

علم الفطريات

Mycology

Biology, Biotechnology, Taxonomy, Anatomy, Morphology and Ecology

I-تعريف

علم الفطريات هو العلم الذي يهتم بدراسة وتركيب وتصنيف وطرق تكاثر الفطريات كذلك اهميتها الاقتصادية بالنسبة للانسان بطريقة مباشرة وغير مباشرة. ومن هنا جاءت التسمية اللاتينية العلمية Mykes تعني فطر و Logos تعني علم ودراسة.

ولقد اتسع علم الفطريات منذ بداية القرن الحالي وبالتالي أصبح من الصعب دراسة كعلم واحد وقسم الى عدة علوم منها:

Fungal Ecology
Fungal Physiology
Fungal Genetics
Industrial Mycology
Medical Mycology

أما فيما يتعلق بعلم الامراض التي تسببها الفطريات وغيرها من الكائنات الدقيقة للنباتات فهو ما نسميه Phytopathology.

II- تصنيف الفطريات Classification of Fungi

الفطريات تعتبر من أقدم الكائنات حقيقية النواة والحفريات القديمة التي تم تصنيفها على أنها فطريات تدل على أن الفطريات ظهرت قبل حوالي ٩٠٠ مليون سنة ولكن أقدم الحفريات التي تم التأكد من كونها فطريات يرجع عمرها الى حوالي ٤٠٠ مليون سنة. وعلى هذا تعتبر الفطريات من أقدم الكائنات حقيقيات النواة.

بناء على بعض الصفات العامة للفطريات وخصوصا احتواء خلاياها على جدار خلوي فقد تم تصنيفها ضمن المملكة النباتية، ولقد كانت هي والطحالب (Algae) والاشنات (Lichens) في مجموعة واحدة يطلق عليها اسم الثالوثيات Thallophyta وهذه الكلمة اللاتينية مشتقة من كلمة Thallus وهي تعني فرعا منبسطا غير متمايز الى اجزاء مختلفة وهو حال الفطريات والاشنات والطحالب.

ولقد بقي هذا التصنيف ساري المفعول حتى عام ١٩٦٩ حيث قام العالم Whittaker بوضع الفطريات في مملكة مستقلة استنادا منة الى كون هذه الكائنات تمتلك صفات اساسية تختلف عن غيرها من الكائنات حقيقيات النواة الاخرى.

ولكن مازال هناك الكثير من العلماء الذين يعتمدون على التصنيف القديم واضعين النباتات والفطريات في مملكة واحدة.

في السنوات العشرة الاخيرة تم تأكيد المملكة المستقلة واعتماد عدد من الاقسام كفطريات حقيقية (True Fungi) في حين وضعت بعض الاقسام الاخرى ضمن مملكة الطلائعيات (Protista) نظرا لكونها تمتلك صفات بدائية كثيرة بالاضافة لاختلافها في بعض الصفات الاساسية عن الفطريات الحقيقية وخصوصا التركيب الخلوي للجدار، وسميت بالكائنات شبيهة الفطريات (Organism like fungi).

الجدول التالي يبين تصنيف الفطريات الحقيقية والكائنات شبيهة الفطريات

Kingdom Protista (organism like fungi)	
Division Oomycota	Water Mold
Division Acrasiomycota	Cellular slim mold
Division Chytridomycota	Chytrides
Division Myxomycotcota	Plasmodium slim mold
Kingdom Fungi True Myceteae	
Division Zygomycota	
Division Ascomycota	
Division Basidiomycota	
Division Deuteromycota	

السبب الاساسي التي دفع العلماء الى وضع الاقسام الاولى Oomycota، Acrasiomycota و Myxomycota في مملكة الطلائعيات وفصلهم عن مملكة الفطريات هي كونهم يفتقدون لصفات كثيرة تميز الاقسام الرئيسية للفطريات وخاصة تركيب الجدار الخلوي .

III- الصفات العامة للفطريات

الفطريات عبارة عن كائنات متعددة الخلايا (Multicellular) ونادرا ما نجد فطريات وحيدة الخلية (Unicellular)، ومن أشهر الفطريات وحيدة الخلية نجد الخميرة (yeasts) بالاضافة لمعظم فطريات قسم ال Endomycetales وهي جميعها تابعة للفطريات الزقية (Ascomycota).

تحتوي الخلايا الفطرية تقريبا على جميع العضيات التي تميز خلايا الكائنات حقيقية النواة (Eukaryote) حيث نجد اجهزة جولجي Golgi Apparatus والفجوات العصارية (Vacuols) والشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum وايضا الميتوكوندريا Mitochondria ومعظم الاجزاء الاخرى، ولا تحتوي الخلية الفطرية مقارنة مع الخلية النباتية على النشاء النباتي (Starch) ولكن تحتوي على النشاء الحيواني (Glycogen) ولكن وكما سبق وذكرنا تتميز الخلايا الفطرية كمثيلاتها النباتية باحتوائها على جدار خلوي يتركب اساسا من مادة الكيتين (Chitin) وهي المادة الاساسية في تركيب جدر خلايا الفطريات الحقيقية. (لاحظ الشكل).

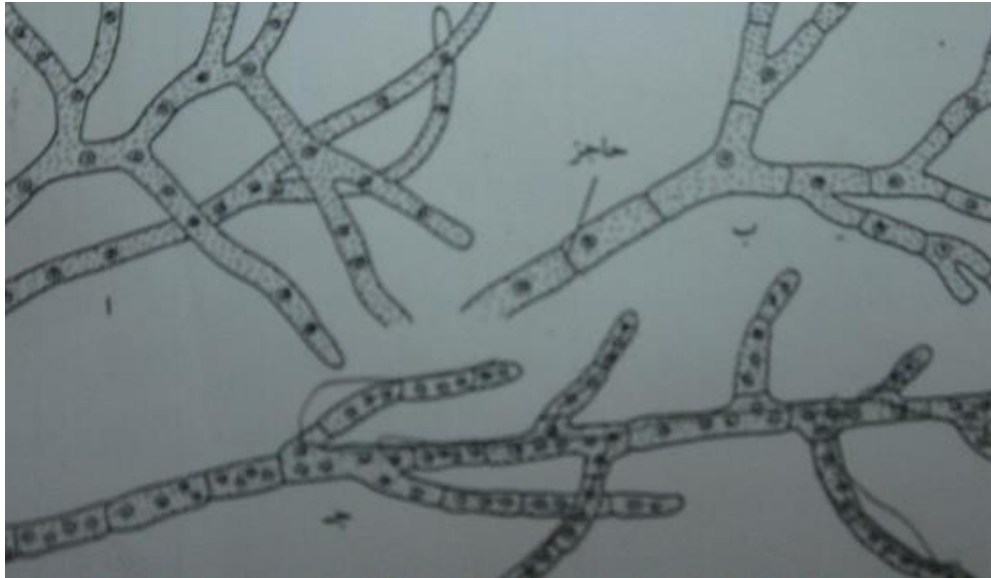
Division	Cell Wall Composition
Oomycota	Cellulose – Glucan
Myxomycota	Non- Like animal
Acrasiomycota	Cellulose – Glucan
Chytridiomycota	Chitin – Glucan
Zygomycota	Chitin – Chitosan
Ascomycota	Chitin – Glucan
Basidiomycota	Chitin – Glucan
Deuteromycota	Chitin – Glucan

الجدول التالي يبين التركيب الاساسي لجدر خلايا المجموعات الفطرية المختلفة

أهمية الجدار الخلوي عند الفطريات تأتي من كونه حاجزا بين الوسط الخارجي و مكونات الفطر الداخلية حيث ان الفطر يتصل بوسطة البيئي بكامل هيكله ووجود الجدار هنا هو الحماية اللازمة التي يلجأ إليها الفطر، هذا بالإضافة لكون الجدار الخلوي يعمل كمنظم لدخول الجزيئات الضخمة.

