالمظلة، ويلاحظ وجود الطوق متصلا بالساق على شكل حلقة. الصفائح الخيشومية لهذا الفطر رقيقة جدا، وهي مغطاة بطبقة خصية نموذجية تتكون من البازيديات التي تتخللها الخيوط العقيمة، والجراثيم البازيدية في هذا النوع لونها أسود داكن ولها ثقب في أعلاها.

ومن الأنواع المعروفة لهذا الجنس أيضا الأنوع التالية:

١ ـ *كوبرابنس ميكاسياس* *Coprinus micaceus* (شكل ١٤٨).

٢ ـ *كوبرابنس أترامينتاريس* *Coprinus atramentarius*.

٣ ـ *كوبرابنس لاجوبس* *Coprinus lagopus*.

ويعرف النوع الأخير أيضا بكوبرابنس سينيريا *C. cinerea*. وهو ذو أهمية خاصة حيث يمكن تنميته في المزارع الصناعية في المختبر، ولذلك أصبح من فطريات الأبحاث الهامة، وعلى سبيل المثال فقد تم استخدامه بصورة واسعة لدراسة الانقسامات النووية، بالإضافة إلى دراسة تطور ونمو الثمرة البازيدية.

أما الأجناس *بانيولس* *Panaeolus* و*سايثيريلا* *Psathyrella* فتنتج جراثيم ذات لون بني أرجواني داكن، أو أرجواني أسود، وأفرادهما توجد عادة في روث البهائم، ويعتبر الجنس *بانيولس* ذو سمعة مشؤومة حيث إن معظم إن لم يكن كل أفراده سامة، وتسبب لآكلها الهلوسة والهذيان.



شكل (١٤٧) الثمرة البازيدية لفطر *كوبرابنس كوماتس* *Coprinus comatus*.

(عن بوبيرتو توسكو ١٩٧٣)

وبما أن معظم الأنواع التابعة لجنس *بانيولس* تشبه لحد كبير بعض أنواع جنس *كوبرينس*، فيجب على الأشخاص المختصين بجمع فطريات عيش الغراب ذات القبعة الحبرية Inky caps لغرض تناولها كغذاء، أن يتأكدوا جيدا قبل أكلها من أنها تتبع الجنس *كوبرابنس* أم لا.

☐ الفصيلة البوليتية Family Boletaceae

تعتبر أفراد هذه الفصيلة واسعة الانتشار في العالم، فهي توجد في كل مكان تكثر فيه الأمطار، وتعيش رمية في تربة الغابات، ويشكل كثير منها علاقة جذر فطرية مع جذور الأشجار الصنوبرية، والثمار البازيدية لأغلب أنواعها تكون غضة ورخوة حيث تتحلل بسرعة، وتكون في أغلب الأحيان ذات حامل مركزي.



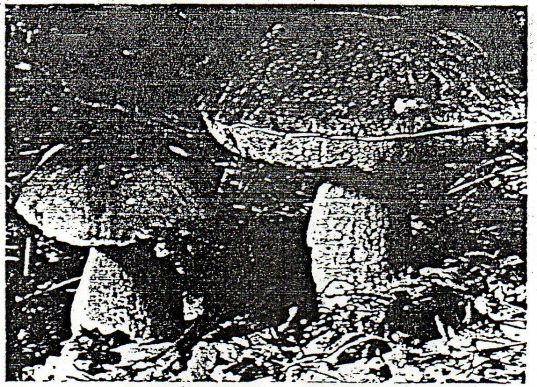
شكل (١٤٨) الثمرة البازيدية لفطر *كوبرانس ميكاسيس* *C. micaceus* ، لاحظ شكل القلنسوة المزركشة، والتي تحتوي بداخلها على خياشيم الفطر الدقيقة والطويلة التي تحمل الجراثيم البازيدية السوداء.

(عن بورسى ١٩٧٧)

وأشهر الأجناس التابعة لهذه الفصيلة جنس *بوليتس* *Boletus* الذي تشبه ثمرته البازيدية إلى حد كبير فطر عيش الغراب، فله ساق وقلنسوة، ويبطن الطبقة الخصية الثقوب الموجودة أسفل القلنسوة، ويضم عددا كبيرا من الأنواع اللحمية الصالحة للأكل، ولكن القليل منها سام. وتوجد منه أنواع ضخمة قد يبلغ وزنها حوالي ٣ كيلوجرام في بعض الأحيان.

وأهم الأنواع التابعة لهذا الجنس ما يلي:

١ ـ *بوليتس ايديولس* *Boletus edulis* (شكل ١٤٩) الذي يستخدم كطعام في أوروبا، وهو ذو قلنسوة حمراء بنية أو بيضاء أو صفراء وهو واسع الانتشار في الغابات.



شكل (١٤٩) الثمرة البازيدية لفطر *بوليتس ايديولس* *Boletus edulis* ، وهو أحد فطريات عيش الغراب التي تحل الثقوب محل الخياشيم.

(عن يوبيرتو توسكو ١٩٧٣)

٢ ـ *بوليتس لوريدس* *B. luridus* وهو ذو قلنسوة بنية سوداء ويعتبر من الفطريات السامة، ويكثر وجوده قرب جذوع أشجار البلوط.

٣ ـ *بوليتس سكابر* *B. scaber* وهو ذو قلنسوة بنية أو صفراء، ويوجد ناميا في الغابات قرب الأشجار الصنوبرية.

الفصيلة الأمانيتية Family Amanitaceae

تضم هذه الفصيلة جنسا واحدا فقط هو جنس *أمانيتا* *Amanita* التي تتميز أنواعه المختلفة بجراثيمها البيضاء، وبوجود لفافة عند القاعدة، وطوق على العنق، وإن كان الطوق يختفي في بعض الأنواع في وقت مبكر. كما أن اللفافة قد تندفن إلى حد ما تحت سطح المادة العضوية النامي عليها الفطر، فتصعب رؤيتها.

ومن أشهر الأنواع التابعة لهذا الجنس نوع *أمانيتا موسكاريا* *Amanita muscaria* (شكل ١٥٠) ويسمى «بعيش الغراب الذبابي» Fly agaric لأنه يجذب إليه الذباب

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

ليقتله في الحال. وكان مسحوق الفطر يستعمل قديما كمبيد للحشرات، وهو عالمي الانتشار وقلنسوته يبلغ قطرها ما بين ٨ - ٢٠ سم، وهي بيضية الشكل تصبح مفلطحة، وتظهر بألوان صفراء وبرتقالية أو زاهية الحمرة وتبدو مرقطة بلون الزبد، ولكن هذه الألوان سرعان ما تزول عند سقوط المطر عليها حيث تصبح ملساء ولونها باهت. أما العنق فيتراوح طوله ما بين ٨٠ - ١٨٠ مم، أما قطره فيتراوح ما بين ١٠ - ٢٠ مم، وهو أبيض اللون.

وتجدر الإشارة إلى أن جنس *أمانيتا* يعتبر من أهم أجناس فطريات عيش الغراب شديدة السمية، وقد يتسبب عن أكلها حدوث الوفاة. ويحكي لنا التاريخ قصة الامبراطور الروماني «كلوديوس الأول» (١٠ق.م - ٥٤م) الذي مات مسموما بسبب أكله لنوع سام من فطريات عيش الغراب قدمته له زوجته الرابعة «أجريبينا»، ويعتقد بأن يكون هذا النوع تابعا للجنس «أمانيتا»، ويرجع حدوث أكبر نسبة من وفيات الأفراد (٩٠ - ٩٥٪) الناجمة بسبب أكل عيش الغراب البري، إلى التغذية على أحد الأنواع التابعة لهذا الجنس، ولذا يجب على هواة جمع فطريات عيش الغراب البري أخذ الحيطة والحذر من ذلك، وأن يتعرفوا جيدا على أنواع هذا الجنس. وتدل الاحصائيات على أن معدل الوفاة سنويا بسبب أكل «عيش الغراب السام» الذي يتم جمعه من الغابات دون التأكد من صلاحيته للأكل يصل إلى ٥٠ حالة تقريبا في أمريكا وحدها، وحالتين على الأقل في بريطانيا (Pursey 1977). ويقال بأنه يوجد من المادة السامة (موسكارين Muscarine) في ثمرة بازيدية واحدة ما يكفي لقتل اثني عشر شخصا أو أكثر. ويظهر التأثير الفعّال لهذه المادة الكيميائية بسرعة على الشخص الذي يتناول هذا الفطر، حيث تبدأ أعراضها بالشعور بالبرد وخفقان القلب، وافراز اللعاب، ثم تقيوء. ويجد الشخص المصاب صعوبة في التنفس، ثم خمول يتبعه هلوسة وهذيان. وإذا لم يبادر بعلاجه فإن ذلك قد يؤدي إلى فقد حياته، حتى ولو كانت المادة السامة التي قد تناولها قليلة جدا. ويضم جنس أمانيتا بالإضافة إلى النوع السابق عددا من الأنواع السامة الأخرى مثل *أمانيتا فيروزا A. virosa* و*أمانيتا فالويدس A. phalloides* و*أمانيتا فيرنا A.verna* المسمى بفطر الملاك القاتل أو المهلك وهو من أخطر وأشد فطريات عيش الغراب السامة فتكا بالإنسان، ويوجد عادة في الغابات في أواخر الصيف وبداية

الخريف، وقلنسوته لونها أبيض ناصع، تحتوي على عدد من المركبات العضوية معقدة التركيب الكيميائي منها: مادة الفالين (Haemolysin) Phallin التي تتحلل بواسطة الطبخ، ومادتي الفالويدين Phalloidine والأمانيتين Amanitine اللتان لا تتأثران بالطبخ، ويكفي أي آثار منها لتلويث أي كمية من الطعام المطبوخ.

ولا تقل مادة الأمانيتين السامة عن مادة الموسكارين في الأهمية إذ أنها تعتبر مسؤولة عن معظم حوادث التسمم الناتجة عن تناول الانسان والحيوان لفطريات عيش الغراب السامة. ولسوء الحظ فإن مركبات الأمانيتين التي تحتويها قلنسوة تلك الفطريات لا تتأثر بالطبخ أو العصارات الهاضمة. وتبدأ أعراض التسمم بعد تناول الضحية للفطر السام في مدة تتراوح ما بين ١٠ إلى ٣٠ ساعة، والتأثير الأساسي لتلك المواد يتركز في إصابة الكبد، مما يؤدي إلى تحللها، وانخفاض معدل السكر في الدم بشكل خطير، ويصاحب ذلك ظهور بعض التأثيرات الجانبية على الكليتين وعضلات القلب. وتبدأ الأعراض التي تشبه إلى حد كبير الاعراض الناتجة عن تناول مادة الموسكارين، بانفعال شديد، وقيء وآلام معدية حادة، ثم إسهال ونزيف، ويتبع ذلك ظهور عرق شديد من الشخص المصاب، وفقدان الماء من الجسم. ثم يصبح الجسم باردا، ويتحول لون الوجه إلى اللون الأزرق، وتبدو العيون غائرة، ثم يبدأ على الضحية الاهتياج الشديد والمعاناة، ويتأثر الجهاز العصبي بصفة عامة من ذلك، وقد يؤدي الأمر في النهاية إلى الوفاة. ويقال بأن حوالي عشر ملليجرامات من هذا المركب كافية لفقد الشخص المصاب لحياته إذا لم يبادر بعلاجه.

وقد تم مؤخرًا اكتشاف بعض العقاقير التي تخفف أو تشفي من الاصابة بالتسمم الناتج عن تناول فطريات عيش الغراب السامة، وتعطي هذه العقاقير على هيئة حقن تشتمل على بعض السكريات والأملاح لتعويض ما يفقده الجسم منها، بالاضافة إلى بعض الأمصال التي تعمل على معادلة السموم بالجسم.

وهناك اعتقاد سائد بأن فطريات عيش الغراب السامة يمكن تمييزها عن الأنواع الصالحة للأكل إما عن طريق لون الخياشيم، أو عن طريق كيفية تشقق وانسلاخ الجلد

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com



شكل (١٥٠) الثمرة البازيدية لفطر *أمانيتا موسكاريا* *Amanita muscaria* وهو أحد فطريات عيش الغراب السامة ويسمى فطر عيش الغراب الذبابي لأنه يجذب إليه الذباب ليقتله في الحال.

(عن توسكو ١٩٧٣)

الذي يغطي قمة القلنسوة. أو بواسطة قابليتها لتعتيم الفضة. ولكن جميع هذه الاختبارات والمميزات التي تميز فطريات عيش الغراب السامة عن غيرها من الفطريات التي تؤكل لا قيمة لها وغير مأمونة الجانب. والنصيحة العامة التي يقدمها خبراء عيش الغراب هي ألا ينبغي لأي انسان المجازفة بأكل عيش الغراب البرى بأي حال من الأحوال إلا بعد التأكد تماما من عدم انتمائه إلى تلك الأنواع السامة خاصة وأنه لا توجد

طريقة بسيطة للتمييز بين الأنواع السامة والصالحة للأكل. والطريقة الوحيدة المأمونة عند التفكير بأكل فطريات عيش الغراب التي يتم الحصول عليها من الغابة أو الحقل هو تشخيصها جيدا بالاعتماد على الكتب المتخصصة ذات الأسلوب السهل والأشكال الايضاحية والصور الملونة التي تصف وتميز كل نوع عن الآخر. وتمكن الصغير والكبير من التعرف على النوع البرى الذي يُعثر عليه، وبذا يمكن تفادى السام منها، وعلى أية حال فيجب إبعاد أي فطر قد يشك في تشخيصه.

وعلى الرغم من أن معظم الأنواع التابعة لجنس *أمانيتا* تعتبر سامة ومميتة، وتشترك في الصفات المذكورة آنفا إلا أن القليل جدا من هذه الفطريات غير سام بل ويعتبر صالح للأكل أيضا، وبعضها يعيش بعلاقة جذر فطرية مع بعض النباتات الراقية، ولذلك فهي تنمو أحيانا بقرب جذوع الأشجار في الغابات والحقول.

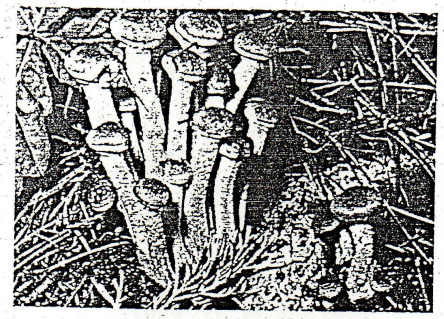
☐ الفصيلة الترايكولوماتية Family Tricholomataceae

تعد هذه الفصيلة من الفصائل الكبيرة التابعة لرتبة الأجاريكات، وتضم عددا من الأنواع ذات الخياشيم النقية البياض. ومن أشهر الأنواع التابعة لهذه الفصيلة النوع: *أرميلاريا ميليا* *Armillaria (Armillariella) mellea* الذي يطلق عليه أحيانا اسم «فطر العسل» Honey mushroom (شكل ١٥١). وعلى الرغم من أنه من الفطريات الصالحة للأكل وذو نكهة جيدة، إلا أنه يعد من أخطر الفطريات المتطفلة على جذور كثير من الأشجار الخشبية كالصنوبر والزان وأشجار الفاكهة حيث يكمن الفطر لها في التربة ويسبب تعفنا لجذورها وضعفا عاما لها. ولهذا فإن فطر *أرميلاريا ميليا* له أهمية كبيرة خاصة في أوروبا والولايات المتحدة واليابان واستراليا حيث أنه ينتشر في غابات تلك البلدان وخاصة في أوقات الخريف.

والثمار البازيدية لهذا الفطر تعتبر صالحة للأكل، وعندما تكون حديثة السن فإنها تكون بلون العسل، ولها قاعدة مغلظة بعض الشيء وحلقة بارزة (طوق)، إلا أنه مع تقدمها في العمر فإنه قد يتغير لونها وكذلك تختفي الحلقة.

والثمار البازيدية لهذا الفطر لا تنمو عادة بصورة منفردة وإنما تتجمع مع بعضها في عناقيد حول جذور الأشجار وعلى كتل الأخشاب والفروع الميتة في الغابات ويظهر

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com



شكل (١٥١) مجموعة من الثمار البازيدية لفطر *أرميلاريا ميليا* *Armillaria mellea* المسمى بفطر العسل، وهو من الفطريات الصالحة للأكل.
(عن فيليبس ١٩٨١)

الفطر كأنه مترمم غير ضار ويتقدم الاصابة يكون الفطر خيوطا فطرية على شكل الجذور ويطلق عليها الريزومورفات Rhizomorphs (شكل ١٥٢)، لونها بني داكن إلى أسود، وقطرها يتراوح ما بين ١ إلى ٢ سم، وهي تمتد وتتشعب داخل أنسجة جذور النباتات المصابة أو تنتشر في التربة إلى مسافات بعيدة عن الأجزاء المصابة، وتعتبر هذه الأشكال الجذرية من الصفات المميزة لفطر *أرميلاريا*.

* مجموعة الفطريات البازيدية المَعِدِيَّة Series Gasteromycetes

تتميز أفراد هذه المجموعة بأنها فطريات متماثلة تظل فيها الثمرة البازيدية مغلقة دائما، أو تتفتح بعد أن تنفصل الجراثيم البازيدية عن البازيديات. والطبقة الخصبية توجد في داخل الجراب الثمري Peridium وتنطلق منها الجراثيم البازيدية فقط عن طريق فتحة محدودة، أو عن طريق تحللها أو تمزقها. ولا تقذف الجراثيم البازيدية من البازيديات بقوة كما يحدث في أفراد المجموعة السابقة. وتضم هذه المجموعة حوالي ١٢٠ جنسا و٥٢٥ نوعا، جميعها رمية المعيشة وهي تشمل فطريات العرجون والكرات النافخة Puffballs ، والكمأة الكاذبة False truffles ونجوم الأرض Earth stars وفطريات عش الطير Bird's nest fungi ، والفطريات القرنية المتعفنة Stink horns.



شكل (١٥٢) الأشكال الجذرية في فطر *أرميلاريا ميليا* *A. mellea*.
(عن فيليبس ١٩٨١)

وتعتبر فطريات الكرات النافخة من أكثر الأنواع النموذجية المعروفة لهذه المجموعة. وقد جرى في الماضي وضع هذه الفطريات جميعها في رتبة واحدة هي الليكوبيردات إلا أنه في الوقت الحاضر يختلف عدد رتب هذه المجموعة عند مختلف العلماء، وقسمها درينج (Dring 1973) إلى تسع رتب، سنتطرق في هذا الكتاب إلى مناقشة مختصرة لأربع رتب منها وهي:

١ ـ رتبة الهيمينوجاسترات Order Hymenogastrales.
٢ ـ رتبة الفالات Order Phallales.
٣ ـ رتبة الليكوبيردات Order Lycoperdales.
٤ ـ رتبة النيديولاريات Order Nidulariales.

وتعتبر هذه الرتب من أكثر رتب الفطريات البازيدية المعدية أهمية نظرا لأنها تضم عددا من الفطريات المعروفة مثل قطر العرجون (شكل ١٥٣) التابعة لرتبة الهيمينوجاسترات. والكرات النافخة (شكل ١٥٨) التابعة لرتبة الليكوبيردات والفطريات القرنية المتعفنة (شكل ١٥٦) التابعة لرتبة الفالات، وفطريات عش الطيور (شكل ١٦٠) التابعة لرتبة النيديولازيات.

رتبة الهيمينوجاسترات Order Hymenogastrales

ليس هناك اتفاق بين علماء الفطريات في الوقت الحاضر على الوضع التصنيفي للهيمينوجاسترات، إذ أن هذه الرتبة تشتمل على بعض الأشكال الفطرية التي تعتبر وسطا في تركيبها بين الفطريات الخصية والفطريات المعدية. ويعتقد بعض علماء الفطريات بأن هذه المجموعة من الفطريات قد انحدرت من أسلاف الفطريات الخصية بعد أن فقدت الآلية الخاصة بتحرير الجراثيم البازيدية، أو ظهرت فيها طرق جديدة لهذا الغرض لتكيف بذلك على الظروف البيئية القاسية التي تواجهها في البيئة التي تعيش فيها (Alexopoulos & Mims 1979).

ومعظم الهيمينوجاسترات تنتج ثمارا بازيدية تحت التربة وتبرز فوقها عند النضج، وهذا يطلق على معظم أفرادها بفطريات الكمأ الكاذب False truffles، وثمارها البازيدية تتكون من جزء خارجي عقيم يسمى الجراب الثمري Peridium وجزء داخلي خصب يسمى اللب الخصب (الجليبا Gleba)، ويكون في معظم الأفراد لحميا أو غضروفيا، وعند نضجه يمتلىء بهادة هلامية، وفي حالات قليلة يصبح مسحوقيا عند النضج. وينقسم لب الثمرة البازيدية بواسطة شقوق كثيرة تتصل مع بعضها مكونة تجويفات متعرجة تشبه «المتاهة» ومبطنة بالطبقة الخصية، وفيها تنشأ البازيديات التي يحمل كل منها من (٢ - ٤) جراثيم بازيدية يختلف شكلها حسب الأنواع. وتنتشر الجراثيم البازيدية لبعض الهيمينوجاسترات التي تكون ثمارها البازيدية فوق سطح التربة بواسطة الرياح، أما في البعض الآخر والتي تتكون فيها الثمار البازيدية تحت سطح التربة فإن جراثيمها البازيدية تنتشر بواسطة الحيوانات الصغيرة الموجودة في بيئتها والتي تتغذى عادة على هذه الثمار، وتشمل هذه الحيوانات الحشرات والقوارض وغيرها. وفي

حالات كثيرة تكون الثمار البازيدية تحت الأرضية ذات روائح قوية تجذب الحيوانات التي تتغذي عليها. ومن أشهر الأجناس المعروفة بالكمأ الكاذب والتابعة لتلك الرتبة جنس *ميلانوجاستر Melanogaster* وجنس *لوكوجاستر Leucogaster* وجنس *هيمينوجاستر Hymenogaster* وجنس *رايزوبوجون Rhizopogon*. وتضم الرتبة أيضا ما يسمى بالفطريات السيكوتيويدية Secotioid fungi التي تشبه إلى حد ما الفطريات الخيشومية إذ أن ثمارها البازيدية تبقى مغلقة على الدوام ولا تنفتح إلا بعد أن تنضج الجراثيم البازيدية وتسقط من البازيديات، ولهذا فإنه يبدو أن هناك علاقة تطورية وثيقة تربط بين تلك المجموعة من الفطريات والفطريات الخيشومية أكثر من تلك التي تربطها بالفطريات المعدية.

ومن أهم الأجناس التابعة للفطريات السيكوتيويدية جنس *بوداكس Podaxis* الذي يسمى محليا بفطر العرجون وجنس *نيفاتوجاسترام Nivatogastrum* وجنس *فيللورينيا Phellorinia* الذي يضم عددا من الأنواع، أهمها: *فيللورينيا هيركيولينا P. herculeana* المنتشر في صحراء الجزيرة العربية. والنوع *فيللورينيا ديلاستري P. delastrei* المنتشر في البادية السورية حيث يأكله البدو هناك (بغدادي ١٩٧٣). وتضم رتبة الهيمينوجاسترات عددا من الفصائل نذكر منها الفصيلة البوداكسية.

☐ الفصيلة البوداكسية Family Podaxaceae

تشمل هذه الفصيلة عددا قليلا من الأجناس أهمها جنسي *بوادكس* و*فيللورينيا*. وكان تقسيم هذين الفطرين موضع خلاف بين كثير من العلماء وذلك لأنه من الصعب جدا تحديد مدى درجة القرابة بينهما وبين المجاميع الفطرية الأخرى. وقد كان فطر بوداكس يصنف قديما ضمن رتبة الليكوبيردات (Bessey 1950) ووضعه درينج (١٩٧٣) في رتبة مستقلة أطلق عليها رتبة البوداكسات Podaxales، إلا أن الدراسات السيتولوجية والنشوئية التي أجريت على ثماره البازيدية أكدت أن هذا الفطر يتبع رتبة الهيمينوجاسترات (Miller 1972). وقد أيد ذلك معظم علماء الفطريات ومنهم الكسوبولوس وميمز (Alexopoulos & Mims 1979)، خان وخان (Khan & Khan 1979) ومكنايت (Mcknight 1985) وغيرهم.

في جنوب غربي الولايات المتحدة، وغرب امريكا اللاتينية، وذلك عن طريق استخدامه للمجهر الاسكاني، قد أكدت بأن هذا الجنس يضم بالاضافة إلى النوع بيستيلاريس ثلاثة أنواع أخري هي: *P. microsporus, P. longii, P. argentinus*. وفي شبه الجزيرة العربية، ينمو البوداكسس عادة في الأراضي الرملية من الصحراء، إلا أنه إذا وجدت الظروف البيئية الملائمة فإن باستطاعته النمو في الأراضي الطينية وشبه الطينية، ويعرف لدى الكثير من عامة الناس بفطر «العرجون». وتجدر الإشارة إلى أن الثمار البازيدية لفطر العرجون، والتي تظهر عادة فوق سطح الأرض بعد نزول أمطار الشتاء، تؤكل وذات نكهة وقيمة غذائية طيبة خاصة إذا جمعت في الأطوار المبكرة من نموها. وقد وجد أن ثماره البازيدية تحتوي على عناصر غذائية قيمة، حيث إن ما يقرب من ٢٤,٣٪ من المادة الجافة للثمرة البازيدية الواحدة تتكون من البروتين (Ramasamy & Kandaswamy 1978). وعادة يُقْبِلُ سكان شبه الجزيرة العربية وبالذات في منطقة نجد على جمعها لغرض الأكل، الأمر الذي دعى الباحثين في هذه المنطقة مؤخرا الى الاهتمام بالبحث عن امكانية زراعة هذا الفطر في المملكة العربية السعودية على نطاق تجاري وقد توصلت الأبحاث الجارية حاليا في كلية العلوم، جامعة الملك سعود إلى الحصول على الغزل الفطري النقي وعلى الكتل التنموية Spawns لهذا الفطر، ولا يزال العمل جاريا للحصول على المنبت الغذائي المناسب لمحاولة زراعته تحت ظروف بيئية محكمة.

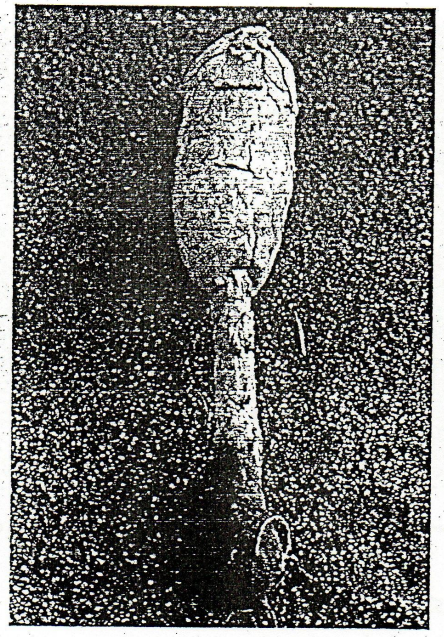
على الرغم من أن التقارير العلمية تشير إلى أنه قد تم جمع البوداكسس من أماكن متفرقة من العالم، إلا أنه يبدو أن جنوب غربي الولايات المتحدة وشمال قارة افريقيا وصحراء الجزيرة العربية هما أكثر الأماكن التي ينمو فيها هذا الفطر بشكل ملحوظ. وتظهر الحوامل الجرثومية للفطر في أعداد كبيرة عادة خلال شهري مايو ويونيه من كل عام. وفي منطقتي القصيم وحائل بالمملكة العربية السعودية يظهر فطر العرجون في أغلب الأحيان أثناء فصل الربيع بعد سقوط الأمطار الشتوية، وعندما تصل درجة حرارة الجو إلى حوالي ٣٥°م يبدأ الفطر النامي بالذبول إلى أن يتوقف نموه نهائيا.

