الباب الثاني

الفطريات Molds

الفطريات تنمو على الطعام وتعرف بمظهرها الزغبي أو الوبري أو القطني التي تتلون في بعض الأحوال حيث يتغيرلونهاإلى اللون الداكن واللون ينتج لتكثف الجراثيم الملونة وظهورها على السطح الذي ينمو علية الفطر, وعادة الغذاء المصاب بالعفن يكون غير صالح للأكل.

بينما الفطريات تسبب تلف كثير من الأطعمة والأغذية إلا أن هناك أنواعا منها مفيدة في تصنيع بعض أنواع من الأطعمة أو كمكون من مكونات هذه الأطعمة, ومثال ذلك بعض أصناف الجبن التي يقوم الفطر فيها بعملية التسوية مثل جبن الريكفورت والكاممبرت Roquefort and Camembert.

وقد يستخدم الفطر في عمل أو صناعة بعض الأطعمة الشرقية مثل صلصة الصويا والميزو والسانتي والفطريات قد تستخدم لإنتاج مواد تستخدم في الأطعمة مثل إنزيم الاميليز, وإنتاج حامض الستريك , وقد تستخدم الفطريات نفسها كطعام مثل الأصناف غير السامة من عيش الغراب هذا وتنتج بعض الفطريات مضادات حيوية يستفيد منها الإنسان في مكافحة كثير من الأمراض.

وصف الفطريات الخواص المورفولوجية

الوصف العام للفطريات يتضمن الشكل والتركيب الظاهري وكذلك ميكروسكوبيا حتى يمكن تمييز الفطر وتقسيمه.

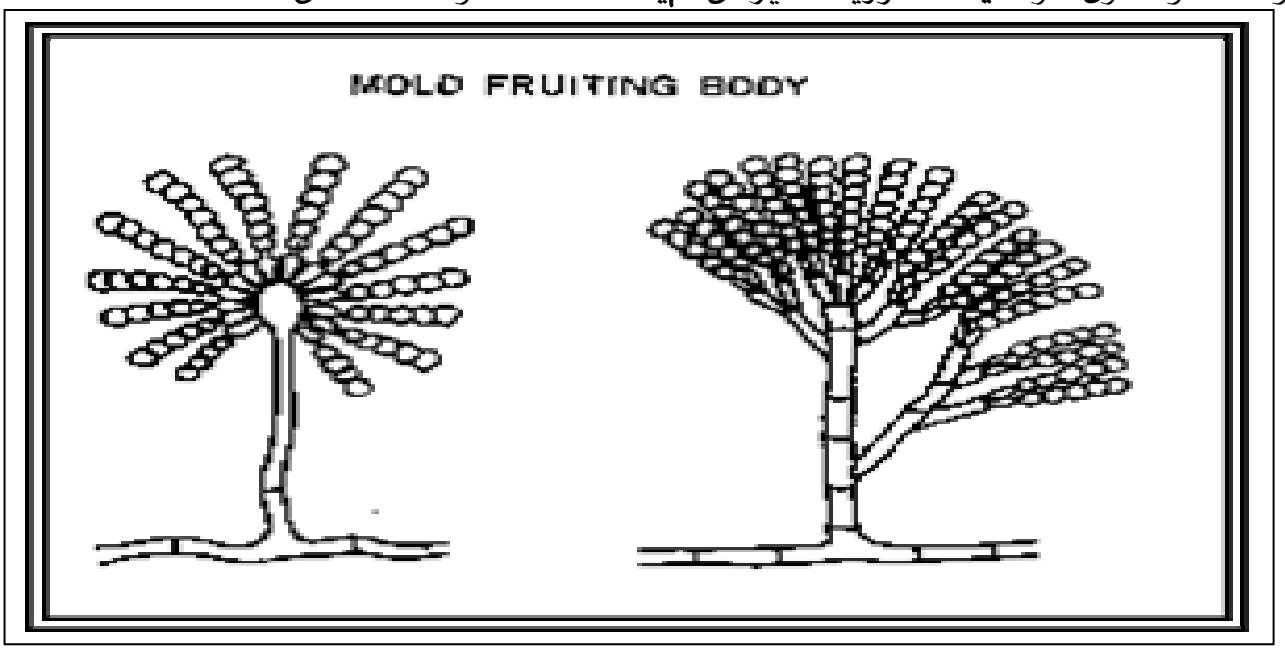
الفطريات خالية من الكلوروفيل وهي من النباتات الثالوسية أي لا تتميز إلى جذور وسيقان وأوراق ونظرا لخلوها من الكلوروفيل فهي غير ذاتية التغذية فتعيش رمية أو طفيلية وبعضها يعيش معيشة تعاونية. الفطر يتكون من كتلة من الخيوط المتفرعة والتي تسمى بالهيفات (مفرد هيفا) وهذه الكتلة في مجموعها تسمى بالميسليوم، والهيفا إما أن تكون نامية بداخل الأطعمة (مدفونة أو مغروسة فيها) أو قد تنمو هوائيا على سطح الغذاء. والهيفات تقسم إلى:

1- هيفات خضرية وهي التي تمد الفطر بالغذاء

2- الهيفات الجنسية وهي الخاصة بالتكاثر وحفظ النوع من الاندثار وهذه تكون دائماً معرضة للهواء وتنمو على السطح والهيفات أما ممتلئة وناعمة المظهر أو رفيعة ومجعدة المظهر, وهناك أنواع قليلة من الهيفات تكون ما يسمى بالسكلروتيا (خلايا حجرية) Sclerotia فرد سكلروتيم Sclerotium وهي عبارة عن هيفا متطورة عادة غليظة الجدر و عليه تقاوم الحرارة والظروف السيئة عن باقي الميسليوم الموجودة به ولهذا السبب فهي مهمة في بعض الأغذية المعاملة بالحرارة.

والفحص الميكروسكوبي يساعد في تعيين نوع الفطر حيث إن هناك مجموعتين من الهيفات.هما:

1. الهيفات تكون مقسمة بحواجز مما يجعلها عديدة الخلايا وتسمى في هذه الحالة Septate.
2. هيفات غير مقسمة حيث تظهر الهيفا بشكل أسطواني لا يوجد بها حواجز أي عبارة عن خلية واحدة عديدة النويات وتسمى Nonseptate.الهيفا دائماً رائقة واضحة تحت الميكروسكوب إلا بعض الأنواع تكون غير رائقة وداكنة وهي تبدو عديمة اللون وشفافة وتكون ملونة في حالة رؤية كثير من الهيفات ككتلة واحدة(شكل1).



شكل(1) الهيفات المقسمة وغير المقسمة في الفطر

التكاثر في الفطريات

تتكاثر الفطريات بطريقتين هما:

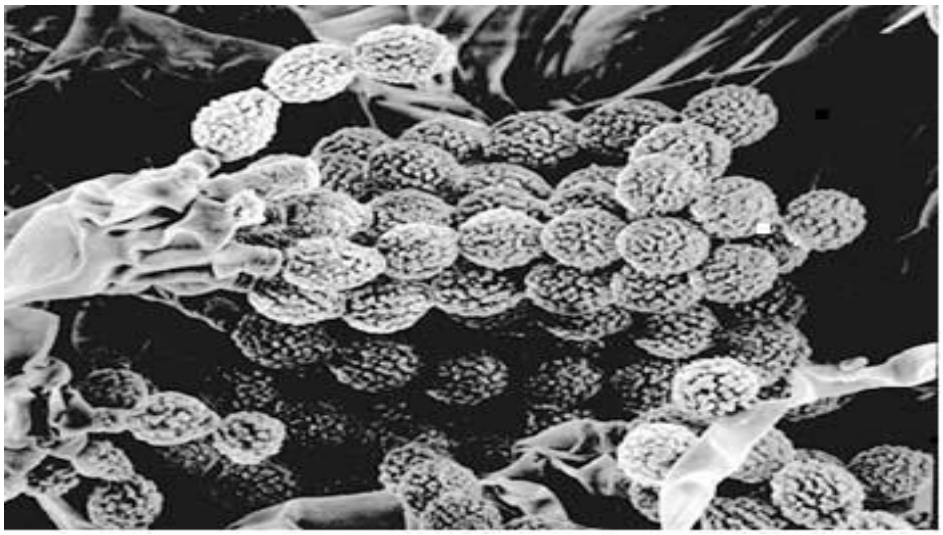
1- التكاثر اللاجنسي:

ويتم إما خضرياً بتجزؤ الهيفات وانفصالها, ثم ينمو كل منها ويتكون ميسليوم جديد,أو يحدث بتكوين جراثيم داخل أكياس خاصة تعرف بالأكياس الجرثومية وتسمى جراثيم اسبورانجية أوأنها تتكون على حوامل خاصة تعرف بالحوامل الكونيدية,أوانها تتكون من هيفات تختزن مباشرة مثل الجراثيم الكلاميدية(خلية تخزن مواد غذائية وتحيط نفسها بجدار سميك)

2- التكاثر الجنسي:

يأخذ مجراه بطرق مختلفة ويستخدم الطريقة التي تتكون بها الجراثيم الجنسية كقاعدة أساسية

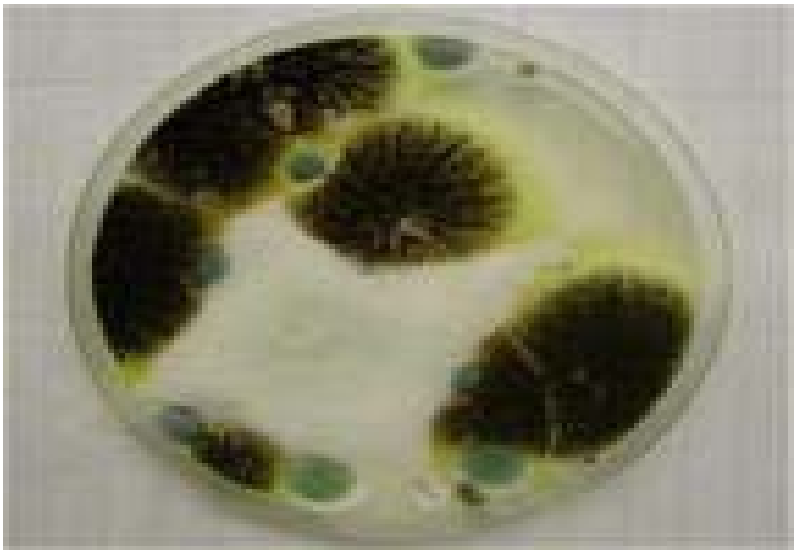
في تقسيم الفطريات ومن الجراثيم الجنسية الجراثيم البيضية Oospores والجراثيم الزيجية Zygospores والجراثيم الأسكية Ascospores والجراثيم البازيدية(شكل2).



شكل(2) التكاثر الجنسي في الفطر

الصفات المزرعية:

المظهر العام للفطر بعد نموه على الطعام كاف لمعرفة جنسه. بعض الفطريات يكون نموها هشا وبعضها يكون نموها لاصقا بالمادة النامية عليها، بعضها يظهر بشكل ناعم قطيفي المظهر(شكل3) والآخر جاف ومسحوقي كالبودرة والآخر شكله جيلا تيني لزج، بعضها محدود النمو والآخر منتشر على كل الغذاء وهناك نموات يمكن معرفة نوع الفطر مباشرة مثل *Aspergillus niger* و الصبغات الموجودة في الميسليوم (أحمر,أصفر, بني, رصاص,أسود .. الخ) تميز نوع الفطر كذلك الصبغات للكميات الكبيرة من الجراثيم اللاجنسية مثل(الأخضر– الأخضرالمزرق– الأصفر– البرتقالي–الأحمر–البني–الرصاصي– الأسود). ومظهر الفطر النامي على الأجار من السطح الأسفل يظهر مدهشاً مثل اللون الأزرق المسود أو الأخضر المسود للسطح الآخر لفطر *Cladosporium*



شكل(3) شكل نمو الفطريات على البيئة.

الخواص الفسيولوجية للفطريات

الخواص الفسيولوجية يمكن مناقشتها هنا باختصار شديد.