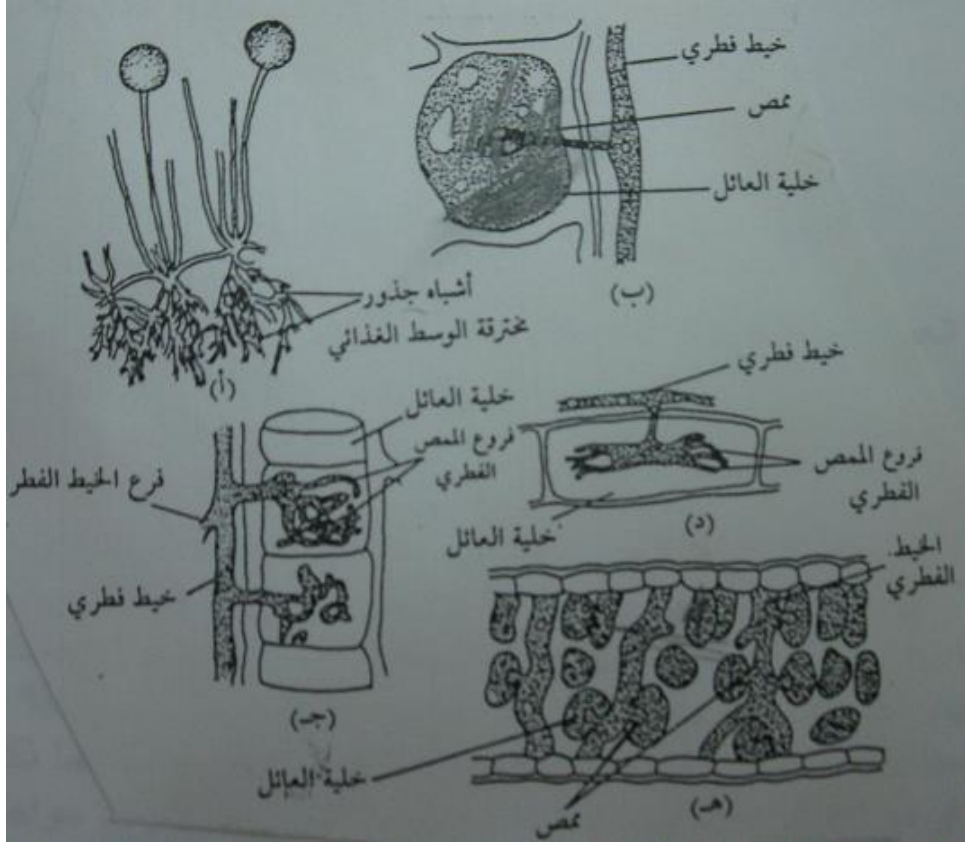
عند بعض الفطريات يحتوي الجدار الخلوي على صبغات مثل الميلانين (Melanin) ومثل هذه الصبغات تحمي الفطر من الأشعاعات مثل الأشعة فوق بنفسجية وكذلك ضد بعض انزيمات الكائنات المحللة.

الخلية الفطرية عندما تبدأ بالنمو والانقسام تكون خيطا يطلق عليه اسم Hypha ومجموعة الهيفات المتكونة يطلق عليها اسم ميسيليوم Mycelium والميسيليوم هو الفطر بحد ذاته . الفطريات مهما بلغ حجمها فإن جسمها لا يتكون إلا من هذه الهيفات فقط ولا تتميز في تركيبها الى أنسجة ويتراوح طول الغزل الفطري ما بين عدة ميكرونات الى عدة امتار في الطول اما قطر الهيفا فيتراوح بين ٥ الى ١٠٠ ميكرون . غالبا ما تكون الخيوط الفطرية متفرعة والفروع الجانبية لا تختلف في بنيتها عن الخيوط الاصلية



ثلاثة انواع من الخيوط الفطرية: أ- خيط فطري غير مقسم (مدمج خلوي) ب- خيط فطري مقسم خلايا
احادية النواة - ج- خيط فطري غير مقسم خلايا عديدة الانوية

ولكن احيانا، في حالة بعض الفطريات المتطفلة تتحول هذه الخيوط الى ممصات عندما تخترق جسم العائل لكي تستطيع امتصاص غذائها وهذا ما نشاهده عند الفطريات مثل تلك التي تسبب مرض البياض الزغبي للعنب *Plasmopara viticola* وكذلك ما يحدث عند فطر *Rhizopus sp.* عندما تخترق خيوطه الوسط الغذائي فتتحول الى اشباه جذور.



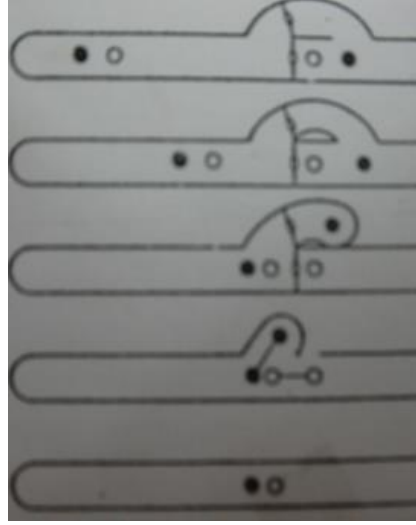
حوراب لحنب في الخيوط الفطرية المنعرجة لجعلها تحلّف سحر عن الخيط الفطري الاصلي

وتختلف الفطريات عن بعضها البعض في شكل وتركيب الخيط الفطري نفسه فنجد الآتي:

-الفطريات التابعة لقسم Zygomycota تكون خيوطها غير مقسمة داخليا حيث تغيب الحواجز (Septa) بين الخلايا ويصبح الخيط مدمجا خلويا ويطلق عليه اسم Coneocytic mycelia حيث يتحرك السيتوبلازم ومحتوياته بما فيهم الانوية من خلية الى اخرى.

-فطريات ال Ascomycota و ال Deuteromycota تتكون خيوطهم الفطرية بنفس الطريقة التي تتكون فيها خيوط فطريات ال Zygomycota ولكن هذه الخيوط مقسمة بحواجز عرضية Septa وهذه الحواجز مثقوبة بثقوب يطلق عليها اسم Pores من خلال هذه الاخيرة يمر السيتوبلازم والنواة.

-فطريات ال Basidiomycota تتكون من خيوط تحتوي هي الاخرى على حواجز عرضية مثقوبة ولكن الاختلاف هنا يكمن في ان هذه الثقوب لاتسمح للانوية بالمرور عبرها وبالتالي لاتعتبر هذه الخيوط مدمج خلوية وبناء على هذه الخاصية تميزت الفطريات البازيدية بوجود الصفة الاساسية لها والتي تميزها عن غيرها من الفطريات في الاقسام الاخرى، وهي الروابط الكلابية Clamp Connections التي تكونها هذه الفطريات من اجل نقل أنويتها الى الخلايا الجديدة الناتجة من إنقسامات النمو.



شكل يبين لنا الروابط الكلايية وعملية انتقال النوية خلالها بعد عملية الانقسام.

IV- طرق الحياة المختلفة عند الفطريات

A- التغذية

تنتشر الفطريات بشكل اساسي في العشرين سنتيمتر العلوية من سطح الكرة الارضية وخصوصا في المناطق الزراعية والغابية حيث تنتشر المواد العضوية وهي تنمو بغزارة في الظلام او بالاحرى في الضوء الضعيف وفي المناطق الرطبة لانها تحتاج بشكل كبير للرطوبة المرتفعة حيث أن الحد الأدنى الذي يمكن ان تتحملة هو ما يقرب من ٢٠% رطوبة ، ولكنها توجد في المناطق الباردة و الحارة ايضا وتنتشر الفطريات في التربة كما ذكرنا ولكن نجدها في الهواء او في المياة كانت بحار او انهار ويمكن القول انه لا توجد حواجز جغرافية تقف امام توزعها.

الخلية الفطرية تختلف عن مثيلتها النباتية بعدم احتوائها على بلاستيدات وبالتالي فإن الفطريات تعتبر كائنات غير ذاتية التغذية (Heterotrophe) اي انها تعتمد على غيرها في الحصول على الغذاء.