عندما تتوفر للجراثيم البازيدية الموجودة في التربة احتياجاتها من الدفء والرطوبة وغير ذلك خاصة بعد موسم سقوط الأمطار، فإن تلك الجراثيم تنبت لتعطي الغزل

وينتشر فطر بوداكسس (العرجون) في المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية المحصورة بين خطي عرض ٤٠° شمالا و٤٠° جنوبا من انكرة الأرضية (Morse 1933، Zeller 1935). وأفرادها رمية المعيشة تنمو عادة في الأراضي الرملية وشبه الطينية، وتوجد عادة في المناطق التي يتراوح ارتفاعها بين ٦٥ قدما تحت سطح البحر إلى ما يصل ارتفاعه إلى ٥٠٠٠ قدم فوق سطح البحر (Morse 1933، Zeller 1935، Khan & Khan 1979). والثمرة البازيدية للعرجون ذات حامل مميز اسطواني الشكل، وتشبه إلى حد ما في شكلها العام ثمرة الكوبراينس *Coprinus* ويتراوح طول الثمرة في بعض الأفراد إلى حوالي ٢٥ سم، وعرض القلنسوة يتراوح ما بين ٦ - ١٠ سم، (Miller 1972, Dring 1973). وتتركب الثمرة البازيدية الناضجة من جزء خارجي عقيم يسمى الجراب الثمري Peridium، وجزء داخلي خصيب يحيط به الجراب الثمري من الخارج يسمى اللب الخصيب Gleba الذي يتحلل عند النضج التام للثمرة ويتحول إلى كتلة مسحوقية الشكل من جراثيم الفطر البازيدية الداكنة اللون.

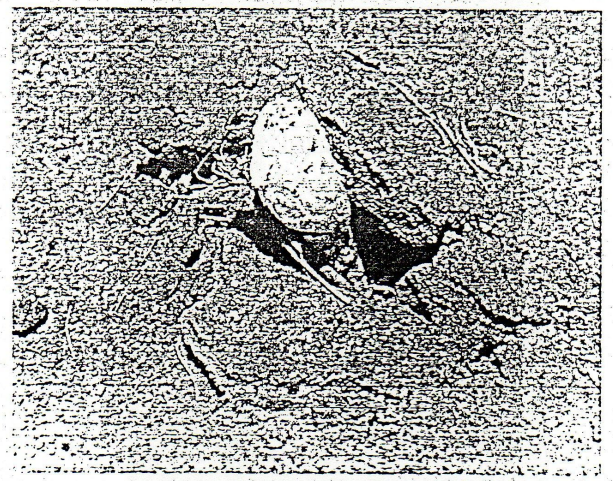
وعلى الرغم من أن جنس *بوداكسس* كان معروفا لدى علماء الفطريات منذ أكثر من ٣٠٠ عام، إلا أن دورة حياته لم تتضح بالصورة الكاملة بعد، ولم يحظ حتى وقت قريب بالبحث والتقصي من قبل الباحثين، وربما يرجع السبب في ذلك إلى بيئته تحت الأرضية بالإضافة إلى الصعوبات المترتبة على زراعته في المختبر والحصول على ثماره البازيدية الصغيرة. وقد أوردت العالمة مورس (Morse 1933) في المقالة التي نشرتها عن هذا الجنس وصفا تفصيليا له، واستنتجت من الدراسة التشريحية للعينات التي استخدمتها بأنها ربما تكون أطوارا مختلفة من النمو لنفس الفطر اختلفت عن بعضها نتيجة لتواجدها في بيئات طبيعية متباينة.

ويعتبر جنس *بوداكسس* إلى عهد قريب أحادي النوع أو الطراز Monotypic بمعنى أنه يحتوي على نوع واحد فقط هو *بوداكسس بستيلاريس Podaxis pistillaris* (شكل ١٥٣). إلا أن الدراسات التفصيلية التي قام بها مكنايت (Mcknight 1985) مؤخرا على الجراثيم البازيدية (من حيث الشكل، التركيب، اللون، الحجم، السمك، وطرق الانبات) لعدد من عينات فطر العرجون التي جمعت من أماكن متفرقة



شكل (١٥٣) الثمرة البازيدية الناضجة لفطر *بوداكس بستيلاريس* *Podaxis pistillaris* المسمى بفطر العرجون، وهو من الفطريات المألوفة في شبه الجزيرة العربية والصالحة للأكل.

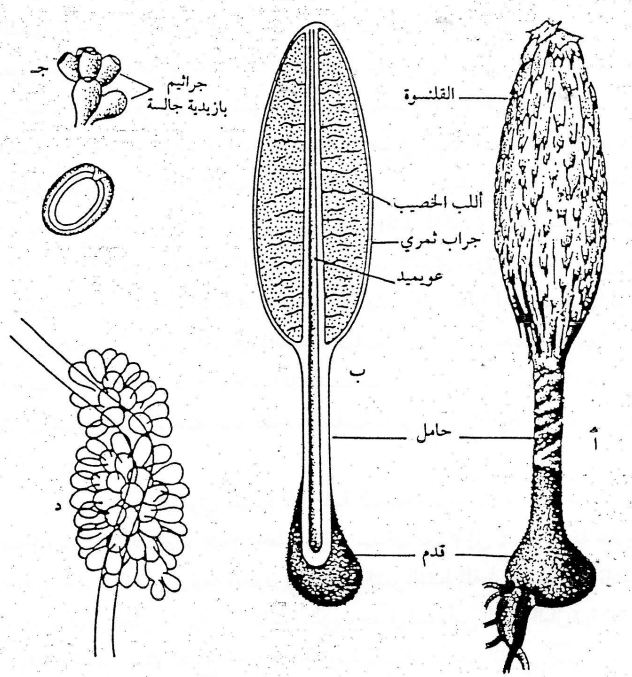
الفطري الابتدائي الذي تكون خلاياه قصيرة أحادية النواة، أما الغزل الفطري الثانوي المتكون من الغزل الفطري الابتدائي فتتخذ خيوطه وهي ما زالت تحت سطح الأرض نظاما متفرعا من أشكال جذرية خيطية، ويكون الشكل الجذري حاويا على كتلة متماسكة وصلبة من التربة الممتزجة بالهيفات الفطرية، وتنشأ الحوامل الجرثومية Sporophores بصورة عامة على قمم الأشكال الجذرية، ثم تنمو بصورة جيدة وهي ما زالت تحت سطح الأرض، حيث يبلغ طول الواحد منها في بعض الأحيان ٧,٥ سم قبل ظهورها فوق السطح، وتكون الحوامل الجرثومية في هذه المرحلة من النمو متجانسة



شكل (١٥٤) الحامل الجرثومي لفطر *بوداكس بستيلاريس* *P. pistillaris* لاحظ المقدرة الملحوظة للفطر على رفع حبيبات التربة الثقيلة.

التركيب. وللفطر مقدرة ملحوظة على رفع حبيبات التربة الثقيلة (شكل ١٥٤)، وبعد أن يظهر على السطح يبدأ نموه سريعا بمعدل ٢,٥ سم في اليوم تقريبا إلى أن يصل مرحلة النضج الكامل والتي تستغرق عشرة أيام تقريبا (Morse 1933). وفي أغلب الأحيان يتكون الحامل الجرثومي منفردا، إلا أنه قد لوحظ تجمعات من الحوامل الجرثومية نامية ملتصقة مع بعضها البعض، وقد يصل عدد هذه المجموعات في بعض الحالات إلى ستة حوامل جرثومية أو تزيد، إذ تكون قواعدها مشدودة إلى بعضها البعض بواسطة خيوط قوية من الغزل الفطري، وتكون هذه الحوامل الجرثومية أكثر عددا في التربة الرملية بعد هطول الأمطار.

يتميز الحامل الجرثومي *لبوداكس* منذ المراحل الأولى لنموه إلى حامل Stipe وقلنسوة Cap (شكل ١٥٥)، ويشكل الحامل عند قاعدته انتفاخا بصلي الشكل يلتصق التصاقا وثيقا بحبيبات التربة يسمى القدم Foot (شكل ١٥٥) ويتكون في



شكل (١٥٥) *بوداكسس بستيلاريس P. pistillaris* .

أ ـ الشكل الخارجي للثمرة البازيدية للفطر.

ب ـ رسم تخطيطي لقطاع طولي في الثمرة البازيدية للفطر.

جـ ـ أربع جراثيم بازيدية جالسة محمولة على قمة البازيديوم، وشكل مكبر للجرثومة البازيدية.

د ـ حزمة من البازيديات المرتبة في شكل عناقيد على أحد الخيوط الشعرية.

(عن بيسى ١٩٥٠)

الثمرة البازيدية الناضجة عويميد Columella (وهو امتداد الحامل داخل القلنسوة) يصل طوله مع الحامل في بعض الأفراد إلى ٣٠ سم وسمكه من ١ ـ ١,٥ سم تقريبا، ويوصف غالبا بأنه صلب وخشبي، ويكون في بعض الأفراد غير الناضجة نسيجي ويشكل هيفات غير متماسكة ومتوازية تمتد إلى ٣ مم في النهاية السفلى للعنق، ويستمر الحامل في نموه حتى يصل إلى قمة الجراب الثمري الذي يحيط باللب الخصيب Gleba حيث يندمج معه عن طريق برزخ ضيق هش، وقابل للكسر، وغالبا ينتهي الحامل بانتفاخ بسيط عند منطقة التقائه مع حافة الجراب الثمري، وفي المنطقة السفلى من الجراب الثمري تتمزق الطبقات الخارجية بالاتجاه الأفقي نظرا لعدم مواكبتها للنمو السريع للفطر (Morse 1933). وقد اتخذ عالم النبات لينيس (Linneaus 1771) جهة التواء الحامل (الى اليمين أو الشمال) قاعدة للتصنيف عموما، وتبعه بعض علماء الفطريات، إلا أن هذا يصعب الاعتماد عليه كقاعدة أساسية للتفريق بين الأفراد المختلفة للفطر.

يعطي الجراب الثمري للثمرة البازيدية الناضجة بريقا يشبه لمعان مادة المايكا Mica ويتميز إلى طبقتين، طبقة داخلية يتراوح سمكها بين ٣ إلى ٤ مم وطبقة خارجية تنفصل على هيئة قشور رفيعة وتكون في مراحل النمو النشط للفطر طليقة وغير ثابتة مما يكسب الفطر مظهرا قشريا، أما القشور التي توجد في قمة رأس الثمرة البازيدية فتكون قوية وثابتة وعند ذلك تصبح الحوامل الجرثومية ذات لون أبيض ثلجي جميل. وعندما ينضج الفطر تماما تسقط جميع القشور مما يكسب الطبقة الداخلية للجراب الثمري لونا زاهيا وذلك لتكشفها للخارج. ولقد اتخذ بعض العلماء درجة الخشونة والنعومة في جدار الثمرة البازيدية مقياسا لتصنيف أفراد هذا الجنس، إلا أنها في حقيقة الأمر تعتبر إلا مرحلة نمو مختلفة لنفس الثمرة البازيدية.

يحيط الجراب الثمري الداخلي بطبقة اللب الخصيب Gleba (شكل ٥٥ (ب) التي تكون في بداية تكوينها ممتلئة بنسيج لبي هش أبيض اللون، وتلتصق التصاقا وثيقا في المراحل المبكرة من النمو بكل من العويميد والجراب الثمري الداخلي. يحتوي اللب الخصيب على خيوط شعرية Capillitial threads تمتد في صفائح التراما Tramal plates وعندما يكون الفطر صغيرا تكون هذه الخيوط شفافة واسطوانية ومستقيمة ونادرا ما

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

تكون مقسمة أو متفرعة، وفي هذه المرحلة من النمو لا تعطي هذه الخيوط، أي أشكالا حلزونية، ولكن في الأفراد المسنة تصبح رمادية وغالبا تكون مفلطحة، وتعطي أشكالا حلزونية، والتمييز بين هذه الخيوط هام، إذ أنه يوضح مراحل التطور المختلفة للفطر بالاضافة إلى أن البعض يركز عليها في تصنيف أفراد الطائفة. يحتوي نسيج اللب الخصيب على حزم من البازيديات Basidia التي تترتب على شكل عناقيد بيضاوية (شكل ١٥٥د) تخرج من نقاط قريبة من التقاء خيوط الترامـا، مما يدل على أن البازيديات في هذا الفطر تصل مرحلة النضج بالتتابع كما هو الحال في الفطريات الأخرى التابعة لطائفة الفطريات البازيدية المعدِيَّة Gasteromycetes. يتميز جدار البازيديوم الناضج بتركيب غاية في النعومة، ويحمل أربعة جراثيم بازيدية ناعمة وشفافة وجالسة في غير انتظام على القمة (شكل ١٥٥جـ) إلا أنه في بعض الحالات يحمل البازيديوم الواحد جرثومتين بازيديتين فقط. عندما تنضج الثمار البازيدية فإن نسيج الطبقة الخصبية الذي يحتوي على البازيديات والجراثيم البازيدية يتفكك ويتغير لونه تدريجيا من الأبيض إلى الأصفر ثم يتحول في النهاية إلى كتلة مسحوقية من جراثيم الفطر البنية الداكنة، التي إما أن تكون كروية أو بيضية، وتشبه في شكلها وتركيبها إلى حد كبير جراثيم فطر كوبرانس. وبعد تمزق جدار الجراب الثمري تنتشر الجراثيم إلى الخارج حيث تحمل بواسطة التيارات الهوائية إلى أماكن مختلفة، ومن ثم تنبت حينما تكون الظروف ملائمة لذلك لتعطي الفطر من جديد.

رتبة الفـالات Order Phallales

تعـرف فطريات هذه الـرتبة بالقرون النتنة، وقد سميت بهذا الاسم نسبة إلى الرائحة النتنة التي تنبعث منها عند تمدد الحامل الجرثومي، وتعرض لبها الخصيب. وعلى الرغم من رائحتها الكريهة، إلا أن أشكالها الظاهرية تبدو جميلة جدا لدرجة أن بعض هواة جمع الفطريات والقائمين على دراستها يفضلون الاحتفاظ بنماذج لها دون أن يتعرضوا لرائحتها العفنة، وذلك على شكل عينات محفوظة في الكحول داخل أواني زجاجية محكمة الغلق. وقد قسم العالم درينج (Dring 1973) هذه الرتبة إلى ست فصائل أهمها الفصيلتين الفالية Phallaceae والكلاثرية Clathraceae.



شكل (١٥٦) ثمرة بازيدية ناضجة لنوع *فالاس ايمبيودبكاس* *Phallus impudicus* وهو أحد فطريات القرون النتنة، لاحظ النخت الذي على شكل القرن، وهو يحمل بداخله اللب الخصيب الذي يتحلل إلى قالب هلامي يحتوي على مادة لزجة حلوة المذاق تلتصق فيها كتل الجراثيم البازيدية وتفوح منها رائحة نتنة، وهي تقوم بجذب الحشرات إليها وخاصة الذباب الذي يساعد على نثر الجراثيم البازيدية للفطر.
(عن بورسى ١٩٧٧)

وتضم الفصيلة الفالية عددا من الأجناس أهمها جنس فالاس *Phallus* (شكل ١٥٦)، الذي ينمو بصورة عامة في التربة التي تحتوي على بقايا الأوراق الميتة وقطع الأخشاب القديمة المتآكلة، ونشارة الخشب، وأكوام النفايات المتعفنة. ويتكون الغزل الفطري من خيوط فطرية سميكة ملساء، تسمى الأشكال الجذرية أو الرايزومورفات التي تمتد عدة أقدام في التربة، تنشأ بدايات الثمار البازيدية بصورة عامة على قمم الأشكال الجذرية، وتتكون الثمار البازيدية الحديثة التي ما زالت مدفونة جزئيا بالتربة على هيئة تراكيب شبيهة ببيض الدجاج شكلا وحجما إلا أنها لينة قليلا (شكل ١٥٧)،

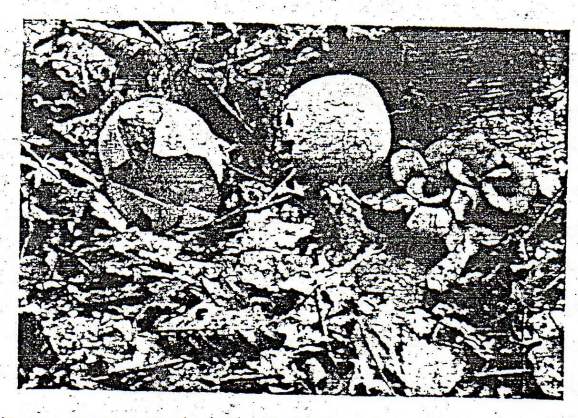
ارتفاعه ما بين ٨ إلى ١٥ سم، ويستغرق ذلك بضع ساعات في بعض الأنواع. ويحمل العنق في طرفه البعيد القلنسوة التي تتخذ شكل القرن، ويتكون داخلها اللب الخصيب على سطح التخت. ويظهر الجراب الثمري (الجدار الخارجي للبيضة) على شكل لفافة عند قاعدة العنق. وبمجرد أن يتعرض التخت الذي يحمل اللب الخصيب فإن ذلك يؤدى إلى تحلل اللب الخصيب على هيئة قالب هلامي حلو المذاق ولونه زيتوني داكن، تلتصق عليه الجراثيم البازيدية التي يصل عددها في الثمرة البازيدية الواحدة إلى أكثر من ٢٠ مليون جرثومة، ويفوح منه رائحة عفنة يعجز المرء عن وصفها، ولا يدرك جيدا هذه الرائحة إلا من يقومون عادة بجمعها من مواطن نموها. وتعد الحشرات وخاصة الذباب العامل الرئيسي في انتشار جراثيم الفطر إذ تجذب الرائحة الكريهة التي تنبعث من اللب الخصيب الحاوي على الجراثيم البازيدية، الذباب من مسافات بعيدة، فيتغذى عليها، وأثناء ذلك تلتصق هذه المادة المصحوبة بالجراثيم بأجزاء فم الحشرة وجسمها، وقد تمر دون أن تتأثر خلال القناة الهضمية للحشرة فتساعد بذلك على انتشار جراثيم الفطر ومن ثم إنباتها عندما تتوفر لها الظروف البيئية الملائمة للنمو لتعطي أفراداً جديدة.

رتبة الليكوبيردات Order Lycoperdales

تشمل هذه الرتبة فطريات مألوفة تسمى الكرات النافخة Puffballs (شكل ١٥٨) وفطريات نجوم الأرض Earth stars (شكل ١٥٩). وهي فطريات غير ضارة وغير سامة، ولا تسبب أمراضا للنباتات الراقية. وتبدى أفرادها ميلا شديدا إلى تحلل لب الطبقة الخصيبة وتحولها إلى كتلة جافة من الجراثيم البازيدية الفاتحة اللون التي تتخللها بعض الخيوط الفطرية. ويحيط بالطبقة الخصيبة عند نضجها جراب ثمري يتكون في بعض الأجناس من طبقة مفردة بينما قد يتكون في أجناس أخرى من أربع طبقات.

وتتبع هذه الرتبة أربع فصائل هي:

١ ـ الفصيلة الأراكنية Family Arachniaceae
٢ ـ الفصيلة الميزوفيلية Family Mesophelliaceae
٣ ـ الفصيلة الليكوبيردية Family Lycoperdaceae
٤ ـ الفصيلة الجياسترية Family Geastraceae



شكل (١٥٧) بداية تكوين الثمرة البازيدية لفطر *فالاس ايمبيوديكس* *P. impudicus*، وهي تشبه في شكلها وحجمها بيض الدجاج.

(عن بورسى ١٩٧٧)

ويتراوح عرضها ما بين ٣ ـ ٦ سم، وتتصل بوسط النمو عن طريق الأشكال الجذرية. ويتألف الغلاف الخارجي للبيضة من طبقة ضيقة وصلبة تسمى اللفافة الخارجية Outer volva، أما الغلاف الداخلي فهو يتكون من طبقة رقيقة تسمى باللفافة الداخلية Inner volva ويوجد طبقة وسطية سميكة وجيلاتينية ترتبط بين الطبقتين الخارجية والداخلية. وتحاط هذه الطبقات من الداخل بنسيج اللب الخصيب الذي يتخذ شكل الكأس المقلوب ويسمى القبعة أو القلنسوة. وتكون البازيديات الناضجة التي تنتجها الطبقة الخصيبة هراوية الشكل، ويحمل كل بازيديوم في طرفه ثمان جراثيم بازيدية (Smith 1955).

ويستمر نمو الثمار البازيدية تحت سطح التربة إلى أن يتم نضج الجراثيم البازيدية وباستمرار نموها تضغط على الجراب الثمري نتيجة تزايد حجم الأعضاء الداخلية فيؤدى ذلك إلى تصدع وانكسار البيضة، فيخرج منها عنق طويل أبيض اللون يستطيل بسرعة مخترقا اللفافتين الداخلية والخارجية، ويظهر فوق سطح التربة حتى يصل

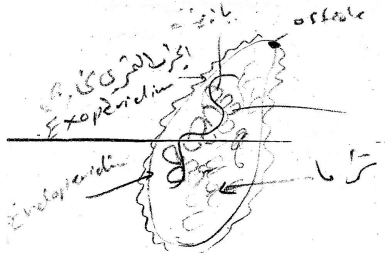
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

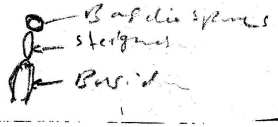
وتعتبر الفصيلتان الأخيرتان من أكثرها أهمية نظرا لاحتوائها على بعض الفطريات المألوفة التي يسهل تميزها والتعرف عليها.

وتضم الفصيلة الليكوبيردية أنواعا نموذجية معروفة هي الفطريات الكروية الاسفنجية النافخة التي تنمو عادة فوق جذوع الأشجار، وكتل الأخشاب المتحللة، أو على أرضية الغابات قرب جذوع الأشجار. ويمكن مشاهدة أنواعها بكثرة في أوقات الربيع في الحدائق المفتوحة والساحات الخضراء، وحقول الحشائش البرية. وجميع الكرات النافخة هي من النوع الصالح للأكل Edible fungi ، ولو أن قليلا جدا منها يسبب عند تناوله بعض الاضطرابات المعوية البسيطة لبعض الناس. وأفضل أنواع الكرات النافخة هي التي يتم جمعها عندما تكون صغيرة السن حيث يتكون داخلها نسيج أبيض شحمي، ولكن عندما تزداد في النضج، وتأخذ الجراثيم في التكون فإن هذا النسيج ينفصل إلى غرف أو ثقوب Pores ، ثم يتحول وسط الكرة بعد ذلك إلى اللون الأصفر، وعندئذ يتغير طعمها وتفسد نكهتها، ولكنها على الرغم من ذلك لا تنقلب إلى سامة.

ويحيط بالثمار البازيدية لأفراد هذه الفصيلة طبقتان من الجراب الثمري، الطبقة الخارجية منها تسمى الجراب الثمري الخارجي Exoperidium ، أما الطبقة الداخلية فتسمى الجراب الثمري الداخلي Endoperidium.

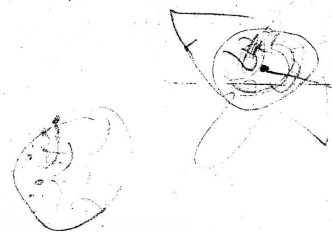
وفي جنس ليكوبيردون *Lycoperdon* (شكل ١٥٨) وهو من أكثر الكرات النافخة شيوعا تكون ثمرته البازيدية ما بين كروية إلى كمثرية الشكل، وذلك تبعا للقاعدة إذا كانت قد استطالت أو لم تستطل إلى عنق متميز. وفي هذا الجنس تتميز كل طبقة من الجراب الثمري تماما عن الأخرى، وتكون الطبقة الخارجية أحيانا متشققة، وشوكية أو محببة. وعندما تذوى هذه الطبقة فإن الطبقة الداخلية تبقى كغشاء رقيق وسليم، ومزود بفتحة مركزية دقيقة (بوبب Ostiole) تنطلق عن طريقها الجراثيم إلى الخارج بواسطة التيار الهوائي.

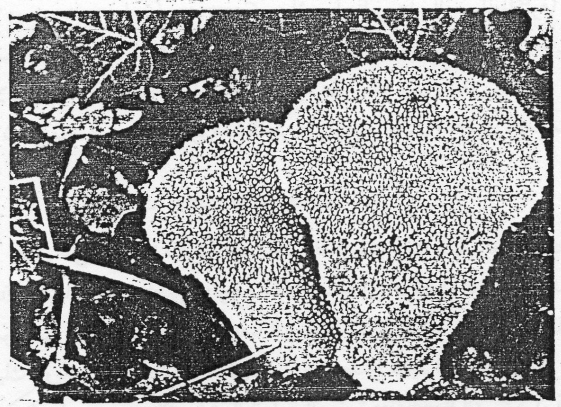




ويوجد في الطبقة الخصبية عدد كبير من التجاويف الصغيرة غير منتظمة الشكل، مبطنة بالبازيديات، وتفصل بينها أنسجة مفككة تعرف بالترما Trama ، وللبازيديوم ذنيبات أسطوانية نحيفة يحمل كل منها جرثومة بازيدية كروية الشكل، وعند نضج الثمار البازيدية تتمزق البازيديات تاركة الجراثيم البازيدية داخل التجويف وبعد ذلك يتحلل لب الطبقة الخصبية ويجف النسيج الترامي مكونا كتلة جافة من الجراثيم البازيدية الفاتحة اللون. ويكون للثمرة البازيدية الناضجة غلاف جاف جلدي عقيم هو الجراب الثمري الداخلي، ويكون هذا الغلاف مزودا بفتحة دائرية صغيرة في قمته. وعندما تثقب الثمرة البازيدية الناضجة بأي قوة خارجية كالرياح والمطر والحيوانات مثلا فإن الجدار الخارجي يعمل عمل المنفاخ وينفث سحابة من الجراثيم البازيدية التي تحمل بواسطة الرياح. ولا تنبت الجراثيم البازيدية في الليكوبيردون عادة إلا بعد أن تتعرض لفترات متعاقبة من الرطوبة والجفاف. وعند إنباتها فإنها تعطي الغزل الفطري الابتدائي الذي تكون خلاياه قصيرة أحادية النواة. أما الغزل الفطري الثانوي المتكون من الغزل الفطري الابتدائي، ففي كثير من الأحيان تتخذ خيوطه نظاما متفرعا من أشكال جذرية. وتنشأ الثمار البازيدية عادة طرفيا على الأشكال الجذرية، ولكنها قد تنشأ في بعض الأحيان جانبيا.

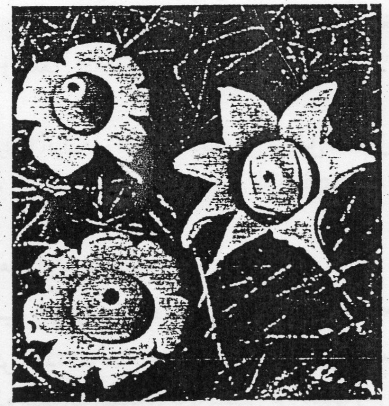
أما فصيلة النجوم الأرضية Geastraceae فهي تضم بعض الفطريات الشائعة والتي تعرف بنجوم الأرض Earth stars (شكل ١٥٩). والنجوم الأرضية هي كرات نافخة تتشقق فيها الطبقة الخارجية من الجراب الثمري في اتجاهات قطرية، وعندما تبتل بالماء فإنها تنفتح إلى عدد من الفصوص التي تنحنى وتلتوي إلى الوراء فتتخذ شكل النجمة، ولهذا تسمى أفراد هذه الفصيلة بالنجوم الأرضية. أما الجراب الداخلي فيبقى مغلقا إلا من فتحة أو ثقب في منتصفه تنطلق منه الجراثيم إلى الخارج، ولهذا فإن أي اهتزاز يسبب نفخ الجراثيم من داخل الجراب إلى الخارج عن طريق الثقب. ويتركب داخل الكرة النافخة الصغيرة السن غير الناضجة من نسيج أبيض شحمي، يتجزأ إلى غرف بازدياد النضج، وتمتلىء هذه الغرف في بعض الأجناس بهيفات متداخلة في بعضها، تنتهي أفرعها الجانبية ببازيديات، بينما في أجناس أخرى تكون الجدر مبطنة بالبازيديات.





شكل (١٥٨) الثمار البازيدية في فطر ليكوبيردون بيرلاتم *Lycoperdon perlatum* ، وهو أحد الفطريات النافخة.