1- الرطوبة

يحتاج الفطر لأقل نسبة من الماء للنمو تقل عن الخميرة والبكتيريا ويتوقف الحد الأدنى من الرطوبة لنمو وتكاثر الفطر على عوامل كثيرة مثل نوع الفطر ونوع ومقدار المواد المنحلة خارج الخلية وطبيعة تركيبها فمثلا إذا انخفضت نسبة الرطوبة في وسط ما إلى أقل من 14 أو15 ٪ فإن نمو الفطر يتوقف كما هو الحال في المواد الغذائية المجففة (فاكهة- خضر- سمك- بيض- قمح- شعير- ذرة الخ). وقد وجد أن نسبة الرطوبة المثالية لنمو الفطر هي 18 ٪.

2- الحرارة

معظم الفطريات من نوع الـ Mesophilic محبة لدرجة الحرارة المعتدلة أي أن معظمها ممكن أن تنمو على درجة الحرارة العادية. درجة الحرارة المثلى لها من25–30 °م ولكن هناك ما ينمو جيداً على درجة35إلى37°م أو أكبر من ذلك مثل أنواع من جنس *Aspergillus* وهناك أنواع تنمو على درجة حرارة التبريد, وهناك أنواع تنمو على درجة حرارة التجميد من–5 إلى–10°م, وأعداد قليلة جداً هي من نوع Thermophilic المحبة لدرجات الحرارة العالية.

3- الأكسجين ودرجة الحموضة pH

الفطريات جميعها هوائية أي أنها تحتاج إلى الأكسجين في نموها وهذه حقيقة واقعة لجميع الفطريات التي تنمو على الأطعمة. ينمو الفطر بصورة طبيعية في وسط حامضي (pH=3.5إلى4.5) كما توجد أنواع أخرى تتمكن من العيش في وسط يتراوح رقمه الهيدروجيني بين5.2 و 8.

4- الاحتياجات الغذائية

تتغذى الفطريات دائما على جميع أنواع الأطعمة سواء البسيطة منها أو المعقدة التركيب حيث أن أغلب الفطريات تفرز أنواعا عديدة من إنزيمات التحلل حيث تنتج إنزيمات(الاميليز- البكتينيز- البروتينيز- الليبيز).

5- المواد المثبطة للنمو Inhibitors

يتأثر نمو الفطر بوجود مواد كيماوية مثبطة للفطريات Mycostatic أي تثبط نمو الفطر مثل حمض السوربيك Sorbic acid والبروبيونات Propionates والخلات أو الاسيتات Acetates, ويتميز نمو الفطر بكونه بطيئاإذاما قورن بنمو كل من البكتيريا والخمائر لذلك فإن الفطر يتنحى عندما تكون الظروف ملائمة لنمو البكتيريا والخمائر وعند تحسين الظروف المناسبه لنموة فسرعان ما يكون سريعا وغزيرا ويتمكن الفطر من مقاومة الضغوط الأسموزية العالية ،وهو بذلك يتحمل أكثر مما يمكن لكل من الخمائر و البكتيريا مقاومته، فيعيش في وسط غذائي ذي تركيز من السكر يبلغ حوالي50٪ – 60 ٪ وتفاديا لنمو الأنواع الضارة من الفطريات في الشربات والمربيات فإنها تحفظ في تراكيز من السكر تتراوح ما بين60- 70٪

تقسيم الفطريات

تقسم الفطريات إلى أربعة أصناف هي:

1- **الفطريات الناقصة** *Deuteromycetes (Fungi Imperfecti)*

هيفاتها غير مقسمة، تتكاثرلاجنسياً فقط

2- الفطريات الطحلبية *Phycomycetes*

هيفاتها غير مقسمة وتقسم إلى مجموعتين:

أ) فطريات بيضية *Oomycetes*

ب) فطريات زيجية *Zygomycetes*

3- الفطريات الأسكية *Ascomycetes*

هيفاتها مقسمة والجراثيم الجنسية توجد داخل كيس أسكي به 8 جراثيم أسكية.

4- الفطريات البازيدية *Basidomycete*

هيفاتها مقسمة, ترتبط جراثيمها الجنسية المسماة بالجراثيم البازيدية بواسطة عنق بتركيب لحمي يسمى بازيديوم. Basidium.