وتنقسم الفطريات من حيث طبيعة المعيشة الى اربع اقسام رئيسية هي:

I- الفطريات الطفيلية Parasitic Fungi

وهي الفطريات التي تنمو على عوائل مختلفة نباتية كانت ام حيوانية وتسبب لعائلها ضررا قد يؤدي الى اضعافه او عدم نموه او عدم تكاثره وموته، وهناك نوعين:

A- فطريات اجبارية التطفل Obligate parasites

وهي الفطريات التي لا تستطيع العيش إلا متطفلة على عوائل اخرى وإن لم يوجد العائل فإنها تمر بفترة سكون حتى تجده أو انها تموت، وهي تقسم الى قسمين:

١- متطفلة اجبارية وحيدة العائل Autoecious obligate parasites
مثل فطر *Plasmopara viticola* الذي يسبب مرض البياض الزغبي للعنب

٢- متطفلة اجبارية عديدة العوائل Hetroecious obligate parasites
مثل فطر *Puccinia graminis* الذي يسبب مرض الصدأ للمحاصيل كالقمح والشعير والذرة
--الخ، حيث يكمل الفطر دورة حياته على عائل آخر كنباتات البربري عند انتهاء موسم القمح.

B- فطريات اختيارية التطفل Facultative parasites
وهي تعيش في الظروف الطبيعية مترممة اي على المواد العضوية فإذا لم تجدها فإنها تنقلب

II- الفطريات الرمية Saprophytic Fungi
وهي فطريات تعيش على المواد الرمية المتحللة او بالاحرى على المواد العضوية الميتة
المختلفة وهناك نوعان:

1- مترممة اجبارية obligate Saprophytic
هي الفطريات التي لا تستطيع العيش إلا مترممة ومن امثلتها، الفطريات التي تتغذى على السكر
والاحماض الامينية البسيطة ومثال ذلك بعض انواع فطريات البنسيليوم (*Penicillium*)
وهناك الفطريات الاخرى ذات القدرة الانزيمية الكبيرة والتي تستطيع تحطيم مواد معقدة
كالكالسيوم واللجنين مثل بعض انواع جنس ال *Trichoderma* وغالبية الفطريات التي
تستعمل صناعيا هي فطريات اجبارية الترمم.

2- مترممة اختيارية Facultative Saprophytic
وهي فطريات تعيش عادة متطفلة ولكنها إن لم تجد عائلها المناسب تلجأ للترمم ويمكن زراعتها
مخبريا مثل فطريات التفحم (*Smuts*) التابعة للفطريات البازيدية

III- الفطريات التكافلية Symbiotic Fungi
وهي فطريات تعيش بطريقة تكافلية مع عائل آخر وينتج عن هذه العلاقة تبادل منفعة ومن
أشهر الامثلة على هذه العلاقة هي عملية التكافل بين الفطريات والطحالب والذي ينتج عنها
الاشنات. *Lichens*

ومن اهم العلاقات التكافلية للفطريات هي ما يحدث بين جذور النباتات والفطريات والتي يطلق
عليها ظاهرة ال *Mycorrhization* اي الجذر الفطري. ويقوم الفطر من خلال هذه العلاقة
بإمداد النباتات بالمواد المعدنية التي تعذر عليها الوصول اليها وتل النيتروجين والفسفور --الخ
ويقوم النبات بإمداد الفطر بالمواد الكربوهيدراتية التي يعجز الفطر عن تصنيعها نظرا لإفتقاده
للبلاستيدات الخضراء.

IV- الفطريات النيكروتروفية Necrotrophic Fungi
وهي الفطريات التي تبدأ طفيليه وتستمر رمية بعد موت عائلها

B- التكاثر

تستطيع الفطريات ان تتكاثر بعدة طرق مما يزيد من قدرتها على الإنتشار والبقاء فهي تعتمد على تغير طرق تكاثرها متأقلمة بذلك مع التغيرات الموسمية والمفاجئة. الطرق التكاثرية المتعددة هي:

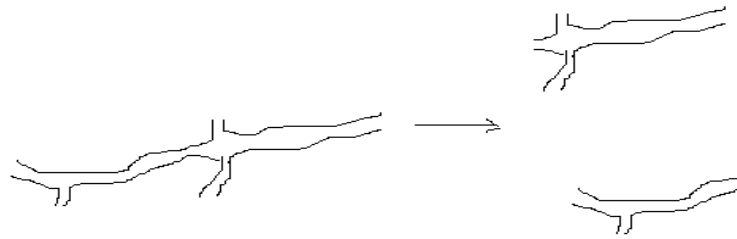
I - التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction

جوهر التكاثر اللاجنسي هو عدم اتحاد بين انوية وخلايا او اعضاء ذكورية وانثوية. وهو يعتبر أكثر شيوعا من التكاثر الجنسي حيث ان دورة الحياة اللاجنسية تتكرر اكثر من مرة خلال موسم النمو عكس التكاثر الجنسي الذي يحدث مرة واحدة في نهاية دورة الحياة.

طرق التكاثر اللاجنسي الشائعة عند الفطريات:

1- الطريقة الخضرية او تجزئة الميسليوم Vegetative reproduction Fragmentation

عن طريق تفتت الخيوط الفطرية الى اجزاء صغيرة قد تكون خلية او عدة خلايا سليمة وإذا تهيئت لها الظروف المناسبة فأن هذه الاجزاء تعطي غزلا فطريا كاملا وتستخدم هذه الطريقة لزيادة وعزل الفطريات في المعامل على الاوساط الغذائية المناسبة.



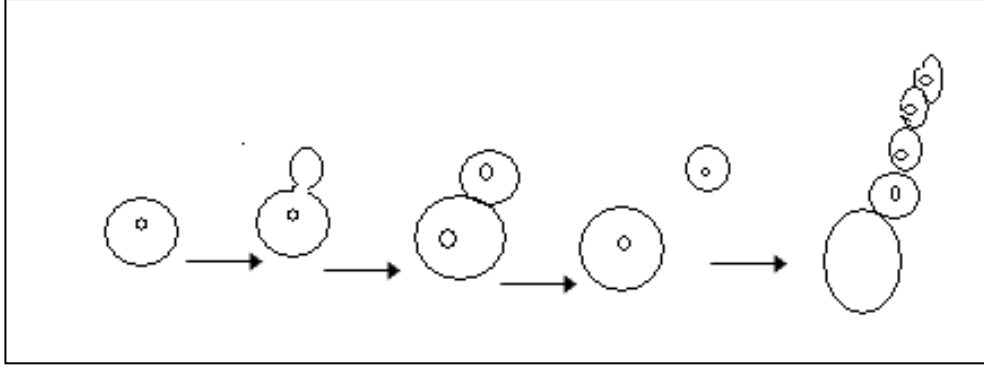
2- الانشطار المستعرض Transverse fission

غالبا ما يحدث عند الفطريات وحيدة الخلية مثل الخميرة حيث تأخذ كل خلية في الاستطالة وتنقسم نواتها الى نواتين وتتخصر الخلية وتنقسم الى خليتين كل خلية تحتوي على نواة



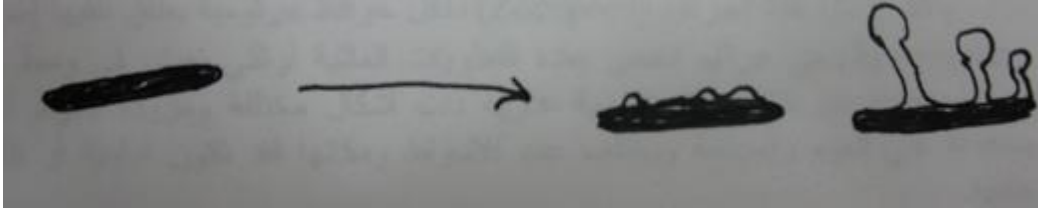
3- التبرعم Budding

وهو خروج بروز خارجي من الخلية الام يسمى برعم Bud حيث يلية انقسام النواة الام الى قسمين ينتقل أحدهما داخل البرعم الذي ينفصل فيما بعد مكونا خلية جديدة. هذا التكاثر يحدث غالبا عند فطريات الخميرة Yeasts والتفرينيا Taphrinales والتفحم Smuts وقد ينتج احيانا سلسلة من التبرعم ليكون غزلا فطريا يسمى بالغزل الكاذب Pseudomycelia