(عن يوبيرتو توسكو ١٩٧٣)



شكل (١٥٩) الثمار البازيدية لفطر نجمة الأرض جياسترام روفيسانس *Geastrum rufescens* .

(عن يوبيرتو توسكو ١٩٧٣)

ويعد جنس جياسترام *Geastrum* من أشهر أجناس هذه الفصيلة وأكثرها انتشارا، ويضم عددا من الأنواع أشهرها *Geastrum rufescens* (شكل ١٥٩) حيث يبقى الغلاف أو الجراب الداخلي للثمرة البازيدية على حاله بينما يتشقق الغلاف الخارجي على شكل نجمة. ويكثر وجود هذا الفطر على سفوح الجبال والحقول والغابات.

رتبة النيديولاريات Order Nidulariales

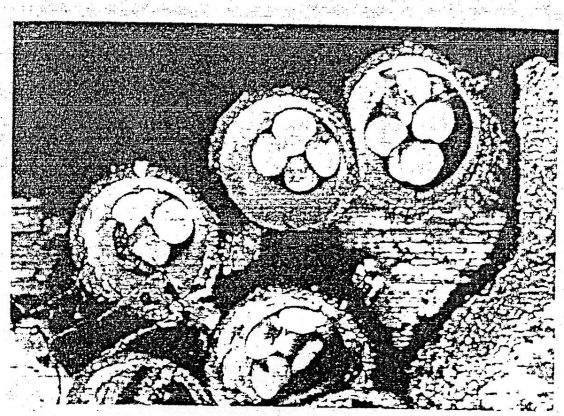
يطلق على أفراد هذه الرتبة أيضا اسم الفطريات ذات الثمار العشية Bird's nest fungi (فطريات عش الطير)، وترجع هذه التسمية إلى أن ثمارها البازيدية عند نضجها تتكون من عدد كبير من التجاويف التي تأخذ شكل الكأس، وهي محاطة بغلاف سميك، ويكون نسيج الثراما حول كل تجويف جدارا عديد الطبقات. وتحتوي الثمرة البازيدية على عدد من الثميرات البازيدية الصغيرة Peridioles التي تتكون في القسم السفلي من الثمرة البازيدية الأم والتي تأخذ شكل الكأس، وذلك بسبب انحلال الغلاف والأنسجة المحيطة بكل ثميرة بازيدية. وتتعرض الثميرات البازيدية للخارج بشكل ولون يشبه تماما بيض الطيور وهي في أعشاشها، وهي تحتوي على البازيديات والجراثيم البازيدية. ويوجد عدد من الثميرات البازيدية الصغيرة في كل تجويف، ويصل عددها في بعض الأجناس إلى حوالي ٢٠ ثميرة.

وقد تم دراسة أفراد هذه المجموعة بالتفصيل من قبل العالم بروديه (Brodie 1975) وضمن دراسته في كتاب عنوانه «فطريات عش الطير» Bird's nest fungi.

وتشتمل هذه الرتبة على فصيلتين هما:

٤ الفصيلة النيديولارية Family Nidulariaceae

وفيها تتكون عدة ثميرات داخل الثمرة البازيدية، التي تشبه في شكلها الكأس، وعند نضج هذه الثميرات الصغيرة، فإنها تنفصل عن بعضها وتحرر داخل الثمرة الأم، أو تتصل بالغلاف بجزء حبلي رفيع يسمى الحبل السري Funiculus وتضم هذه الفصيلة خمسة أجناس أهمها نيديولا *Nidula* ، وجنس نيديولاريا *Nidularia* وهما لا



شكل (١٦٠) مجموعة من الثمار البازيدية لفطر كروسيبولام فولجير *Crucibulum vulgare* وهو أحد فطريات عش الطير.

(عن بورسى ١٩٧٧)

القذف القوي ناتج عن الضغط الناجم عن انتفاخ احدى طبقات الغلاف العام للثمرة البازيدية، ولذا يطلق على هذا الفطر بأنه مدفعية الفطريات.

طويئفة الفطريات التيليوميسيتية Subclass Teliomycetidae

تعيش معظم أفراد هذه الطويئفة كطفيليات نباتية متخصصة على أوراق وثمار وسوق نباتات المحاصيل الزراعية الهامة خاصة الحبوب، وتسبب لها خسائر كبيرة. ويطلق عليها الفطريات البازيدية الدنيا Lower Basidiomycetes نظرا لكونها لا تنتج ثمارا بازيدية على الاطلاق كتلك التي سبق مناقشتها في الفطريات البازيدية الراقية. ويختلف شكل وتركيب البازيديوم أو ما يسمى بالميسيليوم الأولي Promycelium في أفراد هذه الطويئفة إلى درجة كبيرة عن نظيره في الطويئفة السابقة، فبينما نجد أنه في الطويئفة السابقة عبارة عن تركيب بسيط صولجاني الشكل غير مقسم، وتنتظم على سطحه الخارجي الجراثيم البازيدية التي يتراوح عددها ما بين ٢ إلى ٤، نجد أنه في هذه الطويئفة يبدأ بجرثومة ساكنة سميكة الجدار هي الجرثومة التيليتية التي تعتبر الطور

يحتويان على حبل سري، ولكن الثميرات البازيدية تتغطى بمادة لاصقة، تلتصق عن طريقها الثميرات مباشرة بأول سطح صلب تقع عليه بعد قذفها من قاعدة الكأس الثمري، وجنس كروسيبولام *Crucibulum* الذي يعد من الأجناس الجذابة في هذه الفصيلة، ويحتوي على عدد من الأنواع أهمها النوع كروسيبولام فولجير *C. vulgare* (شكل ١٦٠). وفي هذا النوع تكون الثميرات البازيدية بيضاء، وتتصل كل ثميرة صغيرة بقاعدة الكأس الثمري بواسطة خيوط طويلة ورفيعة تسمى الحبل السرى، فعندما يهطل المطر خلال عاصفة شديدة، فإن قطرات الماء القوية تعمل على سقوط الثميرات البازيدية بعيدا عن تجويف الثمرة البازيدية الأم بمسافة قد تصل إلى حوالي مترين. وتؤدى القوة التي يتم بها قذف الثميرات الصغيرة فجأة إلى ابتلال الحبل السري، وتمدده بدرجة كبيرة قد يصل في الطول من ١٥ إلى ٢٠ سم، ثم انفصاله من قاعدة الكأس الثمري محدثا بذلك فرقعة أو صوتا، وينتج عن ذلك اصطدام الكتل الجرثومية (الثميرات البازيدية) على أي دعامة مناسبة قريبة من الفطر كأنصال أوراق بعض الاعشاب مثلا، فتلتصق بها عن طريق الأحبال السرية ذات القاعدة الصمغية، ثم تتدلى الثميرات إلى أسفل عن طريق التفاف الحبل السري حول ذلك الجسم، وتبقى على هذا الحال إلى أن يحين موعد انبات الجراثيم البازيدية. وقد وجد أن هذه الكتل الجرثومية قد تلتصق ببعض الحيوانات الصغيرة والحشرات التي تحملها بعيدا عن منطقتها فتساعد بذلك على انتشارها. وعلى الرغم من أن هذه الميكانيكية الغريبة في نشر جراثيم الفطر لا تبدو ناجحة، إلا أنها أصبحت مثار استغراب وعجب علماء الفطريات.

☐ الفصيلة السفيروبولية Family Sphaerobolaceae

وتمتاز أفرادها بتكوين ثمار بازيدية تحتوي بداخلها على ثميرة بازيدية واحدة، وفيها ينفصل اللب الخصيب بأكمله من الجراب الثمري، ويتم قذفه في عنف. وتضم جنس واحد فقط هو جنس سفيروبولاس *Sphaerobolus* ويحتوي على ثمرة بازيدية كروية الشكل إلى حد ما. ولا يزيد قطرها عن ٢,٥ مم، وهي مصممة بطريقة تؤدى إلى قذف اللب الخصيب الذي يحتوي على الجراثيم البازيدية بعنف يصل الى مسافة تزيد عن أربعة أقدام، وتكون مسموعة في بعض الأحيان، ولا يحدث ذلك في الظلام. وهذا

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

الذي قضى فيه الفطر موسم الشتاء، فكل خلية من خلايا الجرثومة التيليتية عبارة عن بازيديوم أولي Probasidium ثنائي النواة، يحدث فيه اندماج النواتين عند نضج الجرثومة التيليتية وقبل إنباتها. وفي معظم الأجناس تنبت الجرثومة التيليتية وتعطي خلية خيطية ثنائية النواة، ثم تنمو هذه الخلية في الظروف الملائمة لتكون خيط رفيع قصير مستقيم أو منحنى يتكون من خلية أو أربع خلايا غالبا، ويسمى هذا الخيط بالبازيديوم العلوي Metabasidium ويطلق عليه كذلك اسم الميسيليوم الأولي، وفي هذا الخيط يتم انقسام النواة الثنائية المجموعة الصبغية اختزاليا وتتكون أربع أنوية كل منها أحادية المجموعة الصبغية، ثم ينقسم الميسيليوم الأولي بجدر مستعرضة إلى أربع خلايا يوجد بكل منها نواة من الأنوية الأحادية المجموعة الصبغية، ثم يتكون على جدار كل خلية من الخارج ذنيب، تنشأ على قمته الجرثومة البازيدية، وتنتقل إليها نواة الخلية.

ومن هنا نجد أن الجرثومة التيليتية تعتبر من الناحية الوظيفية والخلوية بمثابة بازيديوم، ولكنها من ناحية الشكل تختلف عن البازيديوم المثالي المعروف في الفطريات البازيدية الراقية.

وتشتمل هذه الطويفة على رتبتين هما اليوريدينات واليوستيلاجينات، والتي تضم في مجموعها أكثر من ٢٢٥ جنسا وحوالي ٦٢٠٠ نوع. ويمكن التمييز بين هاتين الرتبتين حسب مفتاح التصنيف التالي:

ا ـ جميع أفراد الرتبتين لا تنتج ثمارا بازيدية، أما الجراثيم التيليتية فموجودة، وأغلبها طفيليات على النباتات الزهرية.

ب ـ تتكون الجراثيم البازيدية على ذنيبات، وتنطلق بقوة.

رتبة اليوريدينات ..... Uredinales

ب ب ـ الجراثيم البازيدية تكون جالسة، ولا تنطلق بقوة.

رتبة اليوستيلاجينات ..... Ustilaginales

رتبة اليوريدينات (الأصداء) Order Uredinales (Rusts)

تعرف هذه الرتبة أيضا برتبة الأصداء، وهي تضم حوالي ١٣٠ جنسا تضم ما يقرب من ٤٠٠٠ نوع مختلف (Laundon 1973)، وجميعها إجبارية التطفل أي لا

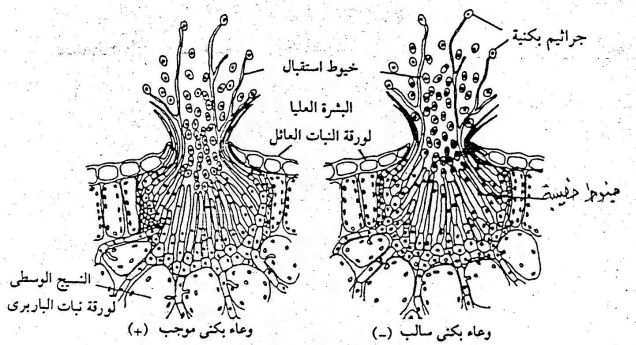
يمكنها أن تعيش إلا على النبات العائل الخاص بكل منها، ولا يمكن تنميتها على بيئات غذائية صناعية إلا في حالات نادرة جدا. فقد تمكن العلماء حديثا من إنماء بعض هذه الفطريات في مزارع صناعية مثل الفطر جيمنوسبورنجيوم جنيبيري فيرجينيانى *Gymno-sporangium juniperi-virginianae* الذي يسبب مرض صدأ التفاح، والفطر باكسينيا جرامينيس تريتيساي *Puccinia graminis tritici* الذي يسبب مرض صدأ الساق الأسود في القمح، وأمكن لمثل هذه الفطريات تكوين جراثيمها اليوريدية والتيليتية على تلك المزارع الصناعية (اسماعيل على إبراهيم وآخرون، ١٩٧٤).

وتعتبر الأصداء من أهم المسببات المرضية الخطيرة، إذ أنها تصيب عددا من المحاصيل الهامة مسببة لها خسائر كبيرة، وخاصة في محاصيل الحبوب. وسميت هذه الفطريات بفطريات الصدأ نظرا لظهور بعض أطوارها الجرثومية على سوق وأوراق عوائلها في بثرات بلون مشابه لصدأ الحديد، ويرجع لون الفطر والجراثيم الصفراء إلى وجود قطرات دهنية توجد داخل الفطر والجراثيم.

وتتميز فطريات الصدأ بعدم إنتاجها للثمار البازيدية، ويتكون البازيديوم أو ما يسمى بالميسيليوم الأولي من انبات جرثومة تيليتية ساكنة سميكة الجدار، وهو في معظم الأحيان يكون مقسما إلى أربع خلايا، يبرز من كل واحدة منها ذنيبا يحمل جرثومة بازيدية أحادية الخلية. بها نواة واحدة أحادية المجموعة الصبغية.

ويتكون الغزل الفطري من خيوط فطرية متفرعة تنمو في المسافات البينية لأنسجة النبات العائل ونادرا جدا داخلها، وترسل ممصاتها داخل الخلايا لامتصاص احتياجات الفطر الغذائية وتظهر في فطريات الصدأ ظاهرة التخصص الفسيولوجي بوضوح، أي أن الفطر المعين يختص بإصابة أصناف معينة دون غيرها. كما تتميز بدورة حياتها المعقدة، وأطوارها الجرثومية المتعددة حيث يظهر في دورة حياة الأصداء النموذجية خمسة أطوار جرثومية مختلفة، وهي تتعاقب بانتظام، وقد اقترح اعطاؤها الأرقام الرومانية التالية:

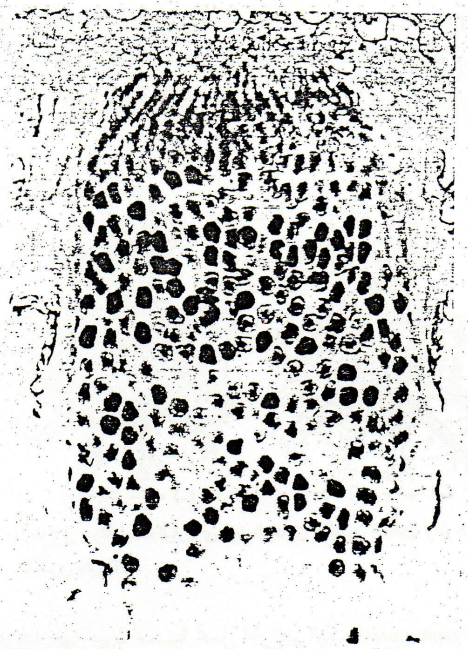
١ ـ الطور صفر (Stage 0) ويعرف بالطور البكني Pycnidial or Pycnial stage ويسمى أيضا بالطور الأسبرموجوني Spermogonial stage ، ويتصف بتكوين الفطر تراكيب أو أوعية دورقية الشكل تسمى الأوعية البكنية Pycnia. وتتكون هذه الأوعية عادة على السطوح العليا لأوراق النبات العائل (شكل ١٦١).



شكل (١٦١) قطاع في ورقة نبات الباربرى بين الوعائين البكنين السالب والموجب على السطح العلوي للورقة.

ويوجد بداخلها خيوط خصبية تحمل الجراثيم البكنية Pycniospores . والجرثومة البكنية وحيدة الخلية بها نواة واحدة أحادية المجموعة الصبغية، وهي تقوم بوظيفة أعضاء جنسية مذكرة، كما يوجد بداخل هذه الأوعية أيضا خيوط تسمى هيفات الاستقبال Receptive hyphae وتقوم بوظيفة أعضاء جنسية مؤنثة.

٢ ـ الطور الأول (Stage I) ويعرف بالطور الأسيدي Aecial stage ويمتاز بوجود تراكيب كأسية الشكل تعرف بالكؤوس الأسيدية Aecia ، وهي تتكون عادة على السطوح السفلية لأوراق النبات المصاب في الجهة المقابلة للأوعية البكنية (شكل ١٦٢) وتتكون داخلها الجراثيم الأسيدية Aecidiospores في سلاسل يفصلها عن بعضها خلايا بينية فاصلة Disjunctor cells ، كل جرثومة أسيدية بها نواتين منفصلتين، كل



شكل (١٦٢) جزء من قطاع عرضي في ورقة نبات الباربرى يوضح الكأس الأسيدى لفطر باكسينيا *جرامينيس* المسبب لمرض الصدأ الأسود في القمح، لاحظ شكل الجراثيم الأسيدية الحمراء اللون. والتي قد تسبب التهابات في الأعضاء التنفسية للإنسان.
(عن يوبيرتو توسكو ١٩٧٣)

منها تحتوي على العدد الأحادى من الكروموسومات.

٣ ـ الطور الثاني (Stage II) ويسمى بالطور اليوريدي Uredial stage ويطلق عليه أيضا الطور المتكرر Repeating stage أي أن الفطر يكرر نفسه من خلال هذا الطور عدة مرات خلال موسم نمو المحصول مما يؤدى إلى انتشار المرض، وهو يعتبر من أخطر

أطوار هذه الفطريات على المحاصيل الزراعية. ويتمثل بوجود بثرات Sori تسمى البثرات اليوريدية Uredio sori (شكل ١٦٣)، ويوجد بداخلها الجراثيم اليوريدية Urediospores ، والجرثومة اليوريدية أحادية الخلية ذات نواتين مترافقتين، وتُحمَل كل جرثومة على حامل تنفصل عنه بسهولة، ويوجد بين الجراثيم اليوريدية عادة خيوط عقيمة.

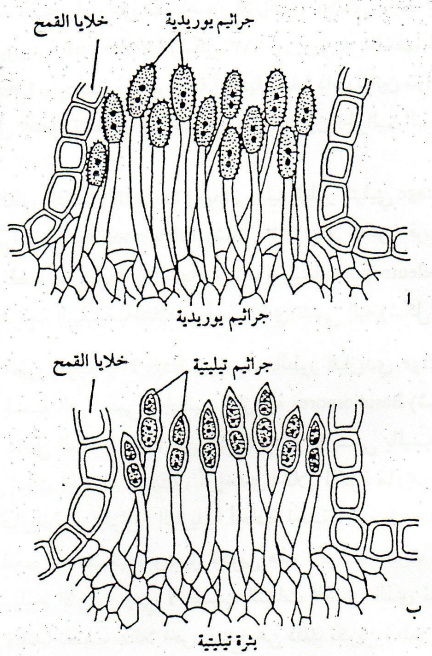
٤ ـ الطور الثالث (Stage III) ويطلق عليه الطور التيليتي Telial stage وهو يتمثل بوجود بثرات تيليتية Teleuto sori (شكل ١٦٣ب). تكون قرب نهاية موسم نمو المحصول المصاب، ويوجد بداخلها الجراثيم التيليتية Teleuto spores ، ويختلف شكل وتركيب الجرثومة التيليتية باختلاف الجنس الذي تنتمي إليه (شكل ١٦٥).

٥ ـ الطور الرابع (Stage IV) ويعرف بالطور البازيدي Basidial stage ويمثله الجراثيم الجنسية التي تسمى بالجراثيم البازيدية Basidiospores (شكل ١٦٤)، وهي لا تتكون داخل البثرة بل تنشأ على البازيديوم أو ما يسمى بالميسيليوم الأولي والذي يتكون من انبات الجرثومة التيليتية، أو إحدى الخلايا المكونة لها ويحمل الميسيليوم الأولي الجراثيم البازيدية. والجرثومة البازيدية أحادية الخلية، صغيرة الحجم بها نواة واحدة أحادية المجموعة الصبغية، ويسبق تكوين هذه الجراثيم حدوث انقسام اختزالي في خلايا الميسيليوم الأولي، وهي لا تصيب النبات العائل الذي نشأت عن جراثيمه التيليتية، ولكنها تصيب عائلا آخر، فينتج عن ذلك تكوين الطور البكني الذي سبق وصفه.

المميزات العامة لفطريات الصدأ.

تمتاز فطريات الصدأ ببعض الصفات العامة التي يمكن تلخيصها فيما يلي:

١ ـ جميع فطريات الصدأ إجبارية التطفل فلا يمكنها أن تنمو إلا على عائل حي، ولا يمكن تنميتها إلى بيئات غذائية صناعية إلا في حالات نادرة جدا كما أشير إلى ذلك آنفا. وغزلها الفطري مقسم ومتفرع وخلاياه أحادية النواة في أطوار النمو الأولى، ولكن في مراحل النمو المتأخرة تصبح الخلايا ثنائية النواة، وقد أوضحت الدراسات الحديثة بواسطة المجهر الالكتروني أن السيتوبلازم في خلايا فطريات الصدأ يحتوي على

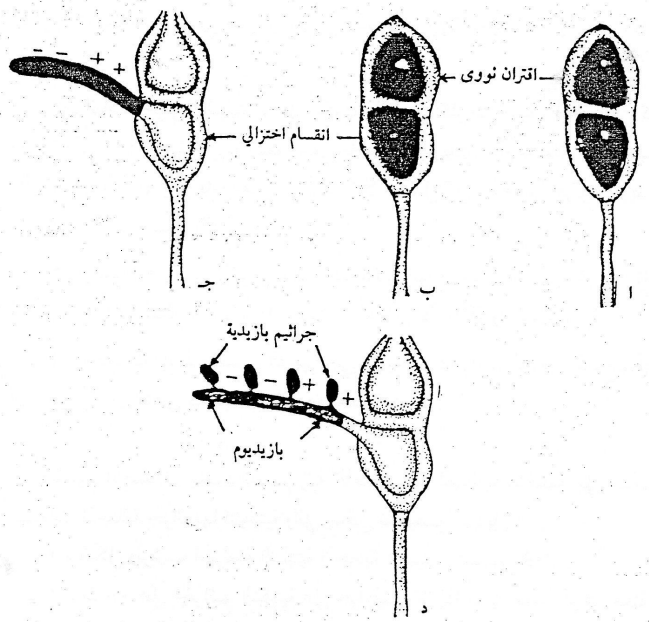


شكل (١٦٣) فطر باكسينيا جرامينيس *Puccinia graminis* المسبب لمرض صدأ الساق الأسود في القمح.

ا ـ قطاع مستعرض في غمد ورقة نبات قمح مصاب، مارا بالبثرة اليوريدية، لاحظ كل جرثومة يوريدية مكونة من خلية واحدة ثنائية النواة ولها عنق طويل.

ب ـ قطاع مستعرض مار بالبثرة التيليتية. لاحظ بثرة النبات العائل ممزقة، والجراثيم التيليتية ذات الأعناق الطويلة والتي تتكون كل منها من خليتين.

الريبوسومات، الميتوكوندريا، الشبكة الإندوبلازمية جزيئات الجليكوجين، والأجسام الدهنية. وينمو الغزل الفطري في المسافات البينية لأنسجة النبات العائل (أي أنه بين خلوي) ونادرا جدا داخلها، ويرسل ممصاته داخل خلايا العائل لاستيفاء احتياجاته الغذائية عن طريقها.



شكل (١٦٤) المراحل المختلفة في تكوين الجراثيم البازيدية في فطر باكسينيا جراسينيس.
ا ـ جرثومة تيليتية ثنائية الخلايا.
ب ـ خلايا ثنائية المجموعة الصبغية (٢ن).
جـ ـ خطوات تكوين البازيديوم والجراثيم البازيدية.
د ـ البازيديوم يحمل أربع جراثيم بازيدية.

٢ ـ تعتبر فطريات الأصدأ من الفطريات البازيدية الدنيا، نظرا لافتقارها للثمار البازيدية التي تمتاز بها الفطريات البازيدية الراقية.

٣ ـ تتميز فطريات الأصدأ بدورة حياتها المعقدة، وأطوارها الجرثومية المتعدد Polymorphism حيث يظهر في دورة حياة أنواع الأصداء النموذجية خمسة أطوا

جرثومية مختلفة، وقد يختفي طور أو أكثر من هذه الأطوار إلا أنه يتكون فيها جميعا الطور التيليتي.

٤ ـ انبات الجرثومة التيليتية، التي تتكون غالبا من أكثر من خلية، فيخرج من كل واحدة منها هيفا قصيرة محدودة النمو تسمى بالحامل البازيدي، أو مايطلق عليه أحيانا بالميسيليوم الأولي، وهو عادة مقسما إلى أربع خلايا تحمل كل خلية منها جرثومة بازيدية على حامل دقيق يسمى بالذنيب.

٥ ـ وجود ظاهرة تباين العوائل Heteroecism في أنواع معينة منها، أي تكوين أنواع الجراثيم المختلفة لفطر ما منها، على عائلين منفصلين لا علاقة ولا صلة بينهما.

٦ ـ وجود ظاهرة التخصص الفسيولوجي في بعض فطريات الصدأ بوضوح، أي أن الفطر المعين يختص بإصابة أصناف معينة دون غيرها.

تقسيم الأصداء. يعتمد تقسيم رتبة الأصداء إلى فصائلها المختلفة على أساس الصفات المختلفة لجراثيمها التيليتية والتي يمكن تلخيصها فيما يلي:

١ ـ شكل وتركيب الجرثومة التيليتية (أحادية الخلية أو عديدة الخلايا).

٢ ـ طريقة حمل الجراثيم التيليتية على حواملها، ما إذا كانت معنقة أو غير معنقة (جالسة).

ووفقا لهاتين الصفتين، فقد تم تقسيم الرتبة إلى ثلاث فصائل هي:

١ ـ الفصيلة الباكسينية Family pucciniaceae

٢ ـ الفصيلة الميلامبسورية Family Melampsoraceae

٣ ـ الفصيلة الكوليوسبورية Family Coleosporiaceae

ويمكن التمييز بين هذه الفصائل على حسب مفتاح التصنيف التالي:

أ ـ الجراثيم البازيدية تنشأ على البازيديوم المقسم أو ما يسمى بالميسيليوم الأولي والناتج من إنبات الجرثومة التيليتية.

ب ـ الجراثيم التيليتية معنقة (محمولة على أعناق).

الفصيلة الباكسينية ..... Pucciniaceae

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

ب ب ـ الجراثيم التيليتية غير معنقة (جالسة).

الفصيلة الميلامبسورية ..... Melampsoraceae

أ أ ـ الجراثيم البازيدية تنشأ من الجرثومة التيليتية مباشرة عند إنباتها دون أن يتكون الميسيليوم الأولي.

الفصيلة الكوليوسبورية ..... Coleosporiaceae

☐ الفصيلة الباكسينية Family Pucciniaceae

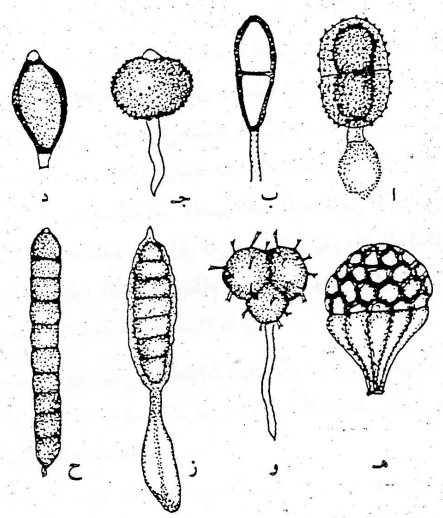
تضم هذه الفصيلة العدد الأكبر من فطريات الأصداء، وتتميز أفرادها بأن الجراثيم التيليتية فيها تكون دائما معنقة وتختلف شكل هذه الجراثيم باختلاف الأجناس. فهي قد تكون بسيطة مؤلفة من خلية واحدة، أو تكون ثنائية الخلية أو عديدة الخلايا، وقد توجد كل منها مستقلة عن الأخرى أو تتجمع داخل مادة جيلاتينية، وتحمل الخلايا التيليتية فوق حواملها إما مفردة، أو في مجاميع من حوامل بسيطة أو مركبة أي تظهر على حامل مشترك. وتتكون عادة في بثرات تحت البشرة وتكون مغطاة أو عارية. وجدر الخلايا التيليتية عادة بنية محمرة، سميكة، وقد تكون ملساء، أو مزخرفة أو محاطة بغلاف شفاف. وتضم الفصيلة عددا من الأجناس التي يمكن تمييز بعضها عن بعض تبعا لعدد الخلايا في كل جرثومة تيليتية، وكذلك شكل الجدار المحيط بكل جرثومة، والطور الأسيدي ونظام دورة الحياة وغير ذلك، ومن الأجناس ذات الأهمية الاقتصادية التابعة لهذه الفصيلة ما يلي:

١ ـ جنس يوروميسيس *Uromyces*، وفيه تكون الجرثومة التيليتية مكونة من خلية واحدة (شكل ١٦٥د)، ويضم أكثر من ٦٠٠ نوع أهمها صدأ الفول *Uromyces fabae* وصدأ الفاصوليا *Uromyces pisi*.

