علم البكتريا (نبات ٥)
الفرقة الثالثه تربيه
(شعبه العلوم البيولوجيه والجيولوجيه)
إعداد وتأليف
أ.د/ وسام محمد علي سالم
أستاذ البكتيريولوجي – كليه العلوم – جامعه جنوي الوادي

علم الميكروبيولوجي
Microbiology

قال الله تعالى ” "وَمِنْ آيَاتِهِ خَلْقُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَمَا بَثَّ فِيهِمَا مِنْ دَابَّةٍ وَهُوَ عَلَى جَمعِهِمْ إِذَا يَشَاءُ قَدِيرٌ" (الشورى، آية ٢٩)

أهداف وحدة الميكروبيولوجي

- تقسيم وتصنيف البكتريا بشكل كامل
- الحصول علي بنك من البكتيريا يمكن الرجوع لة في أي وقت
- الحفاظ علي الانواع الميكروبية

عند التعامل مع الكائنات الحية الدقيقة يجب أخذ الاحتياطات التامة .حيث أنها قادرة علي إحداث بعض الامراض ومن هذة الاحتياطات

١. أرتداء معطف المختبر دائمآداخل المختبر.
٢. لبس قفازات خاصة باليدين لضمان عدم انتقال أي كائن حي دقيق أو التصاقة بجسم الانسان ثم التخلص منها بعد العمل
٣. قراءة التعليمات الخاصة بكل تجربة بدقة قبل البدء في العمل والتأكد تماماً من معرفة طريقة العمل.
٤. احمل المواد التالفة مثل القاذورات والأوراق المستعملة والأغطية القطنية والاواني الزجاجية وضعها في المكان المعد لها وتوضع الأوساط الغذائية الغير صالحة للأستعمال في المكان المخصص لها ولاتلقي في أحواض الغسيل ولاتترك علي المنضدة أو علي أرض المختبر
٥. لاتفتح صنبور الغاز إلاقبل البدء بالعمل مباشرة وبعد الأنتهاء من استعمال اللهب اطفئة مستعيناً بمفتاح الغاز.
٦. عدم نقل او حمل مزارع بكتيرية او فطرية من أي نوع كان خارج المختبر.
٧. يجب ملاحضة ان النظافة والدقة في العمل مهمان جداً في جميع التجارب لان التعامل سوف يكون مع كائنات حية دقيقة كما ان التلوث قد يحدث بسرعة ومن اقل الاسباب لذلك يجب الاهتمام بجميع المواد المستعملة في المختبر.

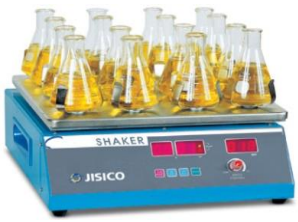
يجب علي الباحث معرفة الادوات المستخدمة في مختبرات علم الأحياء الدقيقة ،لذلك فإن اهم الاجهزة والادوات المستخدمة تشمل الآتي:

- الحاضنات Incubators تستخدم لحفظ الكائنات الحية الدقيقة وتزويدها بدرجة الحرارة الملائمة والمناسبة.

- الأوتوكلاف Autoclave تستخدم للتعقيم .

- ثلاجة Refrigerator لحفظ المواد الكيميائية وبعض الانواع الميكروبية .

- Balances
- Water baths
- PH meter
- Spectrophotometer
- Compound microscopes
- Centrifuge
- Shaker



- اواني زجاجية

- اطباق بتري

- شرائح زجاجية واغطية شرائح

- ابر تلقيح

- مصباح بنزن

المجهر الضوئي

المجهر جهاز يستخدم لفحص وتكبير الأجسام الدقيقة التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة ، والتي تقاس أقطارها بالمليمتر والميكرون . ولذلك يجب أن يتميز المجهر بقوة تكبير بدرجة تكفى لرؤية التفصيلات الدقيقة للأشياء المفحوصة بدرجة عالية من الوضوح وقوة التمييز .

ويمكن تعريف قوة التمييز بأنها أقصر مسافة ممكنة للرؤيا الواضحة بين نقطتين بحيث تبدو كل نقطة منفصلة عن الأخرى بوضوح وليست مندمجة معها .

تركيب المجهر الضوئي :-

يتكون المجهر من قاعدة مثبت عليها ذراع Limb ، ومثبت على الجزء العلوي من الزراع أنبوبة Tube يمكن تحريكها حركة رأسية بواسطة ضابطين :

أ - ضابط تقريبي Course adjustment

ب- ضابط دقيق Fine adjustment

وتعتبر أنبوبة المجهر هي الجزء الرئيسي فيه ، حيث يثبت في طرفها العلوي العدسات العينية Ocular lens ذات قوة التكبير ١٠ مرات عادة (X 10) ، ويثبت في طرفها السفلي العدسات الشيئية Objective lens الذي يتراوح عددها بين ٢-٥ عدسات ، ولكن يوجد في العادة ثلاث عدسات شيئية هي :-

الأولى : قوة صغرى ذات تكبير ١٠ مرات (X 10) ٠

الثانية : قوة كبرى وقوة تكبيرها ٤٠ مره (X 40)٠

الثالثة : تكبيرها ٩٥ -١٠٠ مره