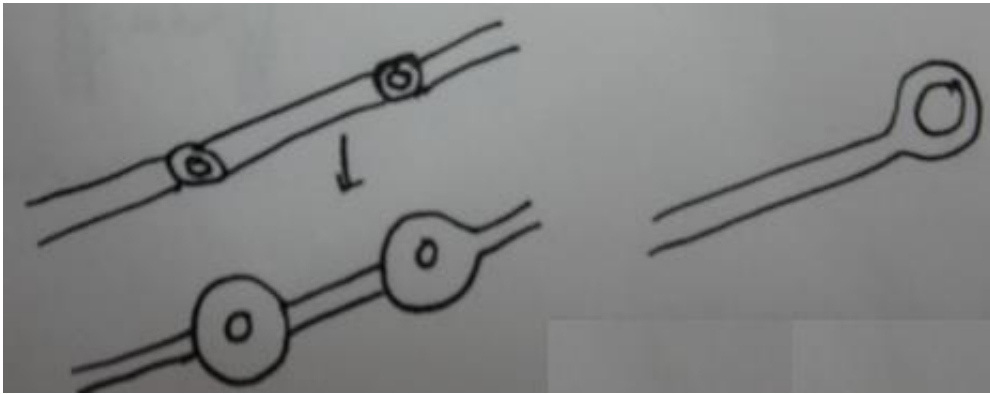
4- تكوين الاجسام الحجرية Sclerotia

بعض الفطريات وخاصة الفطريات الزقية Ascomycetes تتجمع فيها الهيفات لتكوين جسم صلب محكم يسمى بالجسم الحجري Slerotium. وتمتلئ خلايا هذا الجسم بالمواد الغذائية وهذه الاجسام ماهي إلا تركيبات مخصصة لكي يتحمل الفطر الظروف البيئية الصعبة حيث تنبت هذه الاجسام عندما تتحسن الظروف
مثال على هذه الاجسام ما يكونه فطر *Claviceps purpurea*



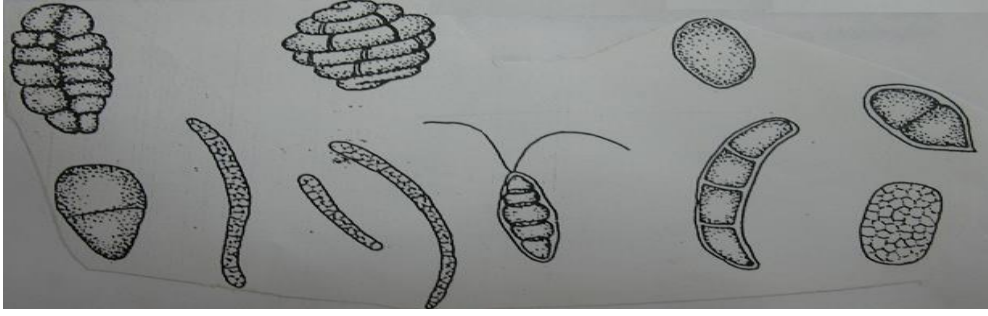
5- تكوين الجراثيم الكلاميدية Chlamydospores

عند بعض الفطريات تغلف الخلايا بجدار سميك قبل ان تنفصل عن بعضها البعض مع تخزين مواد غذائية وتسمى بالجراثيم الكلاميدية، وهي إما ان تكون منفردة او على شكل سلاسل او بينية وأحيانا تكون طرفية وتلجأ الفطريات الى مثل هذا النوع من التكاثر من اجل ان تتجاوز الظروف البيئية الصعبة، حيث تنبت هذه الجراثيم حال تحسن الظروف المناخية حولها معطية خيوطا فطرية جديدة. من امثلة ذلك فطريات العفن الاسود *Mucor sp.*



6- تكوين الجراثيم اللاجنسية (الابواغ Spores)

تعد الجراثيم اللاجنسية او الابواغ أكثر الطرق التي تلجأ اليها الفطريات من اجل تكاثرها وتختلف هذه الجراثيم في شكلها ولونها وحجمها وعدد خلاياها بين فطر وآخر، فقد تكون شفافة او غامقة اللون وبتفاوت طولها بين اقل من ميكرون حتى 1 ملمتر وأكثر قليلا، وتوجد إما منفردة او على شكل تجمعات (لاحظ الشكل)



طرز مختلفة من الجراثيم الفطرية اللاجنسية

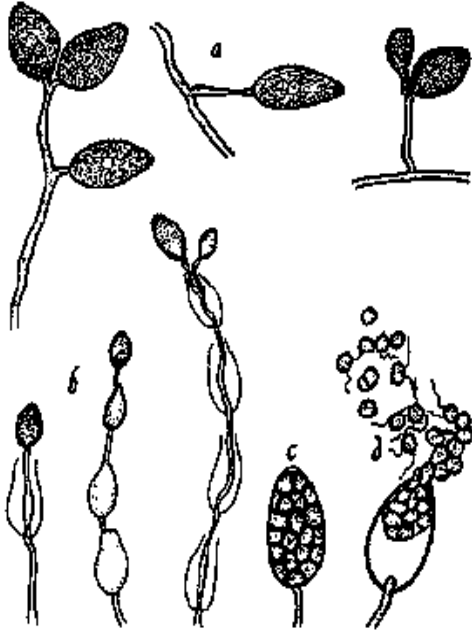
وتنقسم الجراثيم حسب الكيفية التي تحمل بها وطرق تكوينها الى قسمين:

1 - الجراثيم الداخلية Endospores

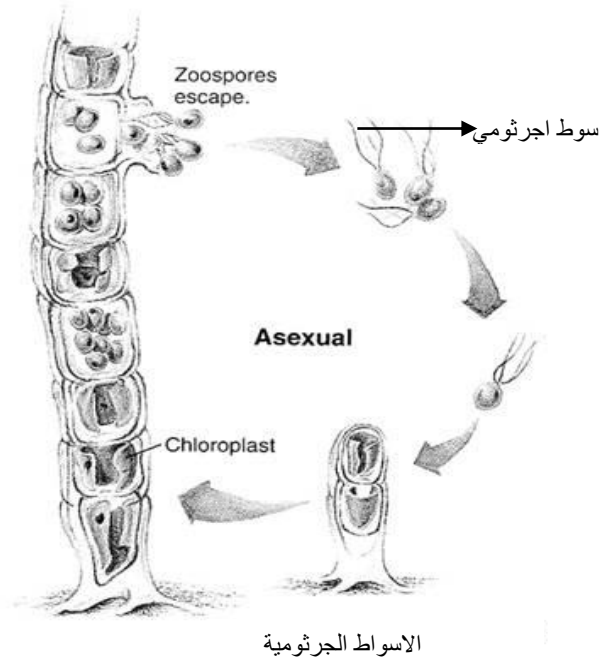
وهي جراثيم تتكون داخل حافظة او كيس ومن امثالها:

A- الجراثيم السابحة Zoospores

وتتكون مثل هذه الجراثيم (Zoospores) داخل حوافظ جرثومية يطلق عليها اسم Sporangium وهي جراثيم تخص عادة الفطريات المائية أو التي تعيش في وسط رطب. الجراثيم عبارة عن كتلة بروتوبلازمية عارية ذات أشكال مختلفة ومزودة بسوط أو أكثر يساعدها على العوم والسباحة ويختلف عدد الاسواط ومكانها فقد تكون امامية أو خلفية أو جانبية.