٢ ـ جنس باكسينيا *Puccinia* وفيه تكون الجرثومة التيليتية مكونة من خليتين (شكل ١٦٥ب)، ويضم أكثر من ١٨٠٠ نوع، وأهم هذه الأنواع على الاطلاق تلك التي تكون الجراثيم اليوريدية والتيليتية على أنواع الحبوب الزراعية ذات الأهمية الاقتصادية.

٣ ـ جنس فراجميديوم *Phragmedium* وفيه تكون الجرثومة التيليتية عديدة الخلايا في صف واحد (من ٣ ـ ٨ خلايا) ولها عنق طويل، ويحيط بها غلاف جيلاتيني (شكل ١٦٥ز)، ويضم حوالي ٦٠ نوعا تتطفل على عائل واحد من النباتات الوردية مثل الورد والتوت وغيرها.

ومما سبق نجد أن الجنس باكسينيا يعتبر من أهم الأجناس التابعة لرتبة اليوريدينات على الاطلاق. ويضم عددا من الأنواع الفطرية طويلة الدورة التي يتطلب اكمال دورة حياتها تواجد عائلين نباتيين مختلفين، والتي تظهر فيها بوضوح ظاهرة التخصص الفسيولوجي، لذلك سيتم مناقشة هذا الجنس لإعطاء فكرة تامة عن فطريات الصدأ.



شكل (١٦٥) أنواع مختلفة من الجراثيم التيليتية تمثل ثمانية أجناس من الأصداء كما يلي:

(ا) بروبيكسيس *Uropyxis* (ب) باكسينيا *Puccinia* (جـ) بيليولاريا *Pileolaria*

(د) يروميسيس *Uromyces* (هـ) رافنيليا *Ravenelia* (و) نيسوبسورا *Nyssopsora*

(ز) فراجميديوم *Phragmidium* (ح) زينودوكاس *Xenodochus*

(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

الوضع التصنيفي لجنس باكسينيا Systematic position of Genus *Puccinia*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Basidiomycotina	قسيم: الفطريات البازيديوميكوتية
Class: Basidiomycetes	طائفة: الفطريات البازيدية
Subclass: Teliomycetidae	طويئفة: الفطريات التيليوميتية
Order: Uredinales	رتبة: اليوريدينات
Family: Pucciniaceae	الفصيلة: الباكسينية
Genus: *Puccinia*	الجنس: باكسينيا

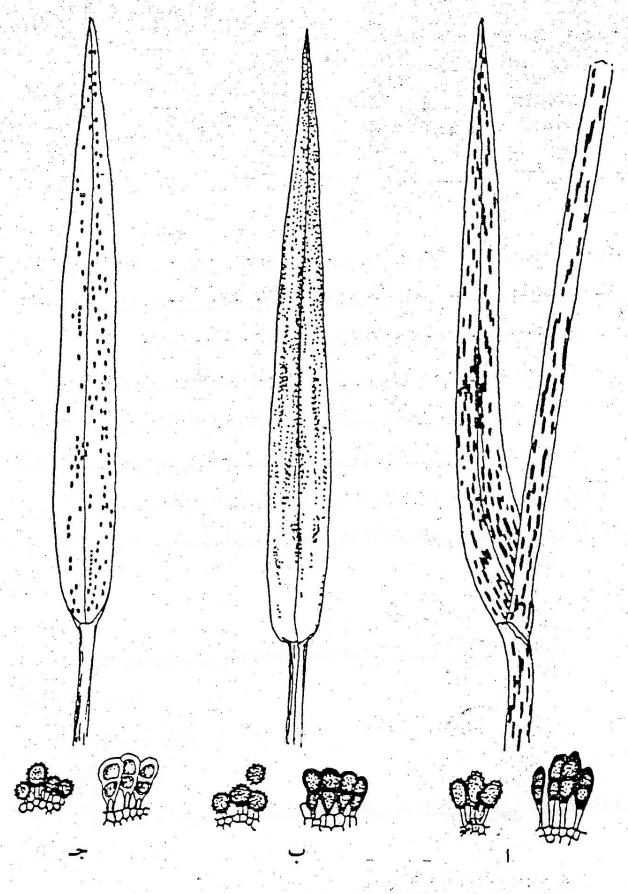
يضم هذا الجنس حوالي ١٨٠٠ نوع، تعيش جميعها متطفلة اجباريا على عدد من نباتات الفصيلة النجيلية ذات الأهمية الاقتصادية مثل القمح، الشعير، الشوفان والشيلم.. الخ. وتسبب لتلك النباتات أمراضا تعرف بأمراض الصدأ Rust diseases. وهي ذات أهمية اقتصادية بالغة بالنسبة لمناطق زراعة القمح في العالم، فالخسارة التي تحدثها قد تكون ضئيلة أو كبيرة لدرجة أنها تتلف المحصول في الحقل. وتقدر الخسارة العالمية المتسببة عن فطريات الصدأ التي تصيب الحبوب بعشرات الملايين من الدولارات سنويا. ولذلك بادر علماء الفطريات إلى دراسة فطريات صدأ الحبوب فوجدوا ثلاثة أنواع هامة جدا من حيث انتشارها وضررها الاقتصادي وتنتمي جميعها إلى الجنس باكسينيا وهي:

١ ـ باكسينيا جرامينيس *Puccinia graminis* المسبب لمرض صدأ الساق الأسود في القمح Stem rust.

٢ ـ باكسينيا ريكوندتا *Puccinia recondita* المسبب لمرض صدأ الأوراق البني Brown leaf rust.

٣ ـ باكسينيا سترايفورميز *Puccinia striformis* المسبب لمرض الصدأ المخطط (الأصفر) Stripe rust.

وقد قدرت خسائر الأنواع الثلاثة السابقة مجتمعة في أمريكا الشمالية وحدها في السنوات الأخيرة بحوالي مليون طن من القمح على الأقل سنويا. وتزداد نسبة الخسارة عن ذلك في المناطق الأقل تقدما زراعيا. ويوضح الشكل (١٦٦) أعراض إصابة نبات القمح بالأنواع السابقة من جنس باكسينيا. وتجدر الإشارة إلى أن تلك الأنواع لا



شكل (١٦٦) أعراض الإصابة بأصداء القمح والجراثيم التيليتية (يمين) والجراثيم اليوريدية (يسار) للفطريات المسببة.
ا ـ صدأ الساق الأسود ب ـ الصدأ الأصفر جـ ـ الصدأ البرتقالي.
(عن إبراهيم وآخرون ١٩٧٤)

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

تختلف فيما بينها إلا قليلا من ناحية شكلها الظاهري، إلا أنها تتفاوت كثيرا في مقدرتها على غزو النجيليات المختلفة. وفي الصفحة التالية جدولا يوضح الفروق المختلفة بين تلك الأنواع.

ويعتبر فطر *باكسينيا جرامينيس* المسبب لمرض صدأ الحبوب (شكل ١٦٧) من أهم وأخطر الأمراض التي تصيب الحبوب في جميع أنحاء العالم المنتجة لها، وقد أثبت كل من أريكسون وهينينج (Eriksson & Henning 1984) بأن النوع الفطري الواحد من فطريات الصدأ يحتوي على عدد من تحت الأنواع Sub species والتي لا تختلف عن بعضها من الناحية المورفولوجية إلا قليلا، ولكنها تختلف عن بعضها فسيولوجيا. إذ أن كل منها متخصص بإصابة أنواع معينة من أفراد الفصيلة النجيلية ومنها:

١ ـ *Puccinia graminis tritici* الذي يصيب نبات القمح.
٢ ـ *Puccinia graminis avenae* الذي يصيب الشوفان.
٣ ـ *Puccinia graminis secalis* الذي يصيب الشيلم والشعير.
٤ ـ *Puccinia graminis oryzae* الذي يصيب الأرز.

شكل (١٦٧) صورة فوتوغرافية توضح الإصابة الشديدة لأوراق نبات القمح بمرض صدأ السا
الأسود المتسبب عن الفطر باكسينيا جرامينيس *P. graminis*.

جدول يوضح أهم الفروق بين أصداء القمح الثلاثة

أوجه المقارنة	صدأ الساق الأسود Black rust *Puccinia graminis* المتسبب عن الفطر	الصدأ الأصفر المخطط Yellow rust *Puccinia striiformis* المتسبب عن الفطر	الصدأ البني أو البرتقالي Brown or Orange rust *Puccinia recondita* المتسبب عن الفطر
العائل الأول	يصيب القمح والشعير والشوفان وبعض الحشائش النجيلية.	يصيب القمح والشعير فقط وبعض الحشائش النجيلية.	يصيب القمح فقط.
الإصابة	تهاجم السوق بشدة، ولكنها توجد على انفصال الأوراق وأغمادها والسنابل والقنابات.	تهاجم الأوراق بشدة.	تهاجم الأوراق بشدة، ولكنها توجد على الأغماد والأعناق.
لون البثرة اليوريدية	أحمر بني، ثم يصبح داكن.	أصفر ليموني.	برتقالي.
شكل البثرات اليوريدية	كبيرة وبيضية أو مستطيلة، ومنفصلة مع بعضها وتتمزق مبكرا، وتكون مبعثرة في خطوط طولية موازية لمحور الساق، والعرق الوسطي.	بيضية أو مستديرة، صغيرة، ولكنها غالبا ما تكون أكبر من بثرات الصدأ الأصفر، منفصلة عن بعضها، تتمزق مبكرا وليست مرتبة في صفوف ولكنها مجتمعة وتنتشر بدون انتظام على الأجزاء المصابة.	بيضية أو مستديرة، صغيرة، ولكنها غالبا ما تكون أكبر من بثرات الصدأ الأصفر، منفصلة عن بعضها، تتمزق مبكرا وليست مرتبة في صفوف ولكنها مجتمعة وتنتشر بدون انتظام على الأجزاء المصابة.
مكان الإصابة	توجد على جميع الأجزاء الخضراء للنبات.	توجد على جميع الأجزاء الخضراء للنبات.	توجد على السطح العلوي للأوراق.
شكل الجراثيم اليوريدية	خلية واحدة مستديرة أو بيضية الشكل، شوكية، تحتوي على أربع أنابيب إنبات.	خلية واحدة مستديرة الشكل تقريبا، شوكية وتحتوي على ست إلى عشر أنابيب إنبات.	خلية واحدة مستديرة الشكل، شوكية تحتوي على ثلاث إلى أربع أنابيب إنبات.
لون البثرة التيليتية	أسود.	أسود.	أسود.

كما لوحظ وجود درجة أكبر من التخصص، فالفطر *P. graminis tritici* يحتوي على عدد كبير من السلالات Races والتي تختلف في درجة إصابتها على ضروب القمح المختلفة. ويسبب هذا الفطر مرض صدأ الساق الأسود في القمح، وقد سجل وجود هذا المرض وانتشاره في عدد من مناطق المملكة. ويعد الفطر من الأصداء طويلة الدورة Macrocyclic rusts الذي يتطلب إكمال دورة حياتها تواجد عائلين نباتيين مختلفين، وهما أحد أفراد الفصيلة النجيلية (العائل الابتدائي) ونبات الباربري (العائل الثانوي) وتعرف باسم الأصداء ذات العائلين heteroecious. أي أن الفطر يمضي فترة من دورة حياته على نبات القمح أو أي نجيل آخر كالشعير والشوفان، ويمضي الفترة الباقية على عائل آخر هو نبات الباربري Barberry (*Berberis vulgaris*)، أو نبات *الماهونيا* *Mahonia aquifolium*.

وحيث إن الفطر يمتاز بدورة حياته الطويلة، لذا فإنه يتكون أثناءها خمسة أنماط مختلفة من الجراثيم (الاشكال ١٦١ - ١٦٤). تتكون الجراثيم البكنية Pycniospores والجراثيم الأسيدية Aecidiospores على نبات الباربري. أما الجراثيم اليوريدية Urediospores والجراثيم التيليتية Teleutospores فتتكون على نبات القمح. وتنمو من خلايا الجراثيم التيليتية حوامل بازيدية تحمل الجراثيم البازيدية Basidiospores.

دورة حياة الفطر

تبدأ الإصابة الأولية لنبات القمح (شكل ١٦٨) أو غيره من النجيليات في أوائل موسم النمو بواسطة جراثيم منتشرة في الهواء هي الجراثيم اليوريدية أو الجراثيم الأسيدية. فإذا ما استقرت الجرثومة على سطح ورقة القمح وتهيأت لها الظروف المناسبة للانبات انبثقت منها أنابيب انبات تدخل الأنسجة الداخلية للعائل عن طريق الثغور، ولما كانت كل جرثومة سواء كانت يوريدية أو أسيدية أحادية الخلية ثنائية النواة، فإن الغزل الفطري المتكون منها تحتوي كل خلية من خلاياه على نواتين مترافقتين.

ويتقدم الغزل الفطري المتطفل في المسافات البينية، ويرسل ممصات إلى داخل خلايا العائل لامتصاص ما يحتاج إليه من مواد غذائية الأمر الذي يسبب استنفاذ

وهذا جدول يوضح أهم الفروق بين أصداء القمح الثلاثة

أوجه المقارنة	صدأ الساق الأسود Black rust *Puccinia graminis* المتسبب عن الفطر	الصدأ الأصفر المخطط Yellow rust *Puccinia striiformis* المتسبب عن الفطر	الصدأ البني أو البرتقالي Brown or Orange rust *Puccinia recondita* المتسبب عن الفطر
مظهر البثرات التيليتية	مسحوقي لانفجار بشرة العائل وظهور الجراثيم.	ناعم لامع.	ناعم لامع.
شكل البثرات التيليتية	تشبه في شكلها البثرات اليوريدية، غير أنها سوداء، توجد على جميع الأجزاء الخضراء للنبات، وتقل في نصل الأوراق ولا تحاط البثرات بخيوط عقيمة.	تشبه في شكلها البثرات اليوريدية إلا أنها مسطحة، وسوداء باهتة، وتتصل مع بعضها، ولا تنفجر، وتنفتح خلال طبقة البشرة، وتوجد على سطح الأوراق وتحاط البثرات بخيوط عقيمة.	غالباً ماتختفي البثرات التيليتية في هذا الفطر، ولكنها عندما تكون موجودة تشبه البثرات اليوريدية، وتوجد بصورة رئيسية على السطح السفلي للأوراق. وتقسم الخيوط العقيمة البثرات إلى أجزاء صغيرة.
شكل الجراثيم التيليتية	تتكون من خليتين، العلوية منهما مستدقة القمة فيزيد سمك الجدار عندها، ذات حامل مستديم.	تتكون من خليتين، العلوية منهما منبسطة القمة وجدارهما من الأعلى رقيق، ذات حامل مستديم.	تتكون من خليتين، العلوية منهما منبسطة القمة وجدارها من الأعلى رقيق، وذات حامل مستديم.
الأوعية البنكية والكؤوس الأسيدية	تتكون على نبات الباربري *Barberry* والماهونيا *Mahonia*.	تتكون على نبات الثاليكتروم *Thalictrum* وأيضا على نبات الإيزوبيرون *Isopyron*.	لا تعرف مثل هذه الأطوار في هذا الفطر.
السلالات	تعرف منها ٢٤٠ سلالة فطرية.	تعرف منها ١٠٠ سلالة فطرية.	تعرف منها ١٤ سلالة فطرية.
عودة الإصابة السنوية	بواسطة الجراثيم اليوريدية، أو الأسيدية المحمولة بواسطة الرياح.	بواسطة الجراثيم اليوريدية، أو الأسيدية المحمولة بواسطة الرياح.	بواسطة الجراثيم اليوريدية فقط أو العوائل المحلية الملازمة.
انتشار المرض	ينتشر المرض عند درجة حرارة ١٨ - ٢٤°م.	ينتشر المرض عند درجة حرارة ١٢°م ويقل إنبات الجراثيم عند درجة ٢٠°م فما فوق.	ينتشر المرض عند درجة حرارة ١٠ - ١٨°م ولا تحدث الإصابة عند درجة ٢٧°م فما فوق.

محتوياتها وموتها. وخلال خمسة أو ستة أيام من بدء الإصابة، ونتيجة لازدياد الغزل الفطري المتطفل، يبدأ الميسيليوم في تكوين تجمعات لجراثيم وحيدة الخلية، خشنة الملمس تسمى الجراثيم اليوريدية التي تضغط على بشرة العائل مسببة تمزقها. وتنضج الجراثيم اليوريدية بعد مرور ١٠ - ١٢ يوما من الإصابة. ثم تبرز في مجموعات كبيرة على سطح الورقة. ولهذا تظهر على أوراق القمح بثرات مستطيلة لونها أصفر أو برتقالي تعرف بالبثرات اليوريدية Uredio sori (شكل ١٦٨جـ)، وهي إما أن تكون مبعثرة أو متحدة في خطوط طولية موازية في موضعها للمحور الطولي للساق والعرق الوسطى للأوراق. وتنتشر على الأوراق وأغمادها، والساق وتنابع الأزهار. ويختلف حجم وعدد البثرات اليوريدية باختلاف العوامل البيئية، وباختلاف درجة مقاومة العائل، فهي قد تكون صغيرة، أو تكون طويلة يزيد طولها على ١٠ مم وعرضها عن ٣ مم.

ويطلق على الطور اليوريدي في هذه المرحلة اسم طور الصدأ الأحمر Red rust stage. الجرثومة اليوريدة بيضية، أو مستديرة، أو مستطيلة الشكل، برتقالية اللون، ومعنقة (أبعادها ١٣ - ٢٤×٢١ - ٤٢ ميكرون). وهي تتكون من خلية واحدة بداخلها نواتان منفصلتان، ولها جداران، جدار خارجي مسنن وغليظ Epispore، وجدار داخلي رقيق Endospore. وتحمل الجراثيم اليوريدية على حوامل من السهل أن تنفصل عنها، ولها عدد من ثقوب الإنبات (حوالي ٤ ثقوب) موزعة على خط استواء الجرثومة، تنبثق منها فيما بعد أنابيب الإنبات (شكل ١٦٨د)، وعند انفصال الجراثيم عن البثرات، تنتشر إلى مسافات بعيدة بواسطة الرياح. وعندما تسقط على أوراق أخرى من نفس العائل أو عوائل أخرى سليمة من نفس النبات فإنها تنبت عندما تتوفر لها ظروف الإنبات المناسبة خلال بضع ساعات من وقوعها مسببة ظهور أجيال متعاقبة من الطور اليوريدي خلال موسم النمو الواحد للمحافظة على نوعها. ويلاحظ دائما أن الجراثيم اليوريدية يمكنها أن تسبب العدوى الثانوية لأوراق القمح الخضراء أثناء موسم الانبات إذا ما كانت الظروف ملائمة لحدوث الإصابة، فوظيفة هذه الجراثيم العمل على إكثار الفطر وانتشار المرض أثناء موسم انبات القمح. ويلاحظ أن النبات المصاب الذي يحمل عددا كبيرا من البثرات اليوريدية يتأثر كثيرا بالإصابة على الرغم من أن الخلايا المصابة لا تفقد حيويتها. فيقل نموه وقدرته على القيام بعملية التمثيل

الضوئي. وفي الظروف الجافة يزداد فقدانه للماء وخاصة في منطقة الإصابة نتيجة لاستنفاد الفطر لاحتياجاته الغذائية مما يسبب اصفرار الأوراق وانكماشها.

عندما يقترب موسم النمو من نهايته، وعندما يقارب العائل مرحلة النضج، يستجيب الفطر للتغيرات الأيضية في النبات بإنتاج نوع آخر من الجراثيم تعرف بالجراثيم التيليتية، تتكون من نفس الميسيليوم المنتشر في الورقة المصابة والذي أعطي الجراثيم اليوريدية، وتتكون في بثرات بنية داكنة اللون توجد غالبا على السوق والأغماد، وتعرف بالبثرات التيليتية (شكل ١٦٨و)، وتكون عادة مستطيلة ومتحدة في خطوط طويلة موازية للمحور الرئيسي للنبات. ويطلق على الطور التيليتي في هذه المرحلة اسم طور الصدأ الأسود. وتتكون الجرثومة التيليتية من خليتين بينهما تخصر بسيط عند الحاجز المستعرض الذي يفصل بين الخليتين. وتحتوي كل خلية وهي صغيرة، على نواتين تندمجان في نواة واحدة ثنائية المجموعة الصبغية عند اكتمال نضج الجرثومة، وهي معنقة، ولها قمة مدببة، وجدارها الخارجي سميك ولكنه ناعم أملس، ولونه بني داكن وتتراوح أبعاد الجرثومة التيليتية من ١٦ - ٢٣×٣٥ - ٥٨ ميكرون، وكل خلية لها ثقب انبات قمي.

الجرثومة التليتية ليست لها القدرة على إصابة نبات القمح، أو الباربري، ولكنها تتحمل الظروف البيئية القاسية حيث تسقط على الأرض، أو تبقى متصلة بالنبات العائل الميت، وتظل ساكنة خلال فترة الشتاء، وقبل سقوطها تتحد النواتان داخل كل خلية لتكون نواة واحدة تحتوي على ضعف عدد الكروموسومات.

وتكمن خطورة المرض في أن أنسجة الساق المصابة تتلف وتموت، وبذلك تتعطل أو تقف عملية انتقال الغذاء إلى السنابل فتضمر الحبوب، وتتوقف درجة ضمورها على شدة الإصابة وميعاد ظهورها. وكلما كانت الإصابة مبكرة كلما زاد ضمور الحبوب المتكونة في السنابل.

ونظرا لأن الفطر المسبب لمرض صدأ الساق الأسود ثنائي العائل، ويمضي دورة حياته على عائلين مختلفين أحدهما القمح والآخر الباربري، ولكن في مناطق المملكة

التي سجل وجود المرض فيها بصورة ملحوظة، فإننا نجد أن دورته تكون غير كاملة، وقاصرة على ظهور الطورين اليوريدي والتيليتي فقط على نبات القمح. ولما كان نبات الباربري غير موجود في المملكة فإنه من المرجح أن إصابة القمح بمرض الصدأ تنسب عن أحد المصادر التالية:

١ ـ قد تعود إصابة القمح إلى جراثيم يوريدية قد حُمِلَتْ بواسطة الرياح من مناطق بعيدة حيث بدأت الأغزال الفطرية النامية في نباتات القمح بانتاج جراثيم يوريدية. ولقد أظهر التقاط جراثيم يوريدية بواسطة مصايد جرثومية خاصة وضعت في طائرات مسافرة مئات الأميال شمال مساحات مزروعة بالقمح من شمال أمريكا بأن جراثيم *باكسينيا جرامينيس* تحمل بواسطة الرياح لمسافات بعيدة (Smith 1955).

٢ ـ من جراثيم يوريدية تتكون على بعض الحشائش النجيلية القابلة للاصابة بالصدأ، حيث يمضي الفطر فصول الصيف والشتاء.

٣ ـ قد تعود الاصابة إلى جراثيم يوريدية ساقطة في تربة المحصول المصاب، حيث تظل كامنة خلال فصل الشتاء، إذا كان المناخ معتدلا، إلى أن يظهر نبات القمح في الموسم القادم. وعندما تثير الرياح حبيبات التربة تسقط ومعها الجراثيم اليوريدية على أسطح الأوراق لتبدأ الإصابة من جديد. والرأي الأخير هو الأرجح بين الآراء الثلاثة السابقة.

وفي البلاد التي يوجد بها نبات الباربري تكون دورة حياة الفطر كاملة، فالجرثومة التيليتية تنبت عند ملاءمة ظروف النمو وخاصة في الربيع، ويخرج من كل ثقب انبات حامل بازيدي (شكل ١٦٨ز). وتنقسم نواة الخلية التيليتية اختزاليا وينتج أربعة أنوية أحادية المجموعة الصبغية، وتنتقل هذه الأنوية إلى الحامل البازيدي لترتب داخله حيث ينقسم الحامل البازيدي بجدر مستعرضة إلى أربع خلايا، كل خلية تحتوي على نواة واحدة، ثم يتكون على كل خلية من خلايا الحامل البازيدي نتوء أو ذنيب قصير ينتفخ طرفه ليستقبل النواة الموجودة بالخلية، ثم ينفصل الطرف المنتفخ ليكون الجرثومة البازيدية التي تحتوي على نواة واحدة أحادية المجموعة الصبغية. وبذلك تتكون أربع جراثيم بازيدية خارج الحامل البازيدي الذي يتميز هنا بأنه مقسم (شكل ١٦٨ز).

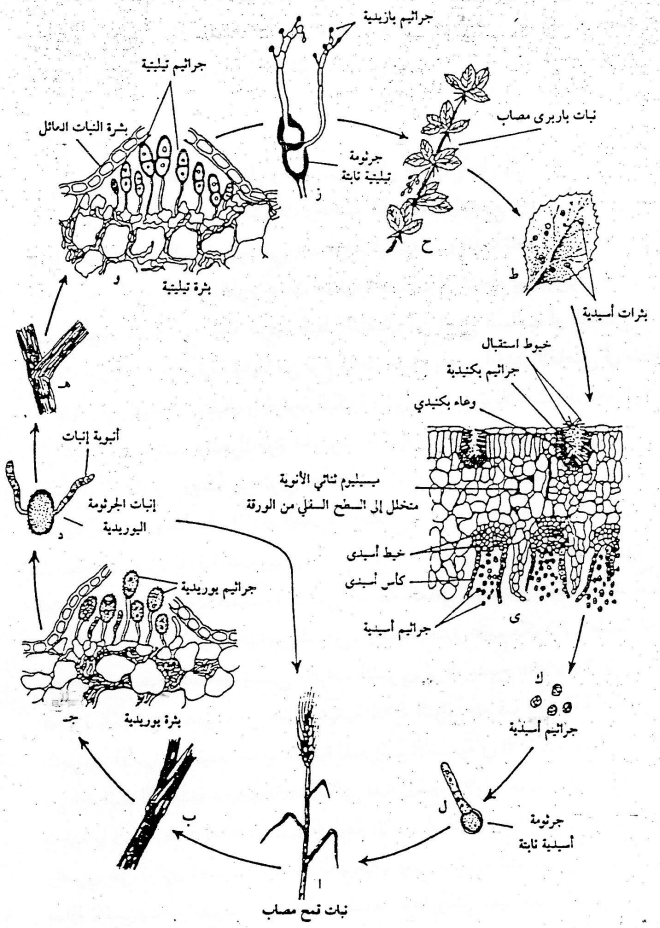
ويمتاز فطر *باكسينيا* ومعظم الأصدأ الأخرى بأنها مغايرة الثالوس، ولهذا فإن الجراثيم البازيدية الأربعة تتميز إلى سلالتين، اثنتان من النوع السالب واثنتان من النوع الموجب، وتكون متماثلة شكلا وحجما، وتسبب اصابات متشابهة. والجراثيم البازيدية المنطلقة غير قادرة على اصابة نبات القمح، ولكن يمكنها أن تنمو الى غزل فطري فقط في حالة سقوطها على نبات الباربري (شكل ١٦٨ح). وعندما تسقط الجرثومة البازيدية على أوراق أو أغصان حديثة النمو لنبات الباربري، فإنها تبدأ بالإنبات على سطح الورقة مرسلة انبوبة إنبات، حيث يتوسع طرفها عند ملامسته أدمة الورقة، مكونا ما يعرف بعضو الالتصاق Appressorium، يلتصق هذا العضو على سطح الورقة ثم يمتد من وسطه خيطاً دقيقا يثقب الأدمة ميكانيكيا، وهناك كثير من الفطريات التي تخترق سطح العائل بهذه الطريقة، ويخترق الجدار الخارجي لخلية البشرة، ثم ينمو ويتفرع إلى هيفات عديدة تنتشر خلال الأنسجة الداخلية للأوراق.