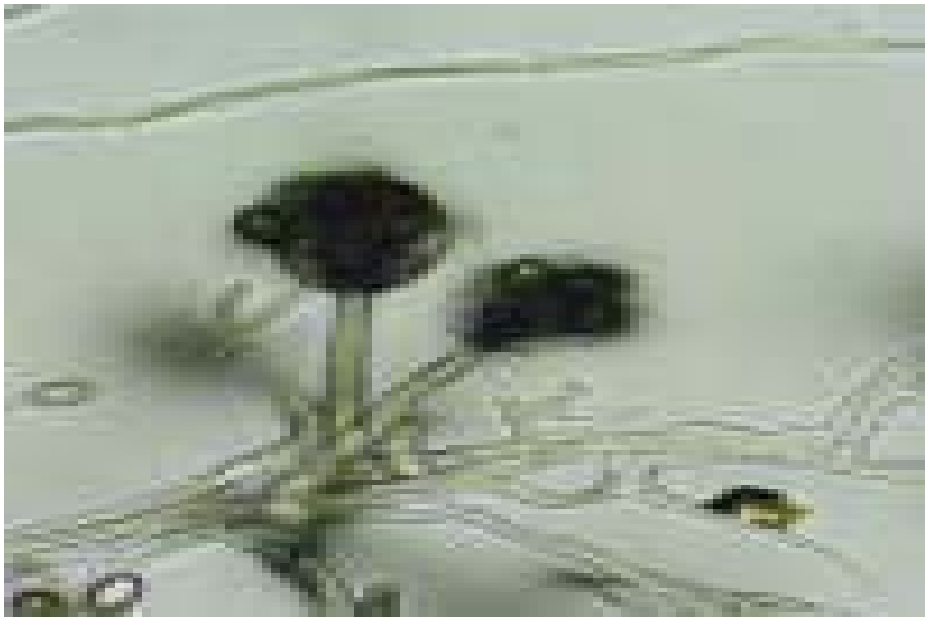
فطريات العفن ذات الأهمية في صناعة الأغذية

1- **جنس** *Mucor*

يتلف بعض الأغذية ويفيد في صناعة بعضها الآخر, ويكون نمواً زغبياً أبيض كثيفاً على الأغذية ثم يتبقع هذا النمو بالأسود وأهم أنواعه *M. roxii, M. rasemosus* ويستخدمان في تحويل النشا إلى سكريات بسيطة وذلك بواسطة الأنزيمات التي تفرزاها, ويستخدم*M.roxii* في إنضاج جبن جاميلوست Gamelost.

2- **جنس** *Rhizopus*

يتميز هذا الجنس بأن جراثيمه تكون داخل حافظة جرثومية Sporangium وعند النضج يتحول لونها إلى الأسود,أهم أنواعه *R. nigricans*(شكل4)يسبب عفن الخبز الأسودBread mold كما أنه ينمو على كثير من الأغذية كالفواكه والخضر وخاصة البصل ويكون عليها نموا زغبيا أسود



شكل(4) الشكل المجهري لـــ *Rhizopus nigricans*

3- **جنس** *Thamnidium*

تتلف هذه الأعفان الأغذية المبردة وخاصة اللحوم المحفوظة في الثلاجة وأهم أنواعه *T. elegans*

4- **جنس** *Aspergillus*

أفراد هذا الجنس تسبب فساد كثير من الأغذية كما أن بعض سلالاته تستخدم في الصناعة لإنتاج بعض الأحماض والأنزيمات أهم الأنواع التابعة لهذا الجنس هي:-

1- النوع *Aspergillus niger*: يكون نموات سوداء اللون على الأغذية، يفسد الأغذية الطازجة والمبردة .يستخدم في الصناعة لإنتاج حمض الستريك(شكل5).

2- النوع *Aspergillus repens*: ينمو في الحليب المكثف المحلى ويكون كتلا تشبه الأزرار على سطح المنتج داخل العلبة.

3- النوع *Aspergillus glaucus*: يسبب فساد اللحوم والفاكهة والخضر بتكوينه مستعمرات خضراء اللون عليها.

4- النوع *Aspergillus fisheri*: أعفان تقاوم درجات الحرارة المستخدمة لمعاملة الأسماك ولهذا يعزل من السمك المعامل حرارياً حيث يسبب فسادها

5- النوع *Aspergillus flavus* (شكل6) والنوع *Aspergillus parasiticus* : تنمو في الأغذية وتكون سموما فطرية Mycotoxins مثل سم الـ Aflatoxin حيث تسبب التسمم الغذائي

شكل(5) *Aspergillus niger*

شكل(6) *Aspergillus flavus*

5- **جنس** *Penicillium*

هذا الجنس منتشر بكثرة في الأغذية وأهم أنواعه هي:

1- النوع *P. expansum* يسبب فساد الفاكهة والخضر ونموه أخضر اللون.