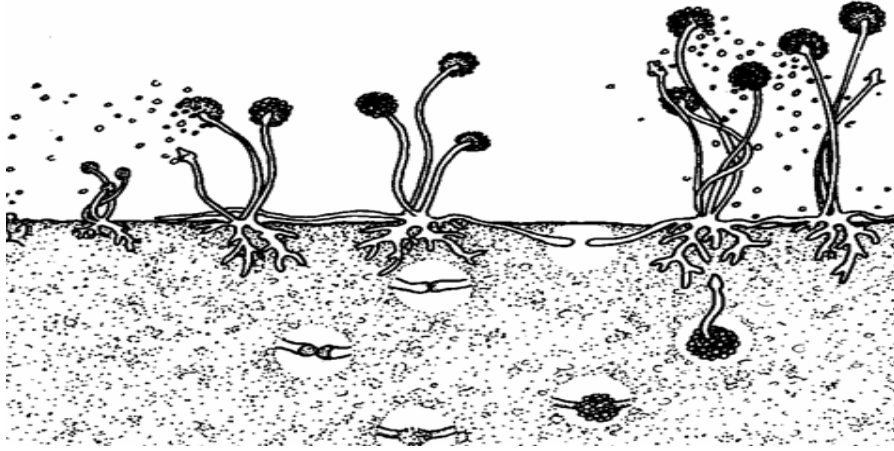
أشكال من الحوافظ الجرثومية



B- الجراثيم الحافظة Sporangiospores

وتتكون داخل اكياس او حوافظ جرثومية Sporangia وهي تفتقد للاسواط وبالتالي غير متحركة وتحاط عادة بجدار خلوي حيث تنطلق خارج الحافظة حال تمزقها بعد ان تنضج الجراثيم ويتم نقلها بواسطة الرياح وتحمل الحوافظ الجرثومية عادة على هيفا متخصصة تسمى

حامل الحافظة Sporangiochore كما هو الحال عند فطريات عفن الخبز مثل فطر
Rhizopus stolonifer

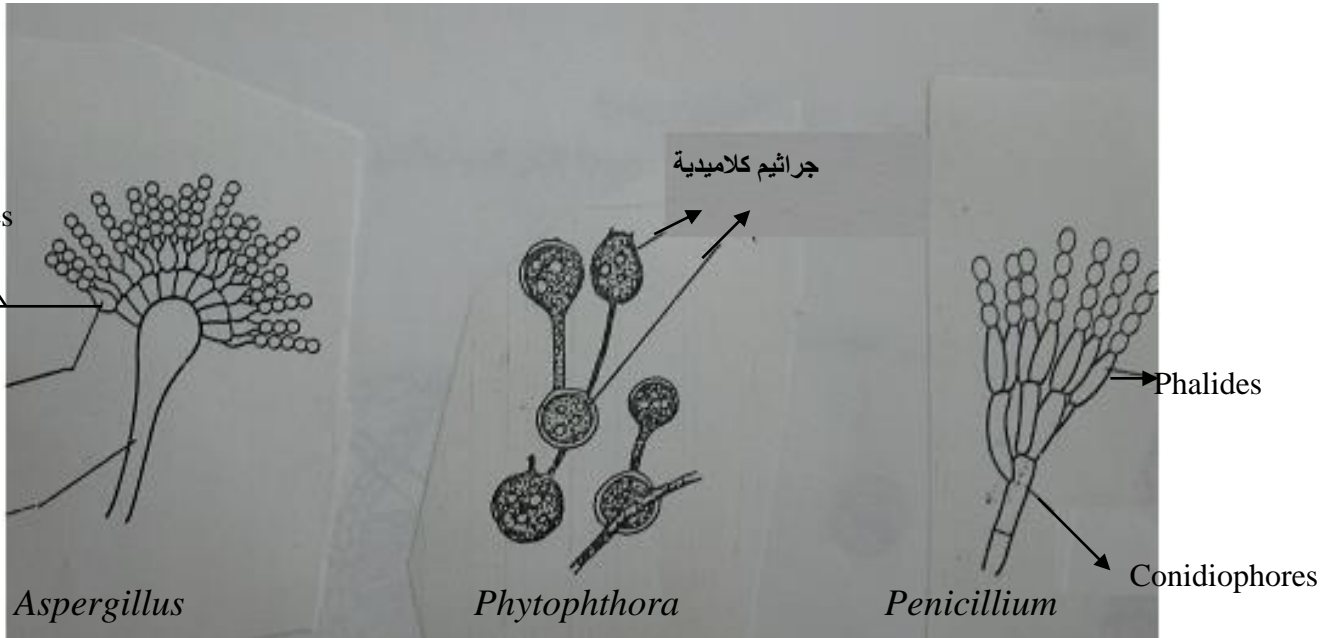


فطر
 ريزوبس
*Rhizopus
 stolonifer*

2- الجراثيم الخارجية Exospores

ويطلق عليها اسم Conidiospores او الجراثيم الكونيدية وأحيانا الكونيدات Conidia وهي جراثيم غير متحركة وتنتظم خارجيا على التراكيب المولدة لها او بمعنى آخر على الحوامل الكونيدية. Conidiophores.

ومن أشهر الامثلة على ذلك فطري *Aspergillus* و *Penicillium* و *Phthophora*



وتختلف الجراثيم الكونيدية في الشكل والتركيب وعدد الخلايا وهي توجد إما منفردة مثل فطريات جنس *Phytophthora* او على شكل سلاسل كما في فطريات البنسيليوم والاسبرجيلس او في مجاميع تبقى متعلقة داخل قشرة مخاطية كما هو الحال عند فطريات جنس *Cephalosporium* ومعظم الفطريات تنتج اشكالا مختلفة من الجراثيم ونادرا ما تنتج شكلا واحدا وقد نجد في بعض الفطريات أكثر من اربعة اشكال مختلفة.

يعتمد تصنيف الفطريات بشكل كبير على شكل وحجم هذه الجراثيم ولونها وطريقة انقسامها، وهذه الجراثيم تكون احيانا مقسمة بحواجز عرضية الى عدد من الخلايا كما هو الحال عند العديد من فطريات جنس *Fusarium* او قد تظهر مقسمة بحواجز طولية وعرضية كما هو الحال عند بعض فطريات جنس *Alternaria*

- لحوامل الجرثومية اللاجنسية :

تختلف اشكال الحوامل الكونيدية او الحوامل الجرثومية اللاجنسية حيث تكون إما منفردة او متجمعة على سطح الميسيليوم او في الداخل وهناك ثلاث اشكال رئيسية من الحوامل الجرثومية اللاجنسية:

1- الوعاء البكنيدي Pycnidium or Pycnium

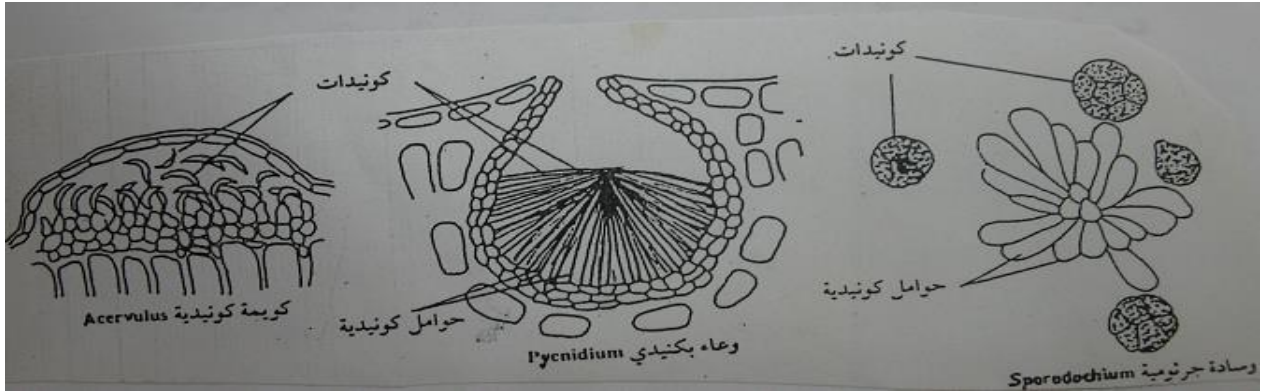
وهو وعاء يشبه الدورق يكون عادة مدفونا في الوسط الذي ينمو عليه الفطر وبة فتحة علوية (Ostiole) تخرج عن طريقها الجراثيم البكنيدية (Pycnidiospores) على شكل كتل او لولب طويل او خيوط رفيعة.