ينمو الميسيليوم الناتج بين الخلايا، وهو في هذه الحالة يتميز بخلاياه الأحادية النواة، لأنه نشأ من جرثومة بازيدية ذات نواة واحدة. يتغذى هذا الغزل بواسطة ممصات يرسلها إلى خلايا العائل الحية. وبعد أربعة أيام من بدء الإصابة ينتج الميسيليوم على السطح العلوي للأوراق أوعية بكنية Pycnia (شكل ١٦٨ى)، كروية إلى قارورية الشكل، وتحوي فتحة ضيقة تشبه الثقب تسمى فوهة. يبطن الجزء الداخلي للوعاء طبقة عمادية من هيفات دقيقة خصبية تعرف بالحوامل البكنية، التي تحمل في أطرافها سلسلة من الجراثيم البكنية Pycniospores، وهي أحادية الخلية تحتوي كل منها على نواة واحدة أحادية المجموعة الصبغية. ويتخلل الحوامل البكنية خيوط عقيمة. كما أن هناك نوعا ثالثا من الخيوط يعرف بخيوط الاستقبال Receptive hyphae تبرز أجزاءها العلوية من فوهة الوعاء البكني، ووظيفتها استقبال الجراثيم البكنية التي تنتقل إليها من وعاء بكني آخر. وتقوم الجرثومة البكنية مقام الجاميطة المذكرة، وهيفا الاستقبال تقوم مقام عضو التأنيث.

يوجد نوعان من الأوعية البكنية متشابهان شكلا ومختلفان وراثيا (أي مختلفي السلالة الجنسية)، ويعرف أحدهما بأنه موجب (+) والآخر بأنه سالب (−) ويتوقف

نوع الوعاء البكني على نوع الجرثومة البازيدية الناتج عنها. النوع السالب من الأوعية البكنية به خيوط استقبال سالبة وجراثيم بكنية سالبة، والنوع الموجب من الأوعية البكنية به خيوط استقبال موجبة وجراثيم بكنية موجبة.

تفرز الأوعية البكنية سائل رحيقي لزج حلو المذاق يسيل إلى الخارج عن طريق فوهة الوعاء، يجذب إليه الحشرات وخاصة الذباب، وتتجمع الجراثيم البكنية على شكل كتلة في هذا السائل الرحيقي عند فوهة البكنيدة. وعندما تنتقل الحشرة من وعاء بكني لآخر لجمع السائل اللزج يحدث عملية اخصاب أو التحام بين جرثومة بكنية من النوع الموجب مثلا مع خلية طرفية لخيط استقبال من النوع السالب أو العكس. ولا يحدث أبدا التحام جرثومة وهيفا من نوع واحد حيث يذوب الجدار الفاصل في منطقة الاتصال بين هيفا الاستقبال والجرثومة البكنية، ثم ينتقل بروتوبلاست الجرثومة البكنية إلى هيفا الاستقبال، وتتحرك نواة الجرثومة البكنية إلى خيط الاستقبال حيث تتكون خلية ثنائية النواة، وينشأ عن توالي انقسامها تكوين غزل فطري ثانوي جميع خلاياه ثنائية النواة، ينمو هذا الغزل الفطري ويتفرع وينتشر داخل الورقة ثم يتجه نحو السطح السفلي لورقة الباربري حيث ينتج الكؤوس الأسيدية Aecidia (شكل ١٦٨ى)، التي تكون مطمورة داخل أنسجة العائل، وتستقر فتحاتها عند سطح البشرة. والكأس الأسيدي فنجاني الشكل، ويحاط بجدار عقيم مكون من طبقة واحدة من خلايا الفطر المنضغطة يسمى الجراب الثمري أو البريديوم Peridium. يوجد عند قاعدة الكأس صفوف من خلايا عمادية ثنائية النواة تعرف باسم الخلايا الوالدة للجراثيم الأسيدية. تبدأ الخلايا الوالدة للجراثيم الأسيدية في الانقسام مكونة سلاسل من الجراثيم الأسيدية Aecidiospores التي تتبادل مع خلايا فاصلة ثنائية النواة تعرف بالخلايا البينية Disjunctor cells. والجرثومة الاسيدية (شكل ١٦٨ك)، أحادية الخلية وتحتوي على نواتين أحاديتا المجموعة الصبغية، وهي برتقالية اللون، كروية الشكل في بداية تكوينها ثم تصبح بعد ذلك مضلعة نوعا ولكل منها جدار أملس سميك، وأبعادها ١٥ - ١٩×١٦ - ٢٣ ميكرون. وعندما يتم نضج الجراثيم الأسيدية تأخذ الخلايا البينية في الانحلال والاختفاء لتحرير ما بينها من جراثيم أسيدية، حيث تنطلق



شكل (١٦٨) دورة حياة فطر باكسينيا جرامينس *P. graminis* المسبب لمرض الصدأ الأسود في القمح.

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

بقوة لتنتشر بواسطة تيارات الهواء لتصيب القمح أو أي نبات آخر من الفصيلة النجيلية في باكورة موسم النمو حسب سلالة الفطر، ولا يمكنها أن تصيب نبات الباربري مرة أخرى. ويمكن للجراثيم الأسيدية أن تحافظ على حيويتها لفترة طويلة وعندما تسقط على نبات القمح أو أي عائل نجيلي آخر فإنها تنبت في الظروف المناسبة لتعطي أنبوبة انبات واحدة أو أكثر (شكل ١٦٨ل). تخترق هذه الأنابيب سطح الورقة أو قاعدتها عن طريق الثغور. وينمو الميسيليوم بين الخلايا وينتشر في المسافات البينية لنسيج الميزوفيل. وهذا الميسيليوم مقسم بجدر عرضية وتحتوي كل خلية من خلاياه على نواتين مترافقتين Dikaryons ، وفي مدى ١٠ ـ ١٢ يوما من الإصابة يبدأ الميسيليوم في تكوين بثرات يوريدية، حيث يتفرع الغزل الفطري تحت بشرة العائل، وتنشأ من هذه الخيوط المتجمعة الجراثيم اليوريدية التي يحمل كل منها على خلية حامل منتصبة، ونتيجة لذلك تمزق البشرة وتتكشف الجراثيم إلى الخارج، ويمكن للجراثيم اليوريدية أن تصيب نباتات القمح، بنفس الطريقة التي تحدث بها الجراثيم الأسيدية العدوى منتجة جيلا جديدا من الجراثيم اليوريدية، وهكذا يعيد الفطر المسبب لمرض الصدأ الأسود في القمح دورة حياته ثانية. ويوضح الشكل (١٦٨) ملخص دورة حياة فطر باكسينيا *جرامينيس* المسبب لمرض صدأ الساق الأسود في القمح.

رتبة اليوستيلاجينات (التفحمات) Order Ustilaginales (Smuts)

ويطلق على هذه الرتبة اسم فطريات التفحم Smut fungi (شكل ١٦٩) ويشار إليها أحيانا بالخمائر البازيدية Basidiomycetous yeasts ، إذ تضم في مجموعها حوالي ١١٠٠ نوع مختلف (Duran 1973)، وهي أكثر أنواع الفطريات البازيدية بداءة. وفيها يكون البازيديوم إما مقسما أو غير مقسم، ويحمل كل بازيديوم عددا غير محدود من الجراثيم البازيدية أحادية الخلية، وسميت هذه الفطريات بفطريات التفحم نظرا لأن معظمها يكون على النبات العائل في موضع الأجزاء المصابة كتلا جرثومية مسحوقية سوداء اللون تشبه في مظهرها الأجسام المتفحمة أو الرماد نتيجة لتواجد ملايين من جراثيم الفطر السوداء فيها ومن هنا أشتق اسم الرتبة، ومسحوق الجراثيم المتكونة يوجد في أي مكان من النبات، على تحت الزهرة أو في المبيض، أو فوق الأزهار، أو السوق والأوراق. . الخ.

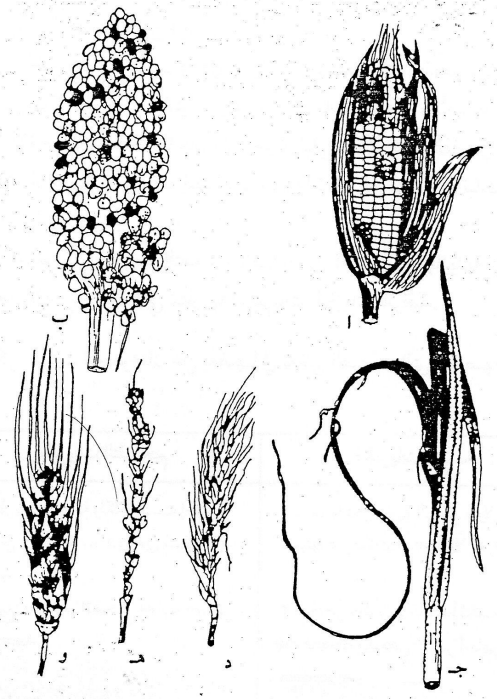
وتعتبر فطريات التفحم من الفطريات المهمة اقتصاديا، وترجع أهميتها بسبب اصابتها للمحاصيل النجيلية كالقمح والشعير والذرة وقصب السكر وغيرها، حيث تسبب لها أضرارا وخسائر كبيرة، وترجع خطورتها إلى أن النجيليات تزرع في سائر أرجاء المعمورة ولا يخلو منها بلد في العالم، وكذلك بسبب أن جزء النبات المصاب هي السنبلة، وهي الجزء الاقتصادي في النبات مما يقلل من الغلال المنتجة تجاريا.

وتوجد فطريات التفحم في الطبيعة متطفلة على النباتات الوعائية، ولكنها إذا لم تجد العائل المناسب فإنها قادرة على الحياة الرمية فوق أوساط غنية بالمواد العضوية، ولذلك فيسهل زراعتها وتنميتها صناعيا في بيئات مغذية في المختبر، بعيدا عن عوائلها، وأمكن في بعض الحالات أيضا الحصول على الجراثيم التيليتية لبعض هذه الفطريات على تلك المزارع الغذائية.

وتعتبر فطريات التفحم من المسببات المرضية النباتية حيث تتطفل داخليا في أعضاء معينة من النبات العائل وبخاصة في أزهاره، وينمو الغزل الفطري في بداية الأمر داخل خلايا النبات المصاب، ثم يصبح بعد ذلك بين خلايا النبات، ويمتص غذاؤه بواسطة المصات، ثم يكون جراثيمه التيليتية التي عرفت سابقا باسم الجراثيم الكلاميدية Chlamydospores من خلايا بينية لغزل فطري ثنائي الأنوية. ولهذه الفطريات صفات عامة مشتركة مع الأصدأ إلا أن دورة حياتها غير معقدة، ومعظم الأمراض التي تسببها لها صفات مميزة.

وتتشابه مجموعة فطريات التفحم مع مجموعة فطريات الأصدأ في كثير من الصفات نذكر منها:

١ ـ تشترك دورة حياتها بوجود نوعين من الأغزال الفطرية هما الغزل الفطري الابتدائي وهو أحادي النواة Monokaryon والغزل الفطري الثانوي وهو ثنائي النواة Dikaryon.



شكل (١٦٩) يوضح الأنواع المختلفة لأمراض التفحم:
ا ـ تفحم الذرة Corn smut ب ـ تفحم حبوب الباجرا Grain smut of Bajra
جـ ـ التفحم السوطي لنبات قصب السكر Whip smut of sugarcane
د، هـ ـ سنابل نبات القمح مصابة بمرض التفحم السائب Loose smut of wheat
و ـ التفحم المغطى لنبات الشعير Covered smut of barely

٢ ـ يمثل الغزل الفطري الثنائي النواة الجزء الهام في دورة الحياة، ويبقى لفترة طويلة حيث ينتج عنه تكوين الجراثيم التيليتية.

٣ ـ الطور المتحرك غائب في دورة حياة كل من فطريات التفحم والأصداء.

٤ ـ تحتفظ الجراثيم التيليتية في كل من فطريات التفحم والأصداء بقدرتها على الانبات لمدة طويلة تصل لعدة سنوات، حيث تبقى خلال تلك الفترة في حالة كمون في التربة، أو على بقايا النبات المصاب، وعندما تتوفر لها ظروف الانبات فإنها تنبت لتعطي الجراثيم البازيدية.

٥ ـ تعتبر كل فطريات التفحم والأصداء من الفطريات البازيدية الدنيا، نظرا لافتقارهما للثمار البازيدية التي تمتاز بها الفطريات البازيدية الراقية.

ولكن تختلف المجموعتان عن بعضهما في بعض الصفات التي نلخصها في الجدول التالي:

فطريات التفحم	فطريات الصدأ
١ ـ فطريات متطفلة ولكنها ليست إجبارية التطفل بل يمكن تنميتها على مزارع صناعية.	١ ـ فطريات إجبارية التطفل، ولا يمكن تنميتها على بيئات صناعية إلا نادرا.
٢ ـ جميع فطريات التفحم أحادية العائل Autoecious.	٢ ـ بعض فطريات الصدأ ثنائية العائل Heterocious والبعض الآخر أحادي العائل Autoecious.
٣ ـ إما أن يكون غزلها الفطري ما بين الخلايا Intercellular، أو يكون نموه داخل الخلايا Intracellular.	٣ ـ عادة يكون نمو الغزل الفطري بين الخلايا Intercellular ويحصل الفطر على غذاؤه عن طريق الممصات.
٤ ـ توجد الروابط الكلابية Clamp connection بصورة مستمرة في الغزل الفطري لأفراد هذه المجموعة.	٤ ـ الروابط الكلابية قليلة الوجود في الغزل الفطري لأفراد هذه المجموعة.
٥ ـ تتشكل الجراثيم التيليتية عادة من الخلايا الكبيرة (البينية) للميسيليوم وتشبه في ذلك الجراثيم الكلاميدية (شكل ١٧٠).	٥ ـ تتشكل الجراثيم التيليتية من الخلايا الطرفية للميسيليوم. (شكل ١٦٣ب).

فطريات التفحم	فطريات الصدأ
٦ ـ الجراثيم التيليتية غير معنقة، وتتكون من خلية واحدة بنواتين.	٦ ـ الجراثيم التيليتية تكون معنقة في معظم الأحيان وتحتوي الجرثومة على خلية أو خليتين أو أكثر ولكل خلية نواتين.
٧ ـ تنشأ الجراثيم البازيدية على الحامل البازيدي مباشرة «بدون ذنيبات» وعددها غير محدود.	٧ ـ تتكون الجراثيم البازيدية على ذنيبات تنشأ على الحامل البازيدي وبأعداد محدودة (عادة أربع جراثيم).
٨ ـ لا تنفصل الجراثيم البازيدية عند نضجها بقوة.	٨ ـ تنفصل الجراثيم البازيدية عند نضجها بقوة بواسطة ميكانيكية نقطة الماء.
٩ ـ تتكون دورة حياتها من طورين جرثومين فقط هما الطور التيليتي والطور البازيدي	٩ ـ تشتمل دورة حياتها في الحالات النموذجية على خمسة أطوار جرثومية.

وتشتمل رتبة اليوستيلاجينات على ما يقارب من ٨٥٠ نوع (Moore Landecker 1982)، تتوزع جميعها في فصيلتين هما:

١ ـ الفصيلة اليوستيلاجينية Family Ustilaginaceae

٢ ـ الفصيلة التيليتية Family Tilletiaceae

وقد بني هذا التوزيع على الأسس التالية:

١ ـ طريقة انبات الجراثيم التيليتية وتركيب الحوامل البازيدية عليها.

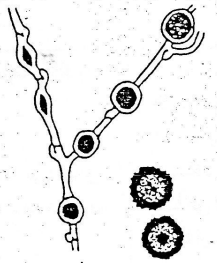
٢ ـ شكل وتركيب الجراثيم التيليتية (إما أن تكون فرادى أو في أزواج أو مجتمعة في كريات جرثومية). وبحسب ما إذا كانت مكونات الكرية الجرثومية كلها خصبية أو تتميز مكوناتها إلى جراثيم تيليتية وخلايا عقيمة (شكل ١٧١).

٣ ـ تكوين وسلوك الجراثيم البازيدية.

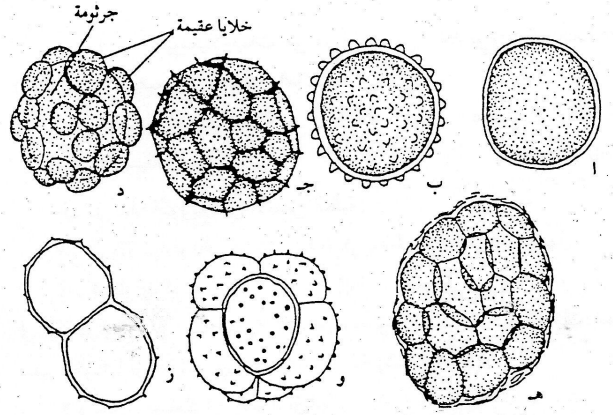
٤ ـ عدم تكوين أفراد الرتبة للثمار البازيدية.

☐ الفصيلة اليوستيلاجينية Family Ustilaginaceae

تتميز أفراد هذه الفصيلة بأن الحامل البازيدي الذي ينشأ عن إنبات الجرثومة التيليتية مقسم عرضيا إلى أربع خلايا، ومن هذه الخلايا تنشأ الجراثيم البازيدية جانبيا.



شكل (١٧٠) أ ـ جزء من الغزل الفطري يحتوي على الجراثيم التيليتية لأمراض التفحم المتسببة عن فطر يوستيلاجو تريتيسای *U. tritici*
ب ـ جراثيم تيليتية مكبرة.



شكل (١٧١) أنواع مختلفة للجراثيم التيليتية لأمراض التفحمات المتسببة عن الفطريات:
(أ) يوستيلاجو لينيس *Ustilago levis* (ب) يوستيلاجو مايديس *Ustilago maydis*
(جـ) تيليتيا كاريس *Tilletia caries* (د) يروسيستيس سيبيولى *Urocystis cepulae*
(هـ) تيوبيرسينيا تريتاليس *Tuburcinia trientalis*
(و) ثيكافورا سيمينيس *Thecaphora seminis*
(ز) شروتيريا ديلاستيرينا *Schroeteria delastrina*
(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

وتكون الكرات التفحمية (البثرات)، التي تتكون فيها الجراثيم التيليتية، عموما كتلا عارية ومكشوفة، أو مغطاة، وتكون الجراثيم التيليتية الناضجة أحادية النواة، ثنائية المجموعة الصبغية.

وينتسب إلى هذه الفصيلة حوالي ٤٠٠ نوعا تتبع لجنس يوستيلاجو *Ustilago* ومعظمها لها أهمية اقتصادية بالغة بسبب ما تحدثه من خسائر لمختلف المحاصيل النجيلية.

الوضع التصنيفي لجنس يوستيلاجو

Systematic position of Genus *Ustilago*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Basidiomycotina	قسم: الفطريات البازيديوميكوتية
Class: Basidiomycetes	طائفة: الفطريات البازيدية
Subclass: Teliomycetidae	طبيقة: الفطريات التيليومسيتية
Order: Ustilaginales	رتبة: اليوستيلاجينات
Family: Ustilaginaceae	الفصيلة: اليوستيلاجينية
Genus: *Ustilago*	الجنس: يوستيلاجو

يمثل هذا الجنس التفحمات التي تكون فيها الحوامل البازيدية مقسمة. ويضم حوالي ٤٠٠ نوع يتطفل معظمها على أفراد الفصيلة النجيلية، مثل القمح، الأرز، الشعير، الشوفان، الذرة وقصب السكر، مسببة لها مجموعة من الأمراض التى تسمى بأمراض التفحم. وهذه الفطريات لها أهمية اقتصادية كبيرة بسبب ما تحدثه من خسائر لمختلف المحاصيل النجيلية، إذ قد تخفض محصول الحبوب بنسبة تتراوح ما بين ٢٥ إلى ٥٠٪ من الإنتاج الكلي.

وعلى الرغم من أن الجنس يوستيلاجو يوجد في الطبيعة متطفلا على نباتات الحبوب Cereals إلا أنه قد يكون أيضا رميا اختياريا، فقد نميت بعض الأنواع التابعة له بصورة نقية على منابت غذائية تركيبية Synthetic media. وهناك أنواع عديدة من هذا الجنس وجد أنها متباينة الثالوس Heterothallic وتعتمد فيها الإصابة النموذجية على تلقيح العائل بواسطة جرثومتين بازيديتين من سلالتين مختلفتين. والحالة التزاوجية للأنواع متباينة الثالوس قد تكون ثنائية أو رباعية الأقطاب. ويحدث الازدواج النووي في أقرب

مرحلة ممكنة وبواسطة الاندماج الجسدي بين خليتين من خلايا الأغزال الفطرية الابتدائية الناتجة عن انبات جراثيم بازيدية مختلفة السلالة.

ومن الأنواع الأساسية التابعة لجنس يوستيلاجو والتي تسبب أمراضا لمختلف المحاصيل النجيلية نذكر:

١ ـ يوستيلاجو أفينى *Ustilago avenae* المسبب لمرض التفحم السائب للشوفان Loose smut of oats.

٢ ـ يوستيلاجو نودا *Ustilago nuda* المسبب لمرض التفحم السائب للشعير Loose smut of barely (شكل ١٧٢).

٣ ـ يوستيلاجو تريتيساي *Ustilago tritici* المسبب لمرض التفحم السائب للقمح Loose smut of wheat.

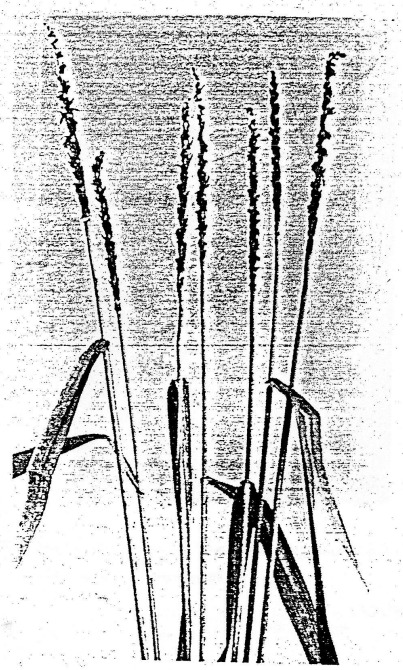
٤ ـ يوستيلاجو مايدس *Ustilago maydis* المسبب لمرض التفحم المغطى للذرة الشامية Corn smut.

ونظرا لأن النوع الأخير *U. maydis* (شكل ١٧٣) يعد من أكثر فطريات التفحم شيوعا على النطاق العالمي، لذلك يستخدم بكثرة في المختبرات العلمية كنموذج لفطريات التفحم، أثناء تدريس مادة الفطريات. وسنقوم بدراسته كمثل لهذه الفصيلة، ويمكن أن يعطي فكرة تامة عن رتبة اليوستيلاجينات.

ويتميز هذا الفطر عن أكثرية فطريات التفحم الأخرى بأن الإصابة به تكون موضعية أي تظهر الأورام والأعراض في المنطقة التي حدثت فيها العدوى، ولا ينتشر المرض داخل أنسجة النبات إلى أعضاء نباتية بعيدة عن موضع الإصابة، كما يحدث غالبا في فطريات التفحم الأخرى.

دورة حياة الفطر

في فطريات التفحم عموما لا توجد أعضاء جنسية، وبالرغم من ذلك فإن هناك تبادلا واضحا للأجيال بين جيل قصير العمر مترمم، في كل خلية من خلاياه نواة



شكل (١٧٢) أعراض الإصابة بمرض التفحم السائب على نبات الشعير والمتسبب عن الفطر
يوستيلاجو نودا *Ustilago nuda* .

واحدة، وبين جيل آخر متشعب الميسيليوم ومتطفل على أنسجة العائل النباتي، وله خلايا ثنائية النواة Binucleate ويسمى بالميسيليوم مزدوج الأنوية Dikaryotic mycelium.



شكل (١٧٣) أعراض الإصابة بمرض التفحم العادي على الذرة الشامية والمتسبب عن الفطر
يوستيلاجو مايدس *Ustilago maydis* .
(عن رافن وآخرين ١٩٧٦)

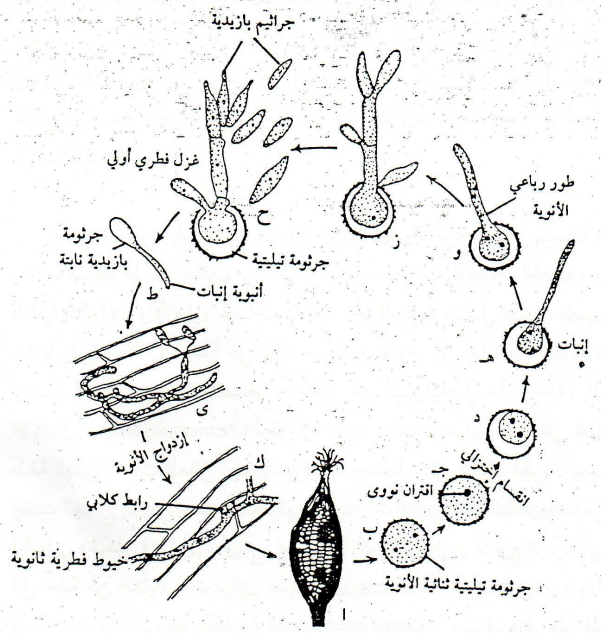
وفيما يلي وصفا لما يحدث أثناء هذه الدورة (شكل ١٧٤):

تكون الجرثومة التيليتية الحديثة ثنائية النواة (شكل ١٧٤ب)، كروية، مفردة، بنية إلى سوداء اللون، ذات جدار شوكي، وقطرها يتراوح ما بين ٧ ـ ١٢ ميكرون. تحتفظ الجراثيم التيليتية بقدرتها على الإنبات لمدة طويلة تصل لعدة سنوات، حيث تبقى خلال تلك الفترة كامنة في التربة، أو على بقايا نبات الذرة المصاب، وعندما تتوفر لها ظروف الإنبات، من رطوبة وحرارة وغيرها، تلتحم النواتان المترافقتان في الجرثومة التيليتية Karyogamy ليتكون من التحامهما نواة مندمجة ثنائية المجموعة الصبغية Dip-

إحداهما إلى الجرثومة البازيدية المتكونة لتستقر داخلها. ولا تلبث الجراثيم البازيدية أن تتبرعم مرات متوالية لتعطي عددا كبيرا من الجراثيم الثانوية البيضية الشفافة. وفي فطريات التفحم ثنائية القطبية أو رباعية القطبية، يتم انعزال العوامل الوراثية التي تحكم التوالف الجنيسي أثناء عملية الانقسام الاختزالي، بحيث تتميز الجراثيم البازيدية إلى سلالات مختلفة.

تنتشر كل من الجراثيم البازيدية الابتدائية والثانوية بسهولة بواسطة الرياح، وعندما تسقط على أي مكان من النبات العائل، وخاصة الأنسجة الحديثة، والأجزاء النامية كالبراعم والأزهار، فإنها تنبت عند توفر الرطوبة وترسل هيفات قصيرة تخترق خلايا بشرة العائل، وينشأ عن ذلك ميسيليوم تحتوي كل خلية من خلاياه على نواة واحدة أحادية المجموعة الصبغية، ويطلق على الميسيليوم في هذه الحالة، الميسيليوم الابتدائي Primary mycelium (شكل ١٧٤ح). وينمو الميسيليوم الابتدائي تحت خلايا طبقة البشرة للنبات العائل، ثم ينمو أفقيا، وعندما يلتقي غزلان فطريان بينهما توافق يحدث اندماج بلازمي Plasmogamy بين خليتين متوافقتين Compatible cells من هذين الخيطين (شكل ١٧٤ى)، وينتج عن ذلك تكون ميسيليوم مزدوج الأنوية أي تكون كل خلية من خلاياه ذات نواتين متجاورتين Dikaryons وليستا مندمجتين، وذلك عن طريق تكوين الروابط الكلابية Clamp connections ، ويعرف مثل هذا الميسيليوم بالميسيليوم الثانوي Secondary mycelium (شكل ١٧٤ك).