2- النوع *P. italicum* يسبب تعفن البرتقال ولون نموه أزرق.

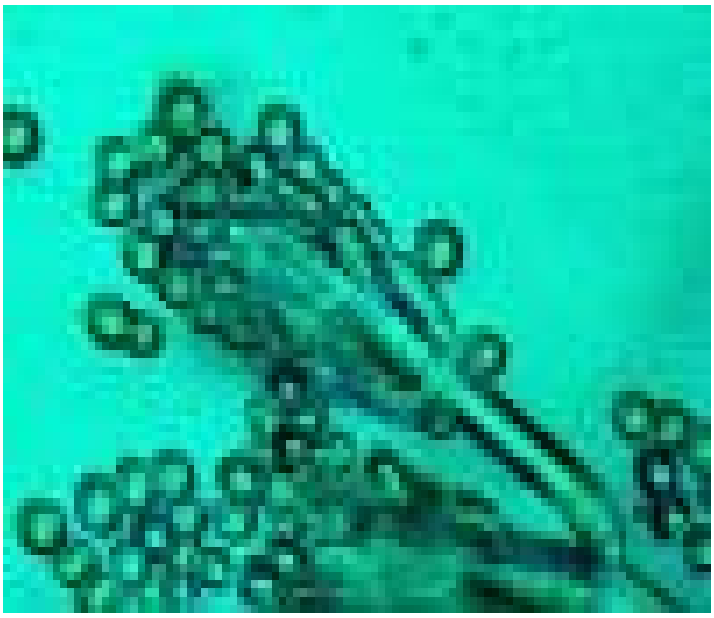
3- النوع *P. notatum* يستخدم لإنتاج البنسلين ويسبب التعفن الأخضر للفواكه (شكل7)

4- النوع *P. chrysogenum* يستخدم في إنتاج البنسلين وينمو على الأغذية.

5- النوع *P. digitatum* يسبب فساد الطماطم والفواكه الطرية نموه زيتوني اللون.

6- النوع *P. camemberti* يستخدم في تصنيع الجبن الكاممبرت Camembert.

7- النوع *P. roqueforti* يستخدم في تصنيع جبن الريكفورت Roquefort.



شكل(7) الشكل المجهري *Penicillium notatum*

6- **جنس** *Trichothecium*

ينمو على الفواكه ويسبب فسادها خاصة الخوخ والتفاح ويكون لون نموه أحمر خاصة النوع *T. roseum*

7- **جنس** *Geotrichum*

ويطلق على هذه الفطريات بالفطريات شبيهة الخمائر مثل الخمائر الغشائية Yeast like fungi (سيأتي الحديث عنها) وأهم أنواع هذا الجنس هو النوع *G. candidum* (Oidium lactis) حيث ينمو على منتجات الألبان ذات الحموضة المرتفعة كالألبان المتخمرة ويكون عليها كتلة بيضاء متماسكة ويعمل على أكسدة حامض اللاكتيك إلى ثاني أكسيد الكربون والماء وبذلك يخفض حموضة اللبن وعند ذلك تنمو البكتريا المحللة للبروتين وتعفنه كما أنه ينمو في بعض الأجبان ويفسدها ويستخدم أيضا في إنضاج بعض الأجبان كجبن لايمبورجر Limburger .

8- **جنس** *Neurospora* (*Monilia*)

يفسد عصير قصب السكر المعد لاستعماله لصناعة السكر, ويسبب التعفن الأحمر في الخبز Bloody bread وأهم أنواع هذا الجنس النوع *N. citophila*.

9- **جنس** *Sporotrichum*

وينتمي إليه العفن *S. carnis* الذي ينمو على اللحوم المبردة وينتج عن ذلك بقعا بيضاء اللون.

10- **جنس** *Alternaria*

عفن مألوف يسبب تلف المواد الغذائية مثل *A. citri* الذي يسبب تعفن الحمضيات.