2- كويمة كونيدية Acervula

حوامل على شكل اطباق او على شكل وسادة تحمل حوامل قصيرة تتكون عليها الجراثيم الكونيدية.

3- وسادة جرثومية Sporodochium

يشبه التركيب السابق ولكن الوسادة واضحة التركيب والحوامل متقاربة متزاحمة ومتداخلة وطويلة. (لاحظ الشكل)



منظر يبين حوامل الجراثيم اللاجنسية المختلفة

-II التكاثر الجنسي Sexual reproduction

معظم الفطريات الحقيقية تتكاثر جنسيا باستثناء الافراد التابعة لقسم الفطريات الناقصة *Deuteromycota* ولذلك فهي تسمى بالفطريات الناقصة *Fungi Imperfectii* حيث يعتقد غياب الطور الجنسي في هذا القسم او انه لم يكتشف بعد.

يتضمن التكاثر الجنسي اندماج نواتين من مشيجتين متشابهتين او مختلفتين كلاهما او أحدهما متحرك، او قد يحدث بين خليتين خضريتين لنفس الثالوث

يوجد ثلاث مراحل رئيسية مميزة للتكاثر الجنسي تحدث عادة بصورة متتابعة:

1- الاقتران البلازمي Plasmogamy

ويطلق عليه عادة اسم الاتحاد الخلوي وفيه يحدث اندماج بين بروتوبلازم الخليتين المتزاوجتين مما يعمل على اقتراب الانوية داخل احدى الخلايا او في داخل العضو المتكون من اجل هذه العملية.

2- الاقتران النووي Kariogamy

وهي الخطوة الثانية في التكاثر الجنسي وفيه تندمج نواتان كل منهما احادية المجموعة الصبغية (Haploid) (1N) لتكوين لاقحة Zygote وهي ثنائية المجموعة الصبغية. (Diploid) (2N)

3- الانقسام الاختزالي Meiosis

وهو الطور الثالث من اطوار التكاثر الجنسي وهو يتبع الاقتران النووي مباشرة او يحدث بعد فترة، وفي هذا الطور تبدأ النواة ثنائية المجموعة الصبغية بالانقسام الاختزالي مما ينتج عنه اختزال عدد الصبغيات الى عدد من الانوية احادية المجموعة الصبغية، والتي تعتبر الجرثومة الجنسية بعد تكوين جدارها. وتحدث هذه العمليات عند الفطريات في تتابع منتظم.

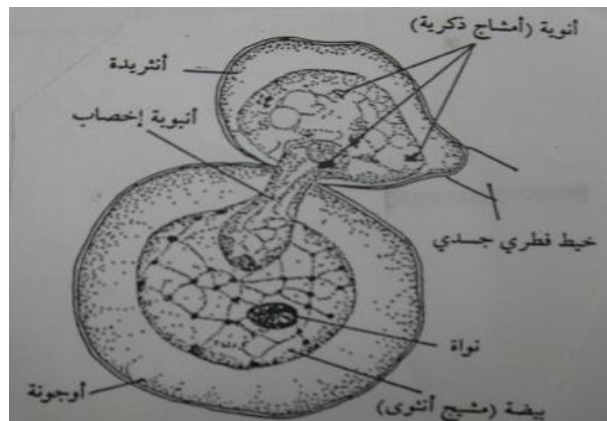
انواع التكاثر او الاقتران البلازمي المختلفة:

1- تزواج جنسي بين امشاج متشابهة Isogamy حيث يحدث هذا التزاوج بين امشاج متشابهة شكلا وحجما ومسلكا او بالاحرى ذات اصل واحد.

2- تزواج جنسي بين امشاج مختلفة Heterogamy حيث يحدث التزاوج بين امشاج مختلفة شكلا وحجما ومسلكا او بالاحرى ذات اصل مختلف وهنا يحدث التزاوج بين امشاج صغيرة ذكورية وكبيرة انثوية.

في العادة وكما هو الحال عند الفطريات الزقية فإن الحافظة التي تحمل الامشاج الكبيرة تسمى Oosphere بيضة والامشاج الكبيرة اي الانثوية تسمى Oogonium او Ascogonium الحافظة التي تحمل الامشاج الصغيرة تسمى Antheridium والامشاج الصغيرة اي الذكورية تسمى Antherozoides او السابحات الذكرية.

والخطوة التطورية هنا هي ان أحد الامشاج يظل ساكنا بينما يتحرك الآخر بحيث تزيد فرصة النقاء الامشاج. (انظر الشكل)



اقتران بلازمي بواسطة تلامس الحافظتين الجرثوميتين

V- الأهمية العامة للفطريات

تلعب الفطريات دورا أساسيا في الحياة العامة لجميع الكائنات وفي جميع المجالات حيث لها أهميتها الخاصة في كثير من الصناعات الغذائية والطبية والزراعية بالإضافة لكونها بحد ذاتها مصدرا هاما للمواد الغذائية، كما وتلعب الفطريات دورا أساسيا في التوازن البيئي والحفاظ على واستمرارية وكذلك لها أيضا دورا كبيرا في مجال المقاومة البيولوجية والتي تحد بشكل ملحوظ من استعمال بعض المواد الكيميائية الضارة بيئيا.

1- التغذية

تحتوي الثمار الفطرية على بروتينات حيوانية بنسبة عالية وكذلك على فيتامينات وتفقد للدهون الضارة والكوليسترول وهذا التركيب العجيب يصاحبه نكهة مرتفعة بالإضافة لإمكانية زراعتها بتكاليف منخفضة مما يجعل منها حلا للتوازن الغذائي (النباتي والحيواني) للدول الفقيرة.

من أهم الفطريات التي يتم زراعتها:

Agaricus bisporus, *Agaricus campestris*, *Boletus edulis*, *Pleurotus ostreatus*, *Terfezia arenaria*, and *Tuber melanosporum*,

وهذا الأخير يعتبر من أكثر الفطريات أهمية من الناحية الغذائية حيث يصل سعر الكيلو الواحد أكثر من ألف دولار وهي لا تثمر إلا ان كانت على علاقة تكافلية مع النباتات وخاصة البلوط *Fagus sp.* والزان *Quercus sp.*

هناك ما يقارب 70 دولة في العالم تقوم بزراعة هذا الفطران ويبلغ إجمال إنتاجهما حوالي 14 بليون دولار سنوياً. يعتبر *Agaricus bisporus* التابع للفطريات البازيدية أكثرهم زراعة ورواجاً في العالم ويمثل مع فطر *Lentinus dodes* من رتبة الـ *Aphyloporales* التابعة للفطريات الزقية الذي يزرع في الشرق الأقصى (الصين - اليابان ... إلخ) حوالي 86% من الإنتاج العالمي للفطريات

2- الصناعة: (الادوية والمواد الزراعية والانزيمات)

Usage	Product	Fungal Source	Application
Medicine	Peniciline	<i>Penisilium chrysogenum</i>	Antibacterial
	Cephalosporine	<i>Cephalosporium</i>	Antibacterial
	Grisofluvin	<i>acremonium</i>	Antifungal
	Fusidin	<i>Penicilium grisofoium</i>	Antibacterial
	Cyclosporin	<i>Fusidium coccineum</i>	Immunosuppressant
	Ergot alkaloids	<i>Trichoderma polysporum</i> <i>Claveveps purpura</i>	Induce labour, migraine treatment
Agriculture	Zeralenone	<i>Gibberella zeae</i>	Growth promoter for cattle
	Gibreline	<i>Gibberella fujkuroi</i>	Plants hormones

جدول يبين بعض أهم المواد الطبية والزراعية التي تنتجها الفطريات

Usage	Fungal Source	Application
Alpha amylase	<i>Aspergillus niger</i>	Starch conversion
Amyloglucosidase	<i>Aspergillus niger</i>	Starch syrups, dextrose foods
Pullulanase	<i>Aureobasidium pullulans</i>	Debranching of starch
Glucose aerophydrogenase	<i>Aspergillus niger</i>	Production of gluconic acid
Protases	<i>Aspergillus spp.</i>	Breakdown of proteins
Invertases	<i>Yeasts</i>	Sucrose conversions
Pectinases	<i>Aspergillus, Rhizopus</i>	Clarifying fruit juices
Rennet	<i>Mucor spp.</i>	Milk coagulation
Gulucose isomerase	<i>Mucor, Aspergillus</i>	High fructose syrups
Lipases	<i>Aspergillus niger</i>	Diary industry detergents
Hemicellulase	<i>Aspergillus niger</i>	Baking gums
Gulucose oxidase		Food processing