ولكن عندما تصاب نباتات الذرة بجرثومة بازيدية مفردة من فطر يوستيلاجو ميدس أو بعدة جراثيم من نفس السلالة فحينئذ يتكون غزل فطري ابتدائي عديد الخلايا وأحادى المجموعة الصبغية. ولكنه لا يكون روابط كلابية ولا ينتج إطلاقا جراثيم تيليتية أو يحفز على تكوين تورمات Galls من قبل العائل. ولذلك يعتبر الميسيليوم المزدوج الأنوية هو العامل الرئيسي المسبب للإصابة، ولا تتكون الأورام على كيزان الذرة إلا بعد حدوث هذا الاتحاد، حيث يعطي داخل الأنسجة المصابة غزل فطري مزدوج الأنوية. هذا الغزل الفطري ينمو بين الخلايا ويستطيع أن يحصل على احتياجاته الغذائية إما بإرسال ممصات قصيرة متفرعة، داخل خلايا العائل أو ينمو عادة



شكل (١٧٤) دورة حياة فطر يوستيلاجو مايدس *U. maydis*.

loid (شكل ١٧٤جـ). وعند انبات الجرثومة يتشقق جدارها ويخرج منها أنبوبة قصيرة رقيقة الجدر تسمى الميسيليوم الأولي Promycelium (الحامل البازيدي) (شكل ١٧٤هـ)، وتنقسم نواة الجرثومة الثنائية المجموعة الصبغية داخل الميسيليوم الأولي اختزاليا وينتج عن ذلك تكوين أربع أنوية أحادية المجموعة الصبغية Haploid (شكل ١٧٤ز)، تنفصل هذه الأنوية عن بعضها بجدر مستعرضة حيث يتكون أربع خلايا يوجد بكل منها نواة أحادية المجموعة الصبغية (شكل ١٧٤ز). ثم تنقسم النواة في كل خلية من خلايا الميسيليوم الأولي انقساما اعتياديا، فيتجمع في كل خلية نواتان، ترحل

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

بين الخلايا دون ارسال ممصات، ويستطيع الحصول على الغذاء بفارق الضغط الاسموزي، حيث أن الضغط الاسموزي للغزل الفطري أعلى من الضغط الاسموزي لخلايا العائل. ولا يبدى الغزل الفطري في هذه المرحلة أي أعراض خارجية على النباتات المصابة، إلا أن النشاط الأيضي لا يمكن أن نتبينه مظهريا، حيث تكون النباتات المصابة به أقل نموا وأقل ضراوة من النباتات السليمة. ومن الصعب جدا في هذه المرحلة التمييز بين النبات السليم والنبات المصاب في الطور الخضري، حيث لا تظهر الأعراض واضحة على النبات المصاب. وعندما تتكون التراكيب التكاثرية يظهر المرض واضحا حيث يعمل الغزل الفطري الثانوي على تحفيز خلايا العائل على الانقسام النشيط المتكرر مما يؤدي إلى النمو الشاذ في أنسجة العضو المصاب. وقد يصل العديد منها إلى أحجام ضخمة، مما يسبب انتفاخات وأورام كبيرة في المنطقة المصابة. وتتكون هذه الانتفاخات في بادىء الأمر من كتلة من الغزل الفطري مختلطة بنسيج العائل، وتكون هذه الأورام مغطاة بغشاء سميك جلدي القوام لونه أبيض فضي. وتظهر هذه الأورام على الأوراق والنورات والكيزان. وعند تقدم الاصابة تتحول الأورام المذكورة إلى كتل من الجراثيم التيليتية. وأخيرا تموت جميع خلايا العائل التي تقع في منطقة الورم، وتكون الجراثيم التيليتية عادة هي الجراثيم الوحيدة التي تتكون في المنطقة المصابة حيث تمتلىء منطقة الورم بكتلة مسحوقية سوداء تشبه مسحوق الفحم، وتتكون من أعداد هائلة من الجراثيم التيليتية مختلطة بالبقايا الجافة لخلايا العائل والخيوط العقيمة.

وقد يجف الغشاء المغلف للورم تدريجيا حتى ينفجر فتتعرض الجراثيم التيليتية للانتشار على هيئة مسحوق أسود اللون تذروه الرياح، وهذا ما تتميز به فطريات التفحم. ومما تجدر الإشارة إليه، أن الإصابة الناتجة عن هذا الفطر جهازية غير أن الجراثيم التيليتية تتكون في مناطق معينة، وهي الأعضاء التكاثرية للنبات، وعند الحصاد تختلط الجراثيم التيليتية بالحبوب السليمة وتلتصق بها، وعند انبات الحبة في الموسم القادم تنبت الجرثومة معها، وفي وقت واحد. أو أن الجراثيم التيليتية تبقى في التربة أو على بقايا النباتات المصابة، أو في السماد البلدي الناتج من مواشي تغذت على نباتات مصابة، ثم تنبت عندما تتهيأ لها الظروف المناسبة لتحدث بذلك إصابات جديدة للعائل بالطريقة السابق شرحها.

☐ الفصيلة التيليتية Family Tilletiaceae

فطريات هذه الفصيلة لا تكون ثمارا بازيدية، وتمتاز بأن الحامل البازيدي فيها غير مقسم بحواجز، وينتهي بخصلة من الجراثيم البازيدية يتراوح عددها ما بين ٨ ـ ١٦ أو أكثر. وتكون الجراثيم البازيدية طويلة ضيقة منجلية أو مغزلية الشكل، وكثيرا ما تكون متحدة في أزواج، وتستطيع أن تتزاوج وهي لا تزال محمولة على البازيديوم، أو عند سقوطها منه. أما الجراثيم التيليتية فهي كروية تقريبا، خشنة الملمس، شبكية السطح، وذات لون بني فاتح، ومفردة، وقد يكون عليها زوائد شفافة أو خالية منها. وقد تكون داخل مجاميع أو كرات جرثومية.

وتختلف الفصيلة التيليتية عن الفصيلة اليوستيلاجينية من ناحية طريقة انبات الجراثيم التيليتية، فقد وجد أن الجراثيم البازيدية في الفصيلة التيليتية تظل على الدوام على اتصال بالبازيديوم، ولا تنفصل، ولا تنتشر بنفس طريقة الانفصال وانتشار الجراثيم البازيدية المعروفة. ولكنها تندمج في أزواج مكونة تركيبا على شكل حرف H تنشأ عليه كونيدات هلالية الشكل تحتوي كل منها على نواتين حيث تنفصل وتنتشر بنفس الطريقة التي تنتشر بها الجراثيم البازيدية في كثير من الفطريات البازيدية الأخرى. ثم تنبت الكونيدات وينشأ عنها غزلا فطريا مزدوج الأنوية، وهو الذي يحدث العدوى في البادرات الصغيرة. وسنتخذ جنس «*تيليتيا*» كمثال لهذه الفصيلة.

الوضع التصنيفي لجنس *تيليتيا* Systematic position of Genus *Telletia*

Division: Amastigomycota	قسم: الفطريات اللاسوطية
Subdivision: Basidiomycotina	قسم: الفطريات البازيديوميكوتية
Class: Basidiomycetes	طائفة: الفطريات البازيدية
Subclass: Teliomycetidae	طريفة: الفطريات التيليوميسيتية
Order: Ustilaginales	رتبة: اليوستيلاجينات
Family: Tilletiaceae	الفصيلة: التيليتية
Genus: *Tilletia*	جنس: تيليتيا

يضم هذا الجنس حوالي ٤٠ نوعا تتطفل جميعها على أفراد الفصيلة النجيلية. وأشهرها النوعان تيليتيا كاريز *Tilletia caries* وتيليتيا فويتيدا *T. foetida* (شكل ١٧٥) اللذان يتطفلان على القمح، ويسببان له مرض يسمى مرض التفحم المغطى أو النتن

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

Bunt or stinking smut of wheat ، وترجع تسميته بالتن إلى رائحته المميزة التى تشبه رائحة السمك المتعفن.

وينتشر المرض المتسبب عن هذين النوعين في كل مناطق زراعة القمح في العالم، غير أن الخسائر المتسببة عنه بدأت تقل في السنوات الأخيرة، وأصبح المرض الآن أقل خطرا من السابق، وذلك بعد استنباط اصناف مقاومة له من القمح، ومعاملة التقاوي بالمبيدات الفطرية الفعالة قبل زراعتها لتطهيرها وقتل جراثيم الفطر التي تكون مختلطة بها أو ملتصقة على سطوحها. وتقلل الإصابة بهذه الفطريات من كمية المحصول، ومن نوعية الدقيق الناتج حيث يصبح لونه داكنا كلما ازدادت نسبة جراثيم الفطر المختلطة به. وتصبح الحبوب غير صالحة للتسويق إذا زادت كمية الجراثيم التي تحملها عن حد معين.

ويتشابه النوعان تشابها كبيرا في صفاتها وفي دورة حياتها، ولكن يختلف كل منها عن الآخر في شكل وتركيب جدار الجرثومة التيليتية، فهي في النوع *T. foetida* كروية



شكل (١٧٥) سنابل القمح تظهر عليها أعراض الإصابة بمرض التفحم المغطى أو التن (يسار)، المتسبب عن الفطر *تيليشيا فوتيدا Tilletia foetida* . وسنبلة قمح سليمة (يمين).

أو بيضية سميكة الجدار ولونها بني فاتح وذات جدار أملس، ويتراوح قطرها بين ١٧ ـ ٣٢ ميكرون، بينما هي في النوع *T. caries* كروية الشكل سميكة الجدار، مزينة بنقوش شبكية مضلعة، بارزة على السطح، ويتراوح قطرها بين ١٥ ـ ٢٣ ميكرون (شكل ١٧١جـ).

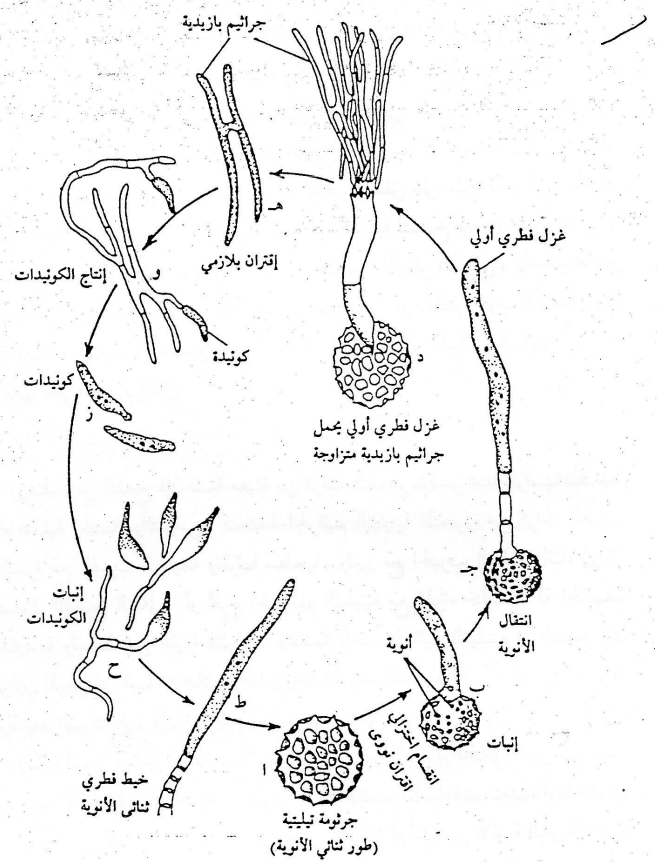
دورة حياة الفطر

تصاب نباتات القمح بهذه الفطريات عادة وهي في طور البادرات. وتحدث الاصابة إما عن طريق الجراثيم البازيدية أو عن طريق الكونيدات. وعند إنبات الكونيدات (شكل ١٧٦) فإنه ينتج عن ذلك تكوين غزل فطري ثانوي ثنائي النواة، وهو يعتبر الطور الجسدي الأساسي في دورة حياة هذه الفطريات، وتظهر عليه الروابط الكلّابية، ويخترق الغزل الفطري الثانوي بادرات القمح فينمو ما بين خلايا العائل أو داخلها. ويستطيع أن يحصل على احتياجاته الغذائية بارسال ممصات، وباستمرار نمو الغزل الفطري يصل إلى قاعدة الورقة الأولى للبادرة، ولا يبدى الغزل الفطري في هذه المرحلة أي أعراض خارجية على النبات المصاب.

ويستمر الغزل الفطري في التقدم علويا حتى يصل القمة النامية للنبات، فيستحث نموه ويزداد، وعندما يبدأ النبات بتكوين السنابل يغزو جميع أجزاء السنبلة حتى قبل خروجها من الغمد المحيط بها. وفي هذه المرحلة لا يلاحظ وجود الفطر من الخارج. ومن الصعب التمييز بين النباتات المصابة والسليمة إلا بعد ظهور السنابل حيث تبدو النباتات المصابة أقصر بقليل من النباتات السليمة. ويلاحظ أن السنابل المصابة يكون لونها أدكن قليلا من السنابل السليمة عندما تكون النباتات خضراء. وتبقى خضراء مدة أطول قبل الجفاف، إلا أنه من الصعب تمييز السنابل السليمة من المصابة إلا بعد مشاهدة الحبوب. كما أن قنابع وسفا السنابل المصابة تبتعد عن بعضها وتشكل زاوية كبيرة مع محور السنبلة بسبب اتساع الحبوب المتفحمة. وتكون مبايض النباتات المصابة حوالي ضعف الحجم الاعتيادي، والأسدية ناقصة النمو صغيرة الحجم. ويكون هناك زيادة سريعة في كمية الغزل الفطري ثنائي النواة داخل

المبايض النامية، وهذا يتبعه نمو معظم الخلايا ثنائية النواة إلى جراثيم تيليتية كروية الشكل أحادية الخلية. وتؤدى هذه التغيرات إلى أن تظهر حبة القمح المصابة مغطاة بغلاف أو غشاء خارجي نصف شفاف هو كل ما تبقى من نسيج الفلقة، بينما تحولت جميع محتويات الحبة إلى مسحوق أسود أو بنى قاتم، دهني الملمس له رائحة كريهة تشبه رائحة السمك المتعفن، ويتكون هذا المسحوق من جراثيم التفحم التيليتية التي يوجد منها في الحبة الواحدة من ٦ ـ ٩ ملايين جرثومة. ويطلق على مثل هذه الحبوب اسم كرات التفحم Smut balls. ويتحور شكل الحبة المصابة فتصبح ضامرة قصيرة مكورة، ويكون لونها ينيا أو رماديا بدلا من اللون الاعتيادي الأصفر الذهبي، وأخدودها غير واضح، ولا أثر للجنين عليها، وفي العادة تصاب جميع أو معظم حبوب السنبلة. وفي الظروف الاعتيادية لا تتفتح هذه الكرات، ولا تتحرر الجراثيم التيليتية الموجودة بداخلها حتى الربيع التالي.

وعند درس القمح فإن نسبة معينة من كرات التفحم تتكسر عند تعرضها للضغط أثناء عملية الحصاد والدراس، فتختلط الجراثيم التيليتية المتحررة من كرات التفحم المتكسرة مع الحبوب السليمة وتلوثها سطحيا، وتبرز مع الحبوب السليمة أثناء زراعة محصول القمح التالي. أو تخرج الجراثيم التيليتية مع الهواء خلف الآلة الحاصدة الدارسة وتسقط على التربة فتلوثها. وعندما تأخذ الجراثيم التيليتية في النضج فإن النواتين الموجودتين فيها تندمجان، وعند زراعة الحبوب الملوثة أو الحبوب السليمة في تربة ملوثة بجراثيم الفطر، فإن الجراثيم التيليتية تنبت عند تعرضها لرطوبة التربة، وتعطي عند إنباتها أنبوبة قصيرة غير مقسمة تسمى بالميسيليوم الأولي أو الحامل البازيدي حيث تنتقل إليه النواة الثنائية المجموعة الصبغية وهناك تنقسم انقسامات متعددة أولها انقسام اختزالي حيث يتكون داخل الحامل البازيدي ٨ أو ١٦ أو أكثر من الأنوية البنوية أحادية المجموعة الصبغية. ثم تنشأ على قمة الحامل البازيدي جراثيم بازيدية يتراوح عددها بين ٨ ـ ١٦ جرثومة على كل حامل. وتنتقل إلى كل جرثومة نواة واحدة أحادية المجموعة الصبغية. والجرثومة البازيدية مقوسة عديمة اللون، طويلة ورفيعة. وكثيرا ما تتزاوج الجراثيم البازيدية قبل انفصالها عن الحامل البازيدي. وعندئذ يحدث اندماج بلازمي



شكل (١٧٦) دورة حياة فطر *تيليتيا كاريس* *Tilletia caries*.

(عن الكسوبولوس وميمز ١٩٧٩)

بين كل جرثومتين بازيديتين متوافقتين من هذه الجراثيم (جرثومة سالبة الإشارة مع أخرى موجبة) خلال هيفا تنمو من وسط إحداهما إلى الأخرى، ولذلك يتشكل تركيب

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

الفصل الثامن

قسيم الفطريات الديتيروميكوتينية

Subdivision Deuteromycotina

يضم هذا القسيم مجموعة كبيرة من الفطريات المتقدمة التي لم يشاهد أو يكتشف فيها التكاثر الجنسي، وهي تنتشر انتشارا واسعا في الطبيعة وتعيش مترممة في التربة، أو متكافلة أو متطفلة على الانسان والحيوان والنبات. ولأغلب أفرادها غزل فطري جيد التكوين، ومقسَّم عرضيا إلى خلايا. وتتكاثر هذه الفطريات لاجنسيا فقط بتكوينها الكونيدات التي تختلف بالحجم والشكل واللون باختلاف الأنواع. وتحمل الكونيدات على حوامل خاصة تختلف أيضا باختلاف الأنواع. ويضم كذلك عددا قليلا من الفطريات التي لا تكون جراثيم كونيدية على الإطلاق في أي مرحلة من مراحل نموها وتعرف بالميسيليومات العقيمة Mycelia sterilia.

ويشتمل هذا القسيم على شبه طائفة واحدة هي شبه طائفة الفطريات الناقصة.

شبه طائفة الفطريات الناقصة

Form-class Deuteromycetes (Fungi Imperfecti)

تضم شبه طائفة الفطريات الناقصة عددا كبيرا من الأنواع الفطرية ذات الميسيليوم المقسم، والتي لا يعرف طورها الكامل ولذلك يمكن اعتبارها مكانا مؤقتا لأنواع الفطريات التي لا يزال مكانها في المجاميع الفطرية غير معروف حتى الآن. وهي تضم حسب الإحصائيات الحديثة (Weir *et al.* 1982) عددا كبيرا من الأنواع تبلغ حوالي ٢٠,٠٠٠ نوع موزعة في ١٥٠٠ جنس. وتنتشر في الطبيعة انتشارا واسعا، وتعيش رمية في التربة أو فوق البقايا النباتية أو طفيلية عليها، ولها أهمية كبيرة كمسببات طفيلية

على شكل حرف H تنتقل فيه إحدى النواتين إلى جوار الأخرى. ثم تتكون على الجراثيم الملتصقة ذنيبات تنتهي بانتفاخ، وتنتقل نوانا الجرثومتين المتزاوجتين إلى هذا الانتفاخ حيث تنشأ عليه كونيدات هلالية الشكل، تحتوي كل منها على نواتين، حيث تنفصل وتنتشر بنفس الطريقة الآلية التي تنتشر بها الجراثيم البازيدية في كثير من الفطريات البازيدية المألوفة. ثم تنبت الكونيدات وينشأ عنها غزل فطري ثنائي النواة يخترق بادرات القمح الصغيرة فينمو ما بين خلايا بشرة العائل، ثم ينضج إلى غزل فطري يستقر داخل أنسجة العائل، محدثا بذلك عدوى جديدة للنبات، وعادة تحدث العدوى على البادرة الصغيرة للقمح قبل ظهورها فوق سطح التربة.

ويمثل الشكل (١٧٦) دورة حياة فطر *تيليتيا كاريس*.

لبعض الأمراض النباتية الخطيرة التي تصيب المحاصيل الزراعية المختلفة، وبعضها يتطفل على الانسان والحيوان حيث تسبب لهم بعض الأمراض الخطيرة. ويوجد عدد قليل من الفطريات الناقصة له فوائد اقتصادية كبيرة حيث يستخرج منها بعض المواد الكيميائية والمضادات الحيوية كما في شبه جنس بنيسيليوم الذي سبق التحدث عنه.

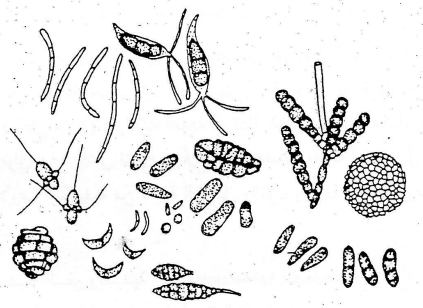
وتجدر الإشارة إلى أن هذه المجموعة من الفطريات لم يكتشف فيها التكاثر الجنسي بعد. فهي لا تكون لاقحات أو جراثيم زقية أو جراثيم بازيدية في أية مرحلة معروفة من مراحل نموها، فهي فطريات لم يكتشف فيها الطور التام أو الكامل Perfect stage أي اللاقحة أو الزق أو البازيديوم. وعلى ذلك لا يمكن وضعها من الناحية التصنيفية تحت أي طائفة من طوائف الفطريات الكاملة ذات الميسيليوم المقسم التي يتكون فيها الطور الجنسي الزقي أو البازيدي. لذا فإن التكاثر اللاجنسي في هذه الفطريات يمثل الوسيلة الأساسية في زيادة أعدادها.

واستنادا إلى هذه الحقيقة فإن الفطريات الناقصة تعتبر من الوجهة التصنيفية مجموعة فطرية اصطناعية ضخمة، وقد وضعت جميعها في هذه الطائفة الشكلية لتضم بصورة مؤقتة كما أسلفنا الأنواع التي تنتظر اكتشاف التراكيب الجنسية التي تبين انتمائها الى أي من الفطريات الزقية أو الفطريات البازيدية. وتشتمل هذه الشبه طائفة كذلك على مجموعة غير متجانسة ولا ترتبط أفرادها ببعضها بأية رابطة، ويبلغ عددها قرابة ٣٠ جنسا وحوالي ٤٠٠ نوع، وهي قد فقدت قدرتها عل تكوين جراثيم كونيدية ولكنها تستطيع تكوين أشكال فطرية جذرية Rhizomorphs أو أجسام حجرية صلبة Sclerotia من خيوط فطرية دون تكوينها للجراثيم الكونيدية، وتتكاثر لاجنسيا فقط إما عن طريق انبات الأجسام الحجرية أو بتجزئة الخيط الفطري نفسه، وتسمى هذه الفطريات بالميسيليومات أو الخيوط الفطرية العقيمة Mycelia sterilia ومن أمثلتها جنس سكليروشيوم *Sclerotium* ورايزوكتونيا *Rhizoctonia*.

تصنيف الفطريات الناقصة

لقد جرى تصنيف شبه طائفة الفطريات الناقصة بالاستناد إلى صفات الفطر، وشكل ولون الأوعية البكنيدية، والكويبات الكونيدية، وكذلك شكل الحوامل

الكونيدية التي تنشأ فيها أو عليها الجراثيم الكونيدية، بالإضافة إلى طريقة حمل هذه الجراثيم وشكلها ولونها وتركيبها وعدد الخلايا في كل جرثومة كونيدية فقد تكون عديمة اللون أو ملونة، وحيدة الخلية أو عديدة الخلايا، مقسمة بجدر مستعرضة فقط أو بجدر مستعرضة وأخرى طولية. كما أنها تختلف كثيرا عن بعضها في الشكل والحجم (شكل ١٧٧). وتعتبر هذه الأسس في التصنيف طريقة سهلة في مجال تصنيف الفطريات لأنها تسمح بتحديد الفطر بسهولة، ولكن في الحقيقة يعتبر هذا التصنيف اصطناعي لأنه مجرد تجميع للأجناس الشكلية التي تتماثل في الصفات الكونيدية من ناحية الشكل واللون والتقسيم، وهو لا يعكس صلات القربى التطورية بين هذه الفطريات. وتطلق صفة الشبه على درجات التصنيف الأدنى لهذه الفطريات فيقال شبه رتبة Form-order ، وشبه فصيلة Form-family ، وشبه جنس Form-genus وهكذا. . وذلك على أساس الطبيعة المؤقتة والمصطنعة لهذا التصنيف. ويعود الفضل في هذا التصنيف إلى العالم الإيطالي ساكاردو Saccardo في عام ١٨٩٩.



شكل (١٧٧) طرز مختلفة من الجراثيم الكونيدية الموجودة بكثرة في الفطريات الناقصة.

وتنقسم شبه طائفة الفطريات الناقصة إلى ثلاث شبه طويئفات هي:

١ ـ شبه الطويئفة البلاستوميسيتيدية Form-subclass Blastomycetidae

٢ ـ شبه الطويئفة الكولوميسيتية Form-subclass Coelomycetidae

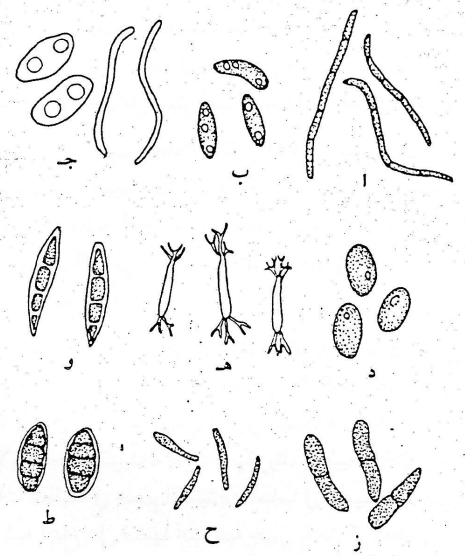
PDF-XChange Click to buy NOW! www.docu-track.com

٣ ـ شبه الفصيلة الليبتوستروماتية Form-family Leptostromataceae

وفيها تكون الأوعية البكنيدية درعية الشكل Shield shaped أو ممدودة ومفلطحة .

٤ ـ شبه الفصيلة الأكسيبولية Form-family Excipulaceae

وفيها تكون الأوعية البكنيدية الناضجة على شكل فنجان تقريبا وأحيانا على شكل صحن .



شكل (١٧٨) أنواع مختلفة لجراثيم الكونيدية في شبه رتبة السفيروبسيدات .

ا ـ سيبتوريا أمباي Septoria apii

ب ـ ديندروفوما أوبسكيورانس Dendrophoma obscurans

جـ ـ فوموبسس فيكسانس Phomopsis vexans

د ـ فيلوستيكتا سوليتاريا Phyllosticta solitaria

هـ ـ ديلوفوسبورا الوبيكيوراي Dilophospora alopecuri

و ـ أشيرسونيا ناهيتنسيس Aschersonia tahitensis

ز ـ دبلوديا زيا Diplodia zeae ح ـ كيتوميلا أترا Chaetomella atra

ط ـ نوع من هيندرسونيا Hendersonia sp

٣ ـ شبه الطويئفة الهيفوميسيتية Form-subclass Hyphomycetidae

وسنستعرض فيما يلي شبه الطويئفتين الثانية والثالثة نظرا للأهمية الاقتصادية لأفرادهما .