جدول يبين بعض أهم المواد الانزيمات التي تنتجها الفطريات

3- البيئة

تلعب الفطريات الدور الاساسي في التوازن البيئي وذلك يعود الى اعدادها الهائلة مايقرب من 250 ألف نوع وكذلك التنوع طرق معيشتها:

A- الفطريات الرمية والمحللة: (Saprophytic and Decomposer Fungi)

تقوم بتفتيت وتحليل المواد العضوية المعقدة كالسيلولوز Cellulose واللجنين Lignin والكيتين Chitin الى مواد بسيطة التركيب يتم تحويلها فيما بعد بواسطة البكتيريا الى مواد معدنية عن طريق عملية التمعدن Mineralization ويتم في نفس الوقت اعادة ثاني اكسيد الكربون للطبيعة ليعاد استخدامه والمواد المعدنية في بناء المركبات العضوية عن طريق عملية التمثيل الضوئي Photosynthesis. بالإضافة لهذا الدور فإن تواجد هذه الكائنات المحللة يمنع تراكم المواد العضوية كهيكل الاشجار والافرع والحيوانات الذي من شأنه ان يعمل على اختناق الكائنات الحية في المناطق الغابية العذراء.

B- الفطريات الطفيلية (Parasitic)

رغم كونها تسبب ضررا الا انها تلعب دورا مهما في تسهيل واعادة الأشجار Forestry Regeneration في المناطق الغابية الكثيفة عن طريق مهاجمتها للأشجار المسنة فاتحة الطريق امام الأشجار النامية اسفلها.

C- الفطريات التكافلية (Symbiotic)

من أهم الكائنات الحية على الاطلاق فهي تعتبر اساس حياه ونمو النباتات، المصدر الغذائي الاولي Primary producer لجميع الكائنات حيث نجد ان 95% من نباتات واشجار الكرة الارضية تعيش متكافلة مع الفطريات من خلال علاقة تكافلية بين جذور النباتات والعديد من

الفطريات; يطلق على هذه العلاقة اسم الجذر الفطري Mycorrhization ومن خلالها تتم الاستفادة المتبادلة بين النبات والفطر كالتالي:

ما يستفیده النبات: -

- تمد الفطريات النباتات بأهم المواد الغذائية المعدنية له، مثل الفسفور والنيتروجين والمعادن الأخرى وكذلك تزيد من مساحة امتصاص الماء الخاصة بالنبات
- تحمي النباتات من العديد من الطفيليات البكتيرية والغير بكتيرية المختلفة
- تزيد من قدرة النباتات على مقاومة الظروف البيئية القاسية،

ما يستفیده الفطر: -

- تحصل الفطريات من النباتات على المواد الكربوهيدراتية وبعض العناصر اللازمة لتصنيع الفيتامينات.

4- المقاومة الحيوية:

الفطريات تلعب دورا رائدا في المقاومة الحيوية للآفات المختلفة وخصوصا الآفات الزراعية حيث يمكننا ادخال الفطريات في مناطق انتشار الطفيل (وخصوصا البكتيريا) للقضاء عليه او استعمال الهندسة الوراثية عن طريق ادخال الجينات المسؤولة عن قتل الطفيل والموجودة في الفطر في النباتات المعرضة للإصابة لكي تنتج فيما بعد اصنافا تقاوم الافة طبيعيا.

تسبب الفطريات امراضا كثيرة للإنسان وإن كانت معظم هذه الامراض تعتبر جلدية (Mycosis) بالإضافة لبعض امراض الجهاز التنفسي والهضمي.

Primary route of entry	Fungus	Sexual stage	Disease	Natural habitat
Skin	<i>Trichophyton</i> (24 species) <i>Microsporium</i> (16 species) <i>Epidermophyton</i> (2 species) <i>Pityriasis versicolor</i>	<i>Arthroderma</i> (ascomycota) None	Ringworm, tinea, dermatomycosis	Keratinized tissues ,soil domesticated animals
Wounds	<i>Phialophora</i> <i>Cladosporium</i> , <i>Sporothrix</i> , etc	Often Non	Subcutaneous mycoses Chromomycosis Sporotrichosis, etc	Saprotrophic in soil Vegetation, etc
Mucosa	<i>Candida albicans</i>	None	Candidosis, vulvovaginitis, thrush	Commensal on mucosa
Lungs	<i>Aspergillus fumigatus</i> <i>A. ffavus</i> , <i>A. niger</i> , etc <i>Blastomyces dermatitidi</i> <i>Coccidioides immitis</i> <i>Cryptococcus neoformans</i> <i>Histoplasma capsu/a turn</i> <i>Paracoccidioides bras/iensis</i> ; <i>Pneumocystis carinii</i>	None <i>Ajellomyces</i> (Ascomycota) None <i>Filobasidiella</i> (basidiomycota) <i>Ajellomyces</i> (Ascomycota) None None	Aspergillosis; lungs or invasive Blastomycosis; lungs, skin lesions, bones, brain Coccidioidomycosis; lung, systemic Cryptococcosis; lung, brain, meninges Histoplasmosis; lung; rarely systematic Paracoccidioidomycosis; lung, cutaneous, lymph nodes Pneumonia	Saprotrophic in soil plant material Saprotrophic Saprotrophic in soil Bird excreta Vegetation Bird and bat excreta Soil? Humans, animals

جدول يبين بعض الفطريات التي تسبب امراضا للانسان

B- النباتات

من الصعب احصاء الامراض الفطرية التي تصيب النباتات ولعل الفطريات هي من اخطر الطفيليات التي تسبب خسائر كبيرة للنباتات ويمكننا ان نذكر على سبيل المثال لا الحصر بعض الامراض الفطرية التي تسبب خسائر كبيرة:

الأمراض الفطرية التي تصيب القرعيات

الأعراض	الفطر المسبب	المرض	النبات
ذبول وسقوط البادرات	يسبب هذا المرض فطريات مختلفة معظمها <i>Pythium</i> ، <i>Phytophthora</i> ، <i>Rhizoctonia</i> ، <i>Fusarium</i>	الذبول الطري للقرعيات (Damping off)	القرعيات
ظهور بقع مزلعة خضراء باهتة ثم تتحول إلى اللون البني وذلك في السطوح العليا للأوراق .	يتسبب المرض عن الفطر الطحلي <i>Pseudoperonospora cubensis</i>	البياض الزغبي للقرعيات (Downy mildew)	القرعيات
بقع صغيرة سطحية مستديرة بيضاء دقيقة .	يتسبب المرض عن الإصابة بالفطر <i>Erysiphe cichoracearum</i> و <i>Sphuerotheca humuli</i>	البياض الدقيقي في القرعيات (Powdery mildew)	القرعيات
ظهور بقع غير منتظمة صفراء خفيفة على أنصال الأوراق سرعان ما تصبح بنية إلى سوداء .	يتسبب هذا المرض عن الفطر <i>Colletotrichum lagenarium</i>	أنثراكنوز القرعيات (Anthracnose)	القرعيات
بقع دائرية بنية تتحول إلى اللون الأسود على الأوراق الفلجية والسيقان .	يتسبب هذا المرض عن الفطر الإسكي : <i>Mycosphaerella melonis</i>	لفحة الساق الصمغية في القرعيات و يعرف هذا المرض بإسم العفن الأسود (Black rot)	القرعيات
بقع مستديرة أو غير منتظمة باهتة صفراء تتحول إلى اللون الأسود .	ينتج تبقع الأوراق عن الإصابة بعدة فطريات منها: <i>Alternaria alternaria</i> <i>Helminthosporium sp</i> <i>Macrosporium sp</i> أهم فطر وهو يشبه الفطر المسبب للفة البدرية في الطماطم <i>Allernaria cucumerina</i>	تبقع أوراق النباتات العائلة القرعية . (leaves spots)	القرعيات
ذبول الأزهار وموتها .	يتسبب عفن ثمار القرعيات عن عدة فطريات منها الفطر الطحلي : <i>Choanephora cucurbitarum</i> . <i>Botrytis cinerea</i> . <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> .	عفن الثمار في القرعيات (Fruit rot)	القرعيات