شبه الطويئفة الكولوميسيتية Form-Subclass Coelomycetidae

كما أسلفنا فإن أفراد هذه الشبه طويئفة تتكاثر لاجنسيا فقط ، وذلك بتكوينها للكونيدات التي تحمل على حوامل كونيدية خاصة ، وهذه الحوامل تكون موجودة ضمن تراكيب معينة يطلق عليها الأوعية البكنيدية Pycnia (مفردها Pycnium) أو الكويمات الكونيدية acervuli (مفردها acervulus) ، وعلى أساس وجود هذه التراكيب فإن شبه الطويئفة تضم شبه رتبتين هما :

شبه رتبة السفيروبسيدات Form-order Sphaeropsidales

وفيها تتكون الحوامل الكونيدية التي تتولد على أطرافها الكونيدات داخل تجويف أو وعاء دورقي الشكل يسمى الوعاء البكنيدي ، وله فوهة علوية Ostiole ، وتخرج الكونيدات (شكل ١٧٨) عبر هذه الفوهة في كتلة مخاطية منتفخة غالبا ، وتضم هذه الشبه رتبة حوالي ٦٠٠ جنس تتوزع في أربع أشباه فصائل وذلك استنادا إلى الخصائص المختلفة للأوعية البكنيدية من ناحية الشكل واللون وطبيعة الجدار . وهذه الأشباه فصائل هي :

١ ـ شبه الفصيلة السفيروبسيدية Form-family Sphaeropsidaceae

وتمتاز بأن الأوعية البكنيدية سوداء أو داكنة اللون ، جلدية إلى فحمية ، لها حشيات ثمرية لحمية ، وغالبا تكون الأوعية البكنيدية مزودة بفتحة دائرية .

٢ ـ شبه الفصيلة النيكتريويدية Form-family Nectrioidaceae

وتُمَاثِلُ أوعيتها البكنيدية في شكلها نظيرتها الموجودة في شبه الفصيلة السابقة . ولكنها أفتح لونا منها ، ولينة أو شمعية بدلا من من أن تكون جلدية .

☐ شبه الفصيلة السفيروبسيدية Form-family Sphaeropsidaceae

تعتبر هذه الشبه فصيلة من أكبر أشباه الفصائل التابعة لنفس شبه الرتبة، وتضم عددا من الفطريات التي تعيش اما مترممة في التربة أو فوق البقايا النباتية أو طفيلية على النباتات الراقية فتسبب لها أمراضا خطيرة. وتتكون الجراثيم الكونيدية داخل الأوعية البكنيدية التي تكون قاسية، جلدية أو هشة ومزودة بفتحة دائرية. وتتحرر منها الكونيدات على شكل كتل مخاطية لزجة. وتضم هذه الشبه فصيلة أغلب أجناس شبه الرتبة (٥٠٠ جنس)، وفيما يلي بعض أهم أجناسها مع الصفات المميزة لكل منها:

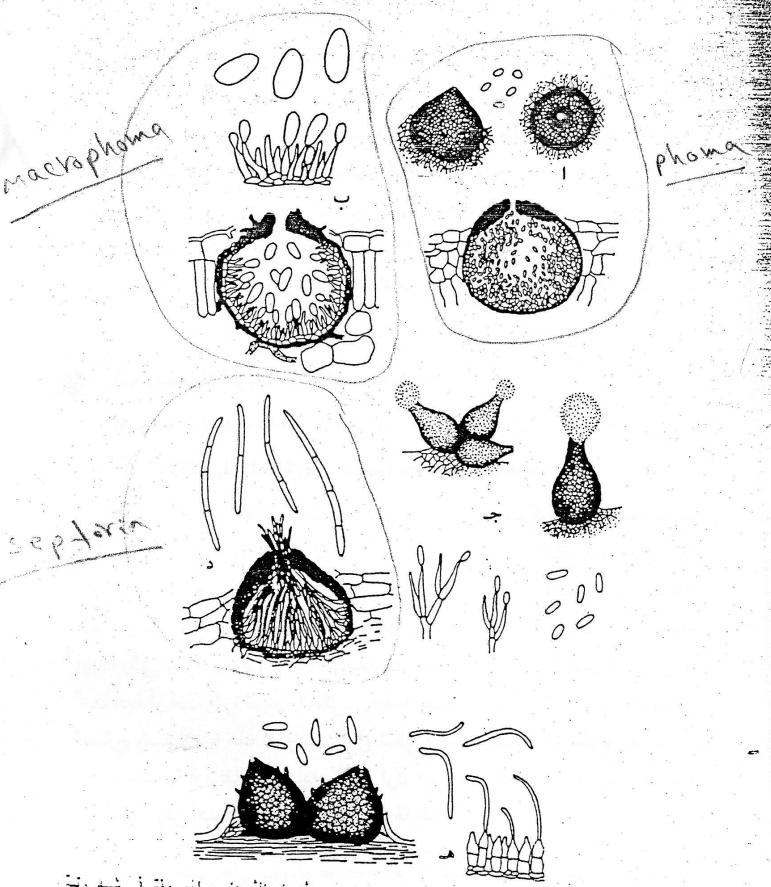
١ ـ شبه جنس فوما *Phoma* (شكل ١١٧٩)، وفيه تكون الكونيدات صغيرة الحجم (لا يزيد أقصى حجم تصل إليه عن ١٥ ميكرونا)، وهي وحيدة الخلية شفافة، كروية، أو بيضية، وينتج الفطر أوعية بكنيدية صغيرة سوداء، وجلدية الملمس ذات فوهة علوية، ويضم أكثر من ٢٠٠٠ نوع يتطفل معظمها على العنب والملفوف وغيرها من النباتات الزراعية الهامة.

٢ ـ شبه جنس ماكروفوما *Macrophoma* (شكل ١٧٩ب)، وهو يشبه إلى حد كبير شبه جنس فوما فيما عدا بعض الفروق التي لا تكاد تذكر وهي تتعلق بحجم الكونيدات، فهي في هذا الشبه جنس يتجاوز حجمها ١٥ ميكرونا بخلاف شبه جنس فوما الذي لايزيد حجم كونيداته عن ١٥ ميكرونا، وبطبيعة الحال فإنه لايمكن اعتبار هذه الفروقات الطفيفة في حجم الكونيدات أساسا في التمييز بين هذين الشبه جنسين إذ أن هناك شبه اجماع على ضمها تحت شبه جنس واحد هو *Phoma*.

٣ ـ شبه الجنس ديندروفوما *Dendrophoma* (شكل ١٧٩جـ)، ويتميز عن شبه الجنسين السابقين بإنتاج حوامل كونيدية طويلة متفرعة.

٤ ـ شبه جنس فوموبسس *Phomopsis* (شكل ١٧٩هـ)، ويمتاز بأنه ينتج نوعين من الجراثيم البكنيدية (شكل ١٧٩هـ) أحدهما صغير الحجم يشبه الجراثيم التي ينتجها شبه جنس فوما والنوع الثاني جراثيمه قلمية Stylospore وهي طويلة ممدودة، وقد تنحنى مثل العكاز.

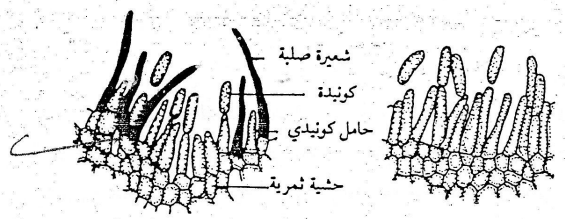
٥ ـ شبه جنس سبتوريا *Septoria* (شكل ١٧٩د)، وهو أكثر أشباه الأجناس التابعة لنفس الفصيلة انتشارا حيث يضم أكثر من ١٠٠٠ نوع. ووعاؤه البكنيدي يشبه



شكل (١٧٩) أنواع مختلفة من الأوعية البكنيدية لبعض أشباه الأجناس المعروفة في شبه رتبة السفيروبسيدات.

ا ـ فوما *Phoma* ب ـ ماكروفوما *Macrophoma* جـ ـ ديندروفوما *Dendrophoma*

د ـ سبتوريا *Septoria* هـ ـ فوموبسس *Phomopsis*.



شكل (١٨٠) كونيات كونيدية (أسيرفيولات):
ا ـ نوع من جليوسبوريام *Gloesporium* sp. ب ـ نوع من كوليتوتريكام *Colletotrichum*

٢ ـ شبه جنس كوليتوتريكام *Colletotrichum* (شكل ١٨٠ب)، وقد تم وصف عدد كبير من أشباه الأنواع التابعة له، وهو لا يختلف كثيرا عن شبه الجنس السابق ولا يقل أهمية عنه، وينحصر الفرق بينهما في أن *كوليتوتريكام* ينتج داخل الكويمة الكونيدية قوائم شعرية طويلة لونها بني داكن وهذه لا وجود لها في *جليوسبوريام* (شكل ١٨٠). ومن أشهر أنواعه التي لم يعرف الطور التام فيها *Colletotrichum gloeosporiodes* وهو يعتبر الطور الناقص لأحد الفطريات الزقية المعروفة بـ« *جلومريلا سينجيولاتا* » *Glomerella singulata* الذي يسبب أمراضا نباتية تعرف بأمراض التبقع أو الأنثراكنوز، وكذلك النوع *C. lagenarium* الذي يسبب مرض انثراكنوز البطيخ، ويعتبر من أشد الأمراض فتكا بالبطيخ وقد يصيب نباتات قرعية أخرى كالخيار والقرع والقثاء. وميسيليوم الفطر مقسم شفاف غير أنه يغمق لونه بتقدم العمر ويكون الفطر كونيات كونيدية (أسيرفيولات) تحت بشرة العائل، كل كويمة على حدة تكون على شكل وسادة هيفية لونها بني مسود، وتحتوي على أشواك طويلة لونها بني داكن ومقسمة بثلاث أو أربع حواجز عرضية، وتتكون الحوامل الكونيدية على الوسادات وفي نهاية كل حامل توجد جرثومة كونيدية طرفية بيضية شفافة اللون وحيدة الخلية وتتميز بأنها تكون عند الوسط أضيق قليلا منها في الأطراف.

شبه الطويئفة الهيفوميسيتية Form-class Hyphomycetidae

تختلف شبه الطويئفة هذه عن شبه الطويئفة السابقة بعدم تكوينها للأوعية البكنيدية والكويمات الكونيدية، وهي تضم مؤقتا شبه رتبتين يمكن التمييز فيما بينهما

نظيره في شبه جنس *فوما*، إلا أن الكونيدات (شكل ١٧٩د) تكون خيطية رفيعة ومتعددة الخلايا وغالبا ما تكون مقوسة وشفافة. وتنمو أنواع الفطر وتتجرثم جيدا في البيئات الصناعية وتختلف الصفات الفسيولوجية والممرضة والتشريحية من نوع إلى آخر. ومن أهم أشباه الأنواع التابعة له *سيبتوريا ليكوبيرسيساي* *Septoria lycopersici* الذي يسبب التبقع الورقي في الطماطم. *وسيبتوريا تريتيساى* *S. tritici* الذي يتطفل على نبات القمح ويسبب له مرض يعرف بمرض التبقع الورقي في القمح. وهو يشاهد في مختلف مناطق زراعة القمح في العالم ويحدث ضررا سنويا يقدر بـ٢٪ من محصول القمح العالمي.

شبه رتبة الميلانكونيات Form-order Melanconiales

تضم شبه الرتبة هذه قرابة ١٠٠ جنس و١٠٠٠ نوع تجمع في شبه فصيلة واحدة هي:

شبه الفصيلة الميلانكونية Form-family Melanconiaceae

ومعظم أفرادها فطريات متطفلة على النباتات الراقية مكونة عليها بقعا مختلفة الأشكال تعرف في علم أمراض النبات بأمراض الأنثراكنوز أو التبقع Anthracnoses. وتتميز أفراد هذه الشبه فصيلة بأن الحوامل الكونيدية فيها تكون قصيرة وتجتمع بشكل طبقة متراصة على سطح خيوط مشيجية داخل الأوعية البكنيدية الكاذبة Pseudopycnium والتي تعرف بالكويمات الكونيدية Acervuli. تنمو هذه الكويمات الكونيدية تحت أدمة أو تحت بشرة النبات العائل، وعندما تنضج الكونيدات داخلها فإنها تتضخم للخارج وتسقط منها هذه الكونيدات على شكل قطيرات متميزة وقد تكون بيضاء أو تكون بنفسجية أو برتقالية أو سوداء أو بأي لون آخر حسب ما تنتجه الجراثيم الكونيدية من أصباغ ومن أهم أشباه الأجناس التابعة لها نذكر:

١ ـ شبه جنس جليوسبوريام *Gloeosporium* (شكل ١١٨٠)، وهو أحد الأجناس الهامة التابعة لهذه الشبه فصيلة، ويضم أنواعا طفيلية كثيرة تتطفل على أغصان وسوق وأوراق وثمار النباتات ذات الأهمية الاقتصادية كالعنب والطماطم والباذنجان والفاصوليا والقرعيات وخاصة البطيخ حيث يسبب أحد أنواعه مرضا يسمى بمرض انثراكنوز البطيخ.

وفقا لأنواع الجراثيم، لون الكونيدات، ترتيب الكونيدات على الحوامل الكونيدية وهكذا.

ويعيش الفطر في حالة غياب عائله على المواد المتحللة بالتربة، أو أي عائل آخر من أفراد الفصيلة القرعية كما أن جراثيمه قد تنتقل مع البذور وعلى سطحها. وتنتقل الجراثيم من المخلفات النباتية إلى العائل بواسطة مياه الري أو المطر، وعند إنبات الجراثيم الكونيدية فإنها تكون عضو التصاق تخرج منه هيفا صغيرة تخترق أدمة العائل اختراقا مباشرا بواسطة الضغط الميكانيكي محدثة بذلك إصابة جديدة للعائل.

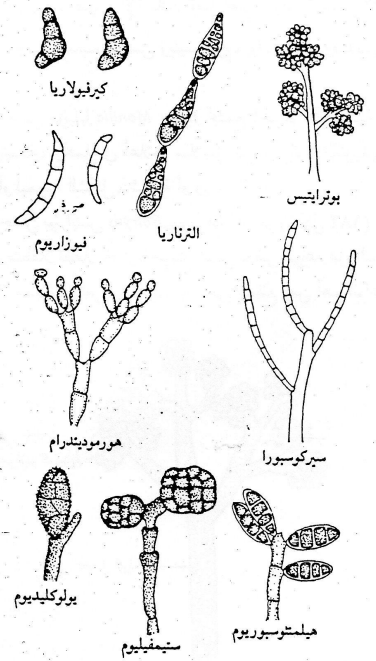
١) شبه رتبة المونيليات Form-order Moniliales

وهي تعتبر من أكبر أشباه الرتب في الفطريات الناقصة، وتضم عددا كبيرا من أشباه الأنواع التي يزيد عددها على ٧٠٠٠ شبه نوع تتوزع في حوالي ٦٦٠ شبه جنس، معظمها له أهمية خاصة بالنسبة لنا، إذ يقع بينها أغلب الفطريات التي تصيب الإنسان والحيوان والنبات، إلى جانب ذلك تشتمل على بعض الفطريات التي تلوث المزارع في المعامل الميكروبيولوجية وبعض الفطريات الرمية التي تعيش في التربة وتشتمل كذلك على كثير من الفطريات ذات الأهمية الصناعية والطبية مثل بعض أنواع *أسبيرجيللس وبنيسيليوم*، التي لم تكتشف ثمارها الزقية مثل *بنيسيليوم نوتاتم*، *وبنيسيليوم روكفورتاى*، *وبنيسيليوم كرايزوجينوم*، *وأسبيرجيللس فلافاس وأسبيرجيللس نيجر* وغيرها. وقد سبق مناقشة هذه الأنواع ضمن الفطريات الزقية، ومع ذلك يمكن وضعها ضمن الفطريات الناقصة، باعتبار أن كثيرا من الأنواع لم يعثر لها بعد على الأطوار الزقية، ولذلك يمكن تصنيفها هنا بالاستناد إلى تكوينها للأطوار الكونيدية (شكل ١٨١).

الكونيدات غالبا تكون محمولة مباشرة على خيوط هوائية قصيرة أو طويلة بسيطة أو متفرعة هي الحوامل الكونيدية التي تكون أحيانا معقدة التركيب وقد تكون الحوامل الكونيدية منفصلة عن بعضها أو مجتمعة ومتفرعة في تركيبات خاصة تسمى الكوريميا Coremia. وتتصف هذه الشبه رتبة بكون الحوامل الكونيدية في أفرادها لاتوجد اطلاقا

داخل تراكيب من الأوعية البكنيدية أو الكويبات الكونيدية. وتنقسم إلى أربع أشباه فصائل تبعا لطريقة تجمعات الحوامل الكونيدية وألوانها وهي:

١ ـ شبه الفصيلة المونيلية	Form-family Moniliaceae
٢ ـ شبه الفصيلة الديماتية	Form-family Dematiaceae
٣ ـ شبه الفصيلة التيوبركيولارية	Form-family Tuberculariaceae
٤ ـ شبه الفصيلة الستيلبيلية	Form-family Stilbellaceae



شكل (١٨١) كونيدات بعض أشباه الأجناس المعروفة في رتبة المونيليات.

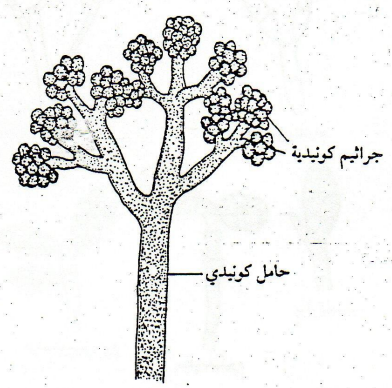
☐ شبه الفصيلة المونيلية Form-family Moniliaceae

شبه الفصيلة هذه هي كبرى أشباه فصائل رتبة المونيليات، وتضم جميع الفطريات الناقصة التي تنتج كونيداتها على حوامل كونيدية غير متميزة، وتكون كل من الحوامل والجراثيم الكونيدية عديمة اللون وشفافة. وأغلب أنواعها رمية في التربة أو على المواد العضوية المتحللة، ولكنها تضم أيضا بعض الأنواع المعروفة التي تتطفل على النباتات، والحيوانات، كما أنها قد تصيب الإنسان. ومن أهم أشباه الأجناس التابعة لها نذكر:

١ ـ شبه جنسي *أسبيرجيللس وينيسيليوم*، وقد سبق وصفهما كأطوار ناقصة لفطريات زقية.

٢ ـ شبه جنس *مونيليا Monilia*، وفيه تجتمع الحوامل الكونيدية المتفرعة لتشكل حشية غير متماسكة، وتحمل في أعلاها سلاسل من الجراثيم الكونيدية، وهي وحيدة الخلية بيضية أو ليمونية الشكل، شفافة أو وردية اللون.

٣ ـ شبه جنس *بوترايتس Botrytis* يوجد هذا الفطر (شكل ١٨٢) بكثرة إما بصورة مترممة أو يكون متطفلا تطفلا اجباريا حيث تتطفل بعض أنواعه على البصل وثمار العنب وبعض الخضار مسببة لها أمراضا تعرف بأمراض التبقع ومن أهم أنواعه نذكر:



شكل (١٨٢) حامل كونيدي وجراثيم كونيدية للفطر *بوترايتس فابي Botrytis fabae*.

بوترايتس فابي Botrytis fabae المسبب لمرض التبقع البني في الفول، وهو واسع الانتشار في العالم خصوصا في المواسم الرطبة الممطرة، ومن أخطر الأمراض الفطرية التي تصيب الفول، حيث يظهر المرض بشكل بقع صغيرة بنية محمرة اللون على الأوراق، وتكون هذه البقع عادة مستديرة أو بيضية أو غير منتظمة الشكل وتتراوح قطرها من ملليمتر إلى خمس ملليمترات. الغزل الفطري مقسم ومتفرع، ويكون شفاف في البداية ثم يكتسب لونا رماديا. الحوامل الكونيدية في هذا الفطر طويلة، منتصبة، داكنة اللون، ومتفرعة قرب نهاياتها إلى أفرع جانبية عديدة قصيرة، وتنتفخ قليلا عند أطرافها وتتكون عليها ذنيبات دقيقة، وكل ذنيب يحمل جرثومة كونيدية وحيدة الخلية، بيضية الشكل، عديمة اللون أو ملونة بلون باهت (وتتراوح أبعادها من ١٤,٥-٢٩,١ × ٣,٣-١١,٤ ميكرون)، وتشكل الكونيدات تركيبا يشبه عنقود العنب، وتظهر أفرع أخرى وهكذا تتكرر هذه العملية عدة مرات إلى أن تتكون عدة مجموعات من الجراثيم على الحامل الكونيدي الواحد.

وينمو الفطر كذلك على البيئات الغذائية الصناعية، ويكون عليها أولا الطور الكونيدي بغزارة، ثم يتضاءل تدريجيا وتظهر بعدئذ أجسام صلبة سوداء اللون على السطح الغذائي وهي مستديرة أو متطاولة غير منتظمة الشكل، ويطلق عليها الأجسام الحجرية Sclerotia وقد يصل قطرها إلى عدة ملليمترات، وهي تمثل طور السكون الخضري في فطريات مختلفة، وتتكون من برنشيما كاذبة مع كمية من الغذاء المختزن وتستطيع احتمال الظروف غير الملائمة. ولم يشاهد تكوين الأجسام الحجرية لفطر *بوترايتس* في الطبيعة على الغرائل النباتية المصابة.

ويتكاثر الفطر لاجنسيا فقط، حيث تسقط الجراثيم الكونيدية للفطر على سطح النبات العائل، ثم تنبت عندما تتوفر لها الظروف الملائمة للانبات وتعطي أنبوبة إنبات واحدة أو اثنتين، وتخترق الأنبوبة الجرثومية خلايا بشرة العائل مباشرة، ثم يتفرع ميسيليوم الفطر داخل الأنسجة، ويتسبب عن ذلك موت الخلايا، ويتحول لون المنطقة المصابة إلى اللون البني المحمر، ثم تتكون في مواضع البقع الحوامل والجراثيم الكونيدية للفطر، وعند انفصالها يحملها الهواء إلى نباتات سليمة فتتجدد الإصابة.

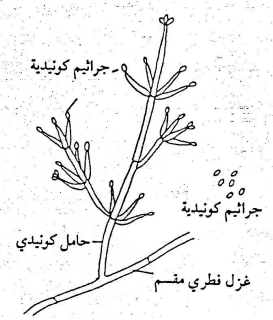
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

يمضي الفطر الفترة بين مواسم النمو على هيئة ميسيليوم مترمم في التربة أو على مخلفات النباتات المصابة، أو على هيئة أجسام حجرية صلبة سوداء أو بنية اللون صغيرة الحجم لها القدرة على تحمل الظروف البيئية غير الملائمة، وعند حلول الظروف الملائمة في الموسم التالي فإنها تنبت وتكون ميسيليوم الفطر وجراثيمه الكونيدية التي تنتشر بواسطة الهواء أو الأمطار وتحدث إصابة للعائل من جديد وبالتالي تظهر البقع البنية المحمرة المميزة للمرض.

٤ ـ شبه جنس *فيرتيسيليوم* Verticillium ، تتطفل بعض أنواع شبه الجنس هذا على النباتات الحولية والمعمرة من ذوات الفلقتين كالقطن والطماطم والبطاطس والزيتون وغيرها وتحدث الإصابة خلال الجذور حيث يخترقها الفطر بصورة مباشرة ودون الحاجة إلى وجود الجروح. ويلاحظ بأن لدرجة الحرارة دور كبير على نشاط الفطر وبالتالي على تطور المرض، ودرجة الحرارة المثلى للفطر تتراوح مابين ٢٢ ـ ٢٥°م، وتقل أو تنعدم الأعراض المرضية عند درجة ٣٠°م. ويزيد احتمال الإصابة بالفطر عندما تكون التربة غنية بالمواد العضوية، وربما يرجع ذلك إلى حجز مقدار كاف من الرطوبة حول الجذور. وعندما تصاب جذور النبات بالفطر فإنه يعيش في الأوعية الخشبية ويتجه في نموه وتقدمه دائما نحو الأعلى خلال أوعية الخشب مما يؤدي إلى ذبول النبات واصفراره. وتعرف هذه الاصابات بأمراض الذبول Wilt diseases.

ويتكون الفطر من حوامل كونيدية داكنة اللون رفيعة ومتفرعة (شكل ١٨٣) وتنمو رأسيا عليها أفرع قصيرة مرتبة ترتيبا سواريا (دائريا) على المحور الأصلي للحامل الكونيدي، وفي نهايات الأفرع القصيرة تتكون الجراثيم الكونيدية إما بشكل منفرد أو تكون متجمعة في مادة مخاطية على شكل رؤوس صغيرة، وكل جرثومة أحادية الخلية شفافة اللون مستطيلة أو أسطوانية الشكل.

ويمضي الفطر فصل الشتاء في التربة أو على البقايا النباتية على هيئة أجسام حجرية صغيرة Microsclerotia أو على هيئة غزل فطري أسود سميك الجدران أو على صورة جراثيم كلاميدية، وتعمل الرياح والأمطار على انتشار الجراثيم من المخلفات إلى النباتات السليمة.

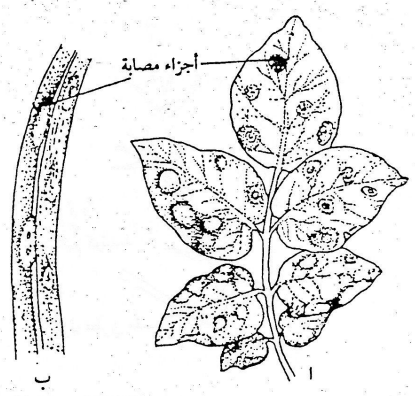


شكل (١٨٣) جنس *فيرتيسيليوم* *Verticillium*.
لاحظ الحوامل الكونيدية التي تتفرع رأسيا إلى فروع قصيرة ومرتبة ترتيبا سواريا (دائريا) على المحور الأصلي للحامل الكونيدي، وتحمل في نهاياتها الجراثيم الكونيدية.

☐ شبه الفصيلة الديباتية Form-family Dematiaceae

تتميز هذه الشبه فصيلة بتكوين أفرادها لجراثيم كونيدية على حوامل كونيدية منفصلة. وتكون كل من الحوامل الكونيدية والكونيدات داكنة اللون، ولكن في بعض الحالات قد تكون الحوامل الكونيدية وحدها أو تكون الكونيدات فقط داكنة اللون. وتشتمل على حوالي ٢٠٦ أجناس يتبعها بضع آلاف من أنواع الفطريات الواسعة الانتشار أغلبها رمية ولكن بعضها يتطفل على النباتات، والقليل منها يصيب الإنسان والحيوانات. ومن أهم أشباه الأجناس التابعة لها نذكر:

١ ـ شبه جنس *الترناريا* *Alternaria*، وهو يعتبر أكثر أشباه الأجناس انتشارا في شبه رتبة المونيليات، ويوجد في كل مكان من العالم، وكثير من أشباه الأنواع التابعة له تعيش رمية في التربة أو على المخلفات النباتية، أو متطفلة على كثير من النباتات ذات الفائدة الاقتصادية كالطماطم والبطاطس حيث تسبب لها مرضا يسمى باللفحة المبكرة في الطماطم والبطاطس Early blight of tomato and potatoes المتسببة عن شبه النوع

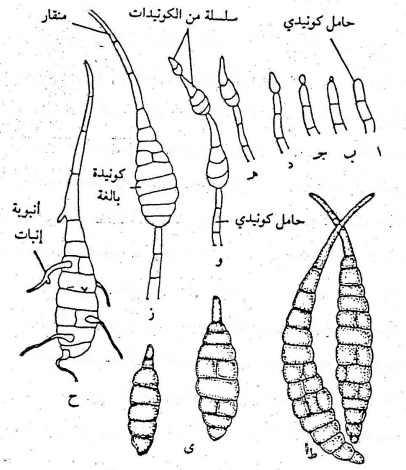


شكل (١٨٤) ا ـ أجزاء من ورقة نبات البطاطس مصابة بمرض الندوة المبكرة المتسببة عن فطر *الترناريا* *Alternaria* .

ب ـ جزء من ساق البطاطس مصاب بنفس الفطر.

A. solani (شكل ١٨٤)، وهي تختلف عن اللفحة المتأخرة للبطاطس المتسببة عن فطر *فيتوفثورا انفستانس* الذي سبق وصفه. وبالإضافة إلى التعفن الذي يحدثه الفطر لدرنات البطاطس وثمار الطماطم، فهو شديد التأثير على الأجزاء الخضرية للنبات حيث يسبب بقعا على النبات ويؤدى إلى سقوط الأوراق قبل أوانها. وبعض أنواع فطر *الترناريا* تسبب أمراض التبقعات في أوراق النباتات مثل التبقع الألترناري في القطن.

وتتميز الكونيدات (شكل ١٨٥ح، ط، ي) التي ينتجها الفطر بأنها كبيرة الحجم، صولجانية الشكل ولها منقار طويل نسبيا، ومقسمة بحواجز عرضية وطولية إلى عدة خلايا غير أن الحواجز الطولية كثيرا ما تكون غير موجودة، ولونها فاتح إلى زيتوني. وغالبا ما تكون منفردة على أطراف الخيوط التى تحملها، وأحيانا تتولد في سلاسل من جرثومتين أو ثلاثة فوق حوامل كونيدية قصيرة قد تكون بسيطة أو قد تكون متفرعة وهي مقسمة وغامقة اللون ولا تتميز عن الخيوط الجسدية. وتكون الكونيدات متصلة بها من جهة الطرف المتسع للكونيدة. وهذا الفطر نادر التجرثم في المزارع النامية على بيئات



شكل (١٨٥) ا ـ ز المراحل المختلفة في نمو الكونيدة في فطر *الترناريا سولانى* *Alternaria solani* .

ح ـ كونيدة نابتة

ط ـ الشكل العام للكونيدات في فطر *الترناريا براسيكى* *A. brassicae*

ى ـ شكل الكونيدات في فطر *الترناريا براسيكولا* *A. brassicicola* .

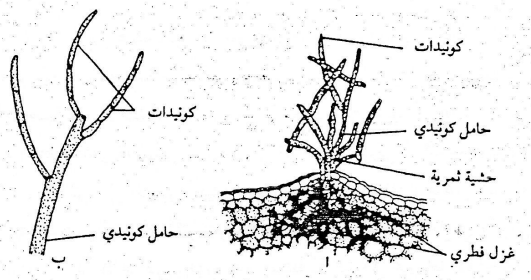
صناعية غير أنه يمكن تنشيط تكوين الجراثيم الكونيدية بتقطيع الميسيليوم أو بتعر
للأشعة فوق البنفسجية.

وتنتشر جراثيم الفطر المسبب للمرض بالهواء، وتنتقل على أجسام ب
الحشرات، وقد وجد أن ميسيليوم الفطر يمكنه البقاء حيا على البقايا النباتية وخ
الأوراق الجافة المصابة لمدة تصل إلى سنة أو أكثر، أما كونيدات الفطر فباستط
البقاء حية لمدة تصل إلى سنة ونصف. تنبت الكونيدات خلال فترة قصيرة لا تز
الساعتين إذا توفرت لها الظروف الملائمة خاصة الرطوبة حيث تكون كل جرثو
٥ ـ ١٠ أنابيب إنبات وتخترق الأنابيب الجرثومية بشرة العائل بصورة مباشرة أو

عن طريق الثغور، ودرجة الحرارة الملائمة لحدوث إنبات الجراثيم تقع ما بين ١٥ ـ ٣٥°م في وجود الرطوبة الجوية المرتفعة. وتظهر بقع الاصابة على الوريقات بعد مدة تبلغ من يومين إلى ثلاثة أيام تحت الظروف الملائمة، وتبدأ الكونيدات بالتكوين بعد ذلك بثلاثة أو أربعة أيام حيث يشجع الندى الغزير والأمطار تكوين الكونيدات بأعداد كبيرة. وتنتشر كونيدات الفطر بواسطة الرياح، وتبدأ إصابة النبات بظهور بقع على الوريقات صغيرة الحجم غير منتظمة الشكل بنية اللون إلى سوداء ذات حلقات مركزية صفراء اللون Concentric مضلعة أو دائرية الشكل يبلغ قطرها من ٣ ـ ٤ ملليمتر. وهي عادة أكثر تواجدا على السطوح السفلية للأوراق. وتؤدى كثرة البقع إلى ذبول الأوراق وتدليها في حالة البطاطس، وإلى جفاف الأوراق وتساقطها في حالة الطماطم. وقد تصاب ثمار الطماطم الخضراء أو الناضجة بظهور بقع جلدية بنية أو سوداء اللون غائرة Sunken ، وقد تتسع حتى تشمل معظم الثمرة. وبتقدم الإصابة قد يظهر على سطح هذه البقع كتلا من جراثيم الفطر الداكنة اللون كما أن المرض قد يمتد نحو لب الثمرة.

٢ ـ شبه جنس سيركوسبورا *Cercospora* ، وتسبب كثيرا من أنواعه أمراضا للخضروات مثل الخس والطماطم والبطاطس والفاصوليا واللوبيا والبنجر والسلق والسبانخ وغيرها من المحاصيل الزراعية وتعرف بأمراض التبقع الورقي لتلك النباتات. وقد قام تشاب (Chupp 1953) بوصف ٣٨٠٠ شبه نوع من سيركوسبورا، وربما أن معظم هذه الأشباه أنواع في طور تمثل فطر واحد تكرر تسميته بأسماء جديدة عند عزله من عوائل مختلفة وهذا ما تؤكده الدراسات المتعلقة بقدرة هذه الفطريات في إحداث المرض وصفاتها المزرعية التي قام بها جونسون وفاليو عام ١٩٤٩م.

ويمضي الفطر فصل الشتاء على البذور أو البقايا النباتية، وتحدث الإصابة بالمرض بعد إنبات جراثيم الفطر المسبب ودخول أنابيب الإنبات خلال الثغور، ومن الملاحظ أن المرض أكثر ما يلاحظ على الأوراق البالغة، أما الأوراق الحديثة التكوين تكون منيعة للإصابة نظراً لصغر فتحات ثغورها بدرجة لاتسمح بدخول أنابيب انبات الجراثيم. ويوجد ميسيليوم الفطر المتطفل عادة في أنسجة النبات العائل المجاورة للبقع، ويتكون

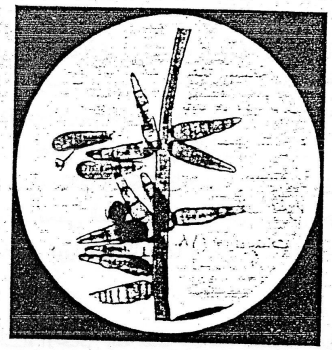


شكل (١٨٦) نوع من سيركوسبورا *Cercospora* .
أ ـ قطاع عرضي في الجزء المصاب من ورقة نبات يوضح الغزل الفطري داخل الأنسجة، ووسادة هيفية تنمو منها الحوامل الكونيدية والكونيدات.
ب ـ حامل كونيدي مكبر يحمل في طرفه الكونيدات.

من هيفات تنمو بين خلايا الأوراق، وترسل ممصات داخل الخلايا للحصول على المواد الغذائية من النبات العائل فتسبب موت الخلايا وانكماشها. وبعد اسبوع أو اسبوعين من نمو الفطر داخل الورقة تتجمع الهيفات تحت بشرة كل من سطحي الورقة السفلي والعلوي، مكونة كتلا صغيرة من الميسيليوم ذات لون بني تنمو خلاياه خارجيا حيث يتسبب عن نموها تمزق البشرة ثم تتكون الحوامل الكونيدية للفطر وهي ذات لون بني، غير متفرعة ومقسمة بجدر عرضية وتخرج في حزم كثيفة من ثغور بشرة العائل في المنطقة المصابة. وينتهي كل حامل طرفيا بجرثومة كونيدية واحدة طويلة وتكون عادة إبرية الشكل مستدقة الطرف مستقيمة أو منحنية وشفافة تقريبا، ومقسمة بجدر مستعرضة إلى عدد من الخلايا يتراوح عددها من ٣ ـ ٨ خلايا (شكل ١٨٦). وتتساقط هذه الكونيدات بمجرد نضجها وتحمل بواسطة الرياح والأمطار والحشرات أو الأدوات الزراعية أو تبقى الكونيدات في التربة أو على مخلفات المحصول حتى يحين الموسم القادم فتنبت عندما تتوفر لها الظروف البيئية الملائمة من رطوبة ودرجة حرارة معتدلة حوالي ٢٣°م. ويتكون لها خيطا جرثوميا واحدا يكون بالقرب من أحد طرفي الكونيدة حيث يخترق العائل عن طريق الثغور محدثا بذلك إصابة جديدة لمحصول الموسم التالي.

٣ ـ شبه جنس هيلمنثوسبوريوم *Helminthosporium* ، وهذا الفطر واسع الانتشار، ويعرف له عدة سلالات فسيولوجية يمكن تمييزها عن بعضها باختلاف تأثيراتها المرضية على الأصناف المختلفة من الشعير. ومن أشهر أنواعه هيلمنثوسبوريوم جرامينيوم *H. gramineum* الذي يسبب مرض التخطيط الورقي في الشعير Stripe disease of barely ، ويطلق على المرض أحيانا اسم العمى Blindness أو مرض السنبلة الصماء Deaf ear disease وذلك لأن أكثر أعراضه وضوحا هو فشل السنابل في تكوين حبوبها تكوينا عاديا. وتبدأ الأعراض بظهور بقع مستطيلة الشكل غير محدودة الحافة وموزعة في نظام طولي، وقد تتحد البقع بعضها مع بعض مكونة خطوطا طولية صفراء اللون على أنصال الأوراق وأغمادها، وسرعان ما يتحول لون هذه الخطوط إلى اللون البني نتيجة لموت الأنسجة في منطقة الإصابة. وينتج عن ذلك تمزق النصل عند هذه المناطق إلى شرائط، وعادة تكون هذه الشرائط مغطاة بميسيليوم وجراثيم الفطر الرمادية اللون. ويوجد الغزل الفطري منتشرا داخل أنسجة العائل المصابة بين الخلايا، وهو مؤلف من هيفات مقسمة بجدر مستعرضة إلى خلايا برميلية الشكل، ذات لون أصفر فاتح إلا أن لونها يختلف على المنابت الغذائية الصناعية من الرمادي إلى الزيتوني الغامق أو الأسود. توجد الحوامل الكونيدية على الأنسجة المصابة للعائل بشكل مجاميع مؤلفة من ٣ ـ ٥ حوامل بنية أو رمادية اللون. وتكون هذه الحوامل قائمة وغليظة وخارجة من الثغور، ويحمل كل منها جرثومة كونيدية واحدة (شكل ١٨٧) أبعادها ٢٠×١٠٥ ميكرون تقريبا. وهي ذات لون بني فاتح ومستطيلة الشكل أو منحنية قليلا. رقيقة الجدار ولها نهايات مستديرة، وتحتوي على حواجز مستعرضة سميكة تقسمها إلى عدد من الخلايا يتراوح عددها ما بين ٢ إلى ٧ خلايا أو أكثر. ويساعد على تكوين الجراثيم الكونيدية في البيئات الصناعية تعريض المزارع الفطرية لفترات من الضوء متبادلة مع فترات من الظلام.

وتنتشر الجراثيم الكونيدية من النباتات المصابة إلى أخرى سليمة بواسطة الرياح، ويستطيع الفطر أن يمضي فترة الصيف على سطح الحبوب أو داخلها لحين موعد زراعة الموسم التالي فيسبب العدوى من جديد. كما أن الفطر يكون أجساما حجرية لها دور في إعادة الإصابة في الموسم التالي.



شكل (١٨٧) منظر ميكروسكوبي لفطر هيلمنثوسبوريوم سولاني *Helminthosporium solani* المسبب لمرض التخطيط الورقي في الشعير.

وقد تم اكتشاف الطور الجنسي الكامل لهذا الفطر عام ١٩٣٠م وأطلق عليه اسم بيرينوفورا جرامينيا *Pyrenophora graminea* وهو يتبع الفطريات الزقية القارورية، إلا أن هذا الطور نادر الوجود حيث تتكون على الأوراق الميتة وبقايا النباتات في الربيع أحيانا أجسام ثمرية من النوع القارووري، ولكن نظرا لندرة الطور الجنسي للفطر في الطبيعة فإنه عادة يدرس ضمن الفطريات الناقصة تحت اسم *H. graminium* الذي يمثل الطور اللاجنسي للفطر وهو الطور الشائع له.

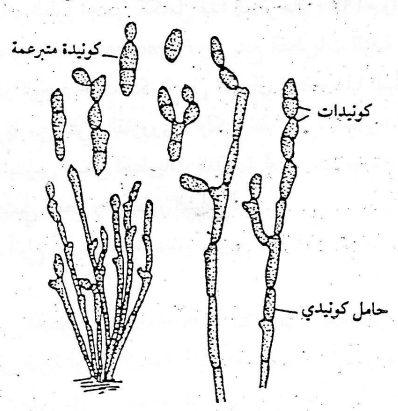
وتوجد أشباه أنواع أخرى من هيلمنثوسبوريوم لم تعرف أطوارها التامة بعد.

٤ ـ شبه جنس كلادوسبوريوم *Cladosporium* ، يضم عدد كبير من أشباه الأنواع التي تعيش رمية في التربة أو على أنسجة النباتات الميتة، إلا أنه يوجد عدد من أشباه الأنواع التابعة له تتطفل على النباتات الراقية وتسبب لها بعض الأمراض والتعفنات، وأوسعها انتشارا في الطبيعة شبه النوع كلادوسبوريوم هيرنارام *C. herbarum* الذي ينمو عادة على النباتات الميتة. ويلاحظ أن فطر الكلادوسبوريوم يعد من بين الفطريات

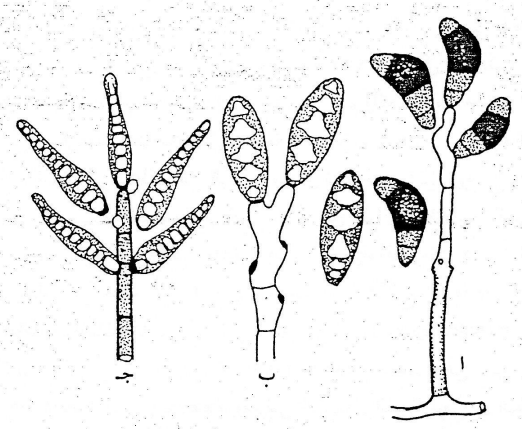
PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

القليلة الأخرى التي تسود جراثيمها المحمولة في الهواء Air spora على غيرها من الفطريات. فعند تعريض طبق بتري يحتوي على وسط غذائي معقم إلى الهواء خارج المعمل لفترة قصيرة، ثم يوضع عليه الغطاء ويحضن لبضعة أيام، نلاحظ نمو عدد كبير من الفطريات الناشئة من الجراثيم المحمولة بالهواء، وفي أغلب الأحيان يكون الفطر السائد بينها هو شبه جنس كلادوسبوريوم، الذي ينتج على البيئات الغذائية مستعمرات مخملية خضراء داكنة، والشكل الظاهري للمستعمرة الفطرية كثيرة الشبه بفطر البنيسيليوم، وعند فحص الفطر تحت المجهر تظهر الحوامل الكونيدية منتصبة ومتفرعة وتحمل سلاسل كونيدية (شكل ١٨٨). وكونيدات الفطر داكنة أو زيتونية اللون ثنائية الخلايا.

بالإضافة إلى أشباه الأجناس آنفة الذكر فإن شبه الفصيلة الديباتية تضم أيضا عددا آخر من أشباه الأجناس الشائعة الانتشار مثل أشباه جنسي *كيرفيولاريا Curvularia* و*دريشسليرا Drechslera* وهما قريبا الشبه من جنس هيلمنثوسبوريوم. وينتجان كونيدات مقسمة بجدر عرضية فقط إلى عدد من الخلايا (شكل ١٨٩)،



شكل (١٨٨) *كلادوسبوريام فولفام Cladosporium volvum*.
لاحظ الحوامل الكونيدية التي تتفرع غالبا قرب قمتها وتحمل في أطرافها كونيدات (جراثيم برعمية) داكنة ثنائية الخلايا.



شكل (١٨٩) (ا) *كيرفيولاريا ليونانا Curvularia lunata*.
(ب) أحد أنواع جنس *دريشسليرا* .*Drechslera* sp.
(جـ) *هيلمنثوسبوريوم فيلوتينام Helminthosporium velutinum*.

وتكون الجراثيم الكونيدية لفطر *كيرفيولاريا* منحنية الشكل عادة، ولون الخلية النهائية للكونيدة أبهت من لون الخلايا الأخرى. أما الجراثيم الكونيدية الخاصة بفطر *دريشسليرا* فهي منحنية أيضا وجدرها سميكة بيضية أو اسطوانية الشكل، ويوضع هذا الشبه جنس في أغلب الأحيان ضمن شبه جنس *الهيلمنثوسبوريوم* نظرا للتشابه الكبير بينهما، ويضمان عددا كبيرا من أشباه الأنواع التي تتطفل على النباتات الزهرية الراقية.

☐ شبه الفصيلة التيوبركيولارية Form-family Tuberculariaceae

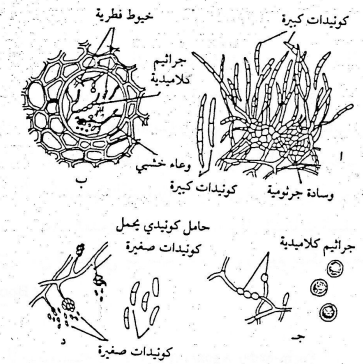
تتميز أفرادها بوجود تراكيب مميزة لأطوارها اللاجنسية تعرف بالوسائد الجرثومية Sporodochia (المفرد Sporodochium) وهي عبارة عن حشيات ثمرية في صورة وسائد تتلون بألوان ناصعة. وتتكون الكونيدات داخل هذه التراكيب على أعناق قصيرة للغاية بسيطة أو متفرعة وتتألف من عدة خلايا تسمى بالفاليدات Phialides تولد كل منها

كونيدات متتالية ولكنها ليست بسلاسل، بل تحاط بهادة هلامية. وتضم هذه الشبه فصيلة حسب الإحصاء الذي قام به اينزوورث عام ١٩٧١م حوالي ١٦٠ شبه جنس أهمها شبه جنس *فيوزاريوم Fusarium* الذي يعتبر من أهم وأكبر أشباه الأجناس التابعة لها، وهو من أوسع الفطريات انتشارا في الطبيعة حيث يضم عدد كبير من أشباه الأنواع التي يصعب فيها تمييز المتطفل عن الرّمي. ويعتبر شبه جنس *فيوزاريوم* من الناحية التصنيفية من أصعب وأعقد المجاميع الفطرية الأخرى نظرا للاختلافات الكبيرة التي توجد بين أشباه الأنواع التابعة له. والقليل فقط من علماء الفطريات هم الذين لهم القدرة بما يبذلونه من جهود كبيرة في سبيل تعريف أشباه الأنواع التابعة له. وتسبب أنواعه المتطفلة أمراضا للنباتات المصابة تعرف بأمراض الذبول Wilt diseases مثل مرض ذبول القطن الفيوزاريومي Fusarium wilt of cotton المتسبب عن شبه النوع *Fusarium oxysporum f. vasinfectum*. ومرض الذبول الفيوزاريومي في الطماطم المتسبب عن شبه النوع *Fusarium lycopersici* ويعتبر هذا الفطر من الفطريات اختيارية التطفل، حيث إنه يعيش عادة مترمما في التربة، ولكنه إذا صادف النبات العائل فإنه يتطفل عليه وهو يكون تراكيب تعرف بالوسائد الجرثومية، ذات ألوان ناصعة، وتحوي عدد كبير من حوامل كونيدية قصيرة بسيطة أو متفرعة تتولد على أطرافها الكونيدات.

ويمتاز فطر *الفيوزاريوم* بأنه يكون ثلاثة أنواع من الجراثيم وذلك تبعا للظروف المناخية وهي:

ا ـ جراثيم كونيدية صغيرة Microconidia (شكل ١٩٠د) وهي تعتبر أكثر أنواع الجراثيم التي ينتجها الفطر حيث يكونها تحت معظم الظروف، وهي الجراثيم الوحيدة التي تتكون داخل الأوعية الناقلة للعائل. وتتكون من خلية واحدة أو خليتين، وهي كروية أو بيضية، أو أحيانا تكون هلالية الشكل. وتتولد على حوامل كونيدية توجد مفردة، وقد تكون بسيطة أو متفرعة.

ب ـ جراثيم كونيدية كبيرة Macroconidia (شكل ١٩٠ا) وهي مغزلية أو هلالية الشكل، منحنية في طرفيها، وتحتوي على ٣ إلى ٤ حواجز عرضية، وهي أكثر وجودا على سطوح النباتات المصابة ولكنها عادة لا تتكون بكثرة.



شكل (١٩٠) *فيوزاريوم أدوم Fusarium udum*.
(ا) وسادة جرثومية للفطر تحمل الجراثيم الكونيدية الكبيرة.
(ب) قطاع عرضي في وعاء خشبي لجذر نباتي مصاب يبين الخيوط الفطرية *لفيوزاريوم*.
(جـ) جزء من غزل فطري يحمل الجراثيم الكلاميدية للفطر.
(د) غزل فطري يحمل الجراثيم الكونيدية الصغيرة.

جـ ـ جراثيم كلاميدية Chlamydospores (شكل ١٩٠جـ) وتتألف من خلية أوخليتين، وذات جدران سميكة، وتتكون نتيجة لانتفاخ أحد الخلايا الخيفية وتحوصلها، وهي إما أن تكون وسطية أو تكون طرفية على الميسيليوم، وقد تتكون في شكل سلاسل، وعندما تنبت الجراثيم الكلاميدية فإنها تكون ميسيليوم له القدرة على اختراق المجموع الجذري للنبات إما اختراقا مباشرا عن طريق القمم النامية للجذور الصغيرة، أو قد تدخل العائل عن طريق الجروح التي تحدثها بعض الديدان النيماتودية، ثم ينمو ويمتد إلى أن يصل إلى الأوعية الخشبية التي ينتشر فيها متجها إلى أعلى فيعم النبات كله. وقد يؤدى إلى انسداد الأوعية التوصيلية للنبات العائل الأمر الذي ينشأ عنه عرقلة صعود العصارة من أسفل إلى أعلى، وبالتالي ذبول النباتات المصابة وموتها،

PDF-XChange
Click to buy NOW!
www.docu-track.com

كذلك يفرز الفطر حمض الفيوزاريك Fusaric acid وهي مادة سامة لأنسجة النبات، وتؤدى إلى إصفرار الأوراق وذبولها، وقد تم عزل هذا الحمض مع بعض السموم الأخرى بواسطة العالم جومان Gaumann وعند موت النبات المصاب يظهر الميسيليوم على سطح الأنسجة الميتة خاصة عندما تتوفر له الرطوبة المرتفعة ويظهر على الميسيليوم عدد كبير من الجراثيم الكونيدية الكبيرة والصغيرة التي تسقط على التربة المحيطة بالنبات فتلوثها، مما يسهل انتقال العدوى من نبات مصاب إلى النباتات السليمة المجاورة.

ولمعرفة المزيد من التفاصيل عن شبه جنس *فيوزاريوم* يمكن الرجوع إلى كتاب بوث (Booth 1971).

شبه رتبة الأجونوميسيتات Form-order Agonomycetales

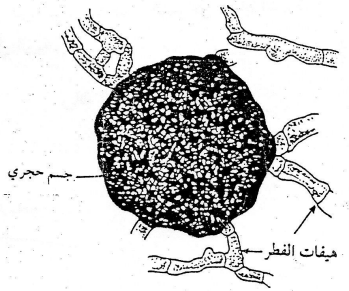
ويطلق عليها أحيانا بشبه رتبة الخيوط الفطرية العقيمة Mycelia sterilia وتضم حوالي ٣٠ شبه جنس و٤٠٠ شبه نوع، وهي مجموعة فطرية غير متجانسة تتكون من خيوط هيفية فقط ذات ميسيليوم مقسم، ولا ترتبط أفرادها بعضها ببعض بأية رابطة، ولا يعرف لها أي شكل من أشكال الجراثيم الجنسية أو اللاجنسية ولكنها تتكاثر عادة إما بتجزؤ وانقسام الخيط الفطري، أو بتكوين أجسام حجرية لها القدرة على تحمل الظروف البيئية غير المناسبة. ومن أشباه الأجناس الشائعة في هذه الشبه رتبة نذكر:

١ ـ شبه جنس سكليروشيوم *Sclerotium*. وهو واسع التخصص على العوائل النباتية المختلفة مثل البطاطس، والطماطم والفول، والكرنب، والبصل والذرة الشامية وغيرها. وتحدث إصابة هذه العوائل عادة من التربة قرب مستوى سطح الأرض، وتصاب الأنسجة الحية بسهولة بهذا الفطر حيث يكون عليها كتلا هيفية بنية اللون، لها القدرة على الاحتفاظ بحيويتها في التربة مدة طويلة. وينمو الغزل الفطري على هيئة خيوط سميكة بيضاء قطنية المظهر، مقسمة، وتحتوي على اتصالات كلابية بين خلاياها. وهذا الفطر لا يشكل جراثيم تكاثرية، والطريقة الوحيدة لتكاثره هي تكوينه لأجسام حجرية (شكل ١٩١)، التي تتكون على سطح الميسيليوم، أو تكون مطمورة فيه، وهي صغيرة الحجم، كروية الشكل، سوداء اللون، وذات قدرة كبيرة على تحمل الظروف غير المناسبة. وتستطيع أن تبقى في التربة وهي محتفظة بحيويتها مدة طويلة

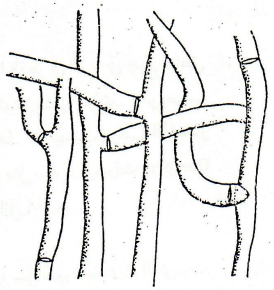
تصل إلى ١٠ سنوات. ويستطيع الفطر أن ينمو في التربة على مخلفات النبات، كما ينمو بسهولة على البيئات المغذية في المختبر.

٢ ـ شبه جنس *رايزوكتونيا Rhizoctonia*. يوجد هذا الفطر في التربة في جميع مناطق العالم تقريبا، خاصة عندما تكون الرطوبة والحرارة ملائمتين لنمو النبات. وهو يصيب معظم الخضروات مثل الطماطم والبطاطس وغيرها. كما يصيب بعض الأشجار الاقتصادية مثل القطن حيث يحدث لها أمراضا مختلفة مثل سقوط البادرات Damping off وتعفن الجذور والثمار. وتعني كلمة Rhizoctonia قاتل الجذور.

وأهم أشباه الأنواع التابعة له شبه نوع *رايزوكتونيا سولانای R. solani* الذي يعتبر الطور الناقص في الفطر البازيدي *بيلليكيولاريا فيلاميتوزا Pellicularia filamentosa* الذي يسبب مرض القشر الأسود في البطاطس Black scurf of potatoes وهو مرض خطير يصيب الدرنات، وميسيليوم الفطر مقسم بأعداد كبيرة من الخلايا الصغيرة (شكل ١٩٢). وهو متفرع بكثرة وعديم اللون عندما يكون حديث السن، ولكنه يتحول إلى اللون الأسود أو البنى بتقدم العمر ثم يصبح سميكا، وتحتوي الفروع الفطرية على تحصر عند منطقة تفرعها من الأصل، وتشكل مع الفرع الرئيسي زاوية قائمة.



شكل (١٩١) الجسم الحجري لفطر سكليروشيوم *Sclerotium sp.*



شكل (١٩٢) خيوط من الغزل الفطري لجنس *رايزوكتونيا* *Rhizoctonia* ، لاحظ الفروع الفطرية التي تنحصر عند منطقة تفرعها من الأصل، حيث تشكل مع الفرع الرئيسي زاوية قائمة.

وتكون أشباه الأنواع التابعة له أجساما حجرية، سوداء، حرشفية غير منتظمة، وتتكون من خلايا برديلية الشكل متلئة بالغذاء ومزدحمة معا في كتلة صلبة متماسكة محاطة بغلاف لونه بني مسود. ويمكنها أن تقاوم الظروف البيئية غير الملائمة. وتتواجد هذه الأجسام مع الغزل الفطري في التربة قرب سطحها، وتنمو على البقايا النباتية، ويمكنها البقاء والعيش لمدة طويلة في التربة.

وبالله التوفيق.

المصنف / ٥٨٢