الأمراض الفطرية التي تصيب العائلة الوردية

الأعراض	المسبب	المرض	النبات
بقع صغيرة مستديرة حمراء إلى بنفسجية تتحول إلى اللون البني ثم إلى اللون الرمادي أو الأبيض مع احتفاظها بحواف حمراء داكنة على السطوح العلوية للوريات .	يتسبب عذا المرض عن الفطر الإسكي <i>Mycosphaerella fragariae</i>	تبقع الأوراق (Leaf spots)	الفاولة
بقع بنية فاتحة ثم تشمل الثمرة كلها مما يؤدي إلى جفاف الثمرة .	يتسبب هذا المرض عن فطريات أهمها الفطرين <i>Botrytis, cinerea</i> الذي يسبب العفن الرمادي وفطر <i>Rhizopus stolonifer</i> الذي يسبب الرشع .	عفن الثمار (Fruit rot)	الفاولة
حدوث تقرحات صفراء اللون على الجذور تدكن في اللون حتى تصبح سوداء .	يتسبب هذا الفطر عن عدد من فطريات التربة أهمها <i>Rhizoctonia solani</i> .	عفن الجذور الأسود (Black root rot)	الفاولة

الأمراض الفطرية التي تصيب العائلة الباذنجانية

الأعراض	المسبب	المرض	النبات
موت وسقوط البادرات .	يتسبب هذا المرض عن عدة كائنات دقيقة <i>Pythium spp.</i> وتعتبر الفطريات بيثيوم من أهم الفطريات المسؤولة عن الذبول الطري ما قبل الظهور وفطريات ريزوكتونيا <i>Rhizoctonia spp</i> من أهم مسببات الذبول الطري ما بعد الظهور .	الذبول الطري (Damping off)	الطماطم
بقع خضراء باهتة أو صفراء غير محدودة الحافة على الأوراق تأخذ اللون البني المصفر ثم تسقط الأوراق .	يتسبب فطر كلادوسبوريم فالقم <i>Cladosporium fulum</i> .	عفن الأوراق (Leaf mold)	الطماطم
بقع مستديرة أو غير منتظمة لونها بني داكن	<i>Alternaria</i> يتسبب الفطر الترناريا توماتو <i>tomato</i>	بقعة رأس المسمار (Nail- head spot)	الطماطم
بقع صغيرة سطحية مستديرة بيضاء دقيقة .	حيث <i>Leveillula taurica</i> يتسبب فطر ينتشر في فلسطين ومصر	البياض الدقيقي Powdery mildew	الطماطم
تعفن الثمار في أطوار نموها ونضجها المختلفة .	توجد عدة فطريات تسبب المرض مثل : <i>Phytophthora infestans</i> و <i>Alterharia solani</i> وهي فطريات يمكنها إصابة الثمار أثناء نموها ويوجد فطريات <i>Alternaria</i> تسبب العفن بعد القطف ومنها: <i>Aspergillus flavus</i> وأيضاً .	عفن الثمار Fruit rot	الطماطم

الأمراض الفطرية التي تصيب الصليبيات

الأعراض	المسبب	المرض	النبات
عفن البذور في الأطوار الأولى للإنبات وموت البادرات قبل الظهور وبعده	، وبعض <i>Rhizoctonia solani</i> أهمها <i>Altrenaria</i> الفطريات التابعة لجنس وهذه الفطريات قد تسبب عفناً للبذور في الأطوار الأولى للإنبات كما قد تصيب البادرات قبل وبعد الظهور .	الذبول الطري Damping-off	الصليبيات
إصابة البادرات تؤدي إلى تقزم النباتات وفي الحالات الشديدة تؤدي إلى موتها	يتسبب المرض عن فطر الطحلي <i>Albugo cundida</i> المرض وبصيص هذا المرض بخاصة اللفت والفجل .	(White rust) الصدأ الأبيض	الصليبيات
تبقعات على السطوح العليا للأوراق يقابلها زغب أبيض إلى بنفسجي على السطوح السفلى للأوراق	يتسبب هذا المرض عن الفطر الإجباري <i>Peronospora parasitica</i> التطفل الذي يصيب الكرنب والقرنبيط	البياض الزغبي (Downy mildew)	الصليبيات
قرح دقيقة غامقة اللون على قاعدة الساق	يتسبب هذا المرض عن عدة أنواع من <i>Alternaria</i> ومنها <i>Alternaria brassicae</i> الذي يصيب غالباً الأوراق الدقيقة مثل الفجل واللفت والخردل ، وأما الذي <i>Alternaria brassicicola</i> الفطر يصيب غالباً النباتات ذات الأوراق السمكية مثل الكرنب والقرنبيط ، والفطر الذي يصيب الفجل <i>Alternaria raphani</i> بصفة خاصة .	التبقع الألترناري (Alternaria spots)	الصليبيات
تكون بثرات صدئية اللون تصبح بنية لزجة	وهو من <i>Rhizoctonia solani</i> فطر فطريات التربة التي تصيب عدد كبير من النباتات ، مثل الفجل .	مرض الريزوكتونيا (<i>Rhizoctonia Disease</i>)	الصليبيات

الأمراض الفطرية التي تصيب العائلة الزنبقية

الأعراض	المسبب	المرض	النبات
ذبول وإنحاء البادرة .	اهم الفطريات المسببة هي فطريات التربة <i>Pythium</i> spp <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Fusarium equiseti</i>	الذبول الطري في البصل (Damping off in onion)	البصل
تحول لون الجذر إلى القرنفلي أو بنياً أو أسوداً .	يتسبب أحد فطريات التربة ويدعى <i>Pyrenochaeta terrestris</i>	الجذر القرنفلي في البصل (Pink root)	البصل
ظهور بقع متضادة بيضاء على الأوراق وفي النهاية تذبل الأوراق وتموت .	الفطر الذي يصيب البصل والثوم. <i>Peronospora destructor</i>	البياض الزغبي (Downy mildew)	البصل
بثرات بارزة لونها بني إلى أسود في الأوراق الخارجية .	التابع ل <i>Urocystis cepulae</i> الفطر <i>Ustilaginales</i> .	تفحم البصل (onion smut)	البصل
تعفن الأوراق وإصفرار قممها .	يتسبب فطر <i>Sclerotium cepivorum</i>	العفن الأبيض (White rot)	البصل
لين قواعد الأوراق عند موضع قطعها .	<i>Botrytis</i> تتسبب الفطريات التابعة للجنس <i>Botrytis Allii</i> و <i>Botrytis septopora</i> .	عفن الرقبه في البصل (Neck rot)	البصل
اصفرار قمم الأوراق وذبولها من أعلى إلى أسفل .	يتسبب المرض عن فطريات مثل <i>F. oxysporum F. cepae</i> أهمها فطر <i>F. oxysporum F. cepae</i> وهي فطريات تعيش في التربة .	العفن القاعدي في البصل (Basa rot)	البصل
بثرات صغيرة دقيقة الملمس حمراء برتقالية .	يتسبب المرض عن فطر <i>Puccinia porri</i>	(Rust) الصدأ	البصل
بقع بيضاء صغيرة ذات مركز أرجواني .	يسببه الفطر الناقص <i>Alternaria porri</i>	التبقع الأرجواني والسطة في البصل (Purple blotch & scald)	البصل
إصابة الأوراق وإعطائها لون أسود .	فطر <i>Alternaria alternaria</i> <i>Stemphylium boryosum</i> .	عفن الورقة في البصل	البصل
مسحوق تفحمي أسود .	الفطر <i>Aspergillus niger</i>	(العفن الأسود)	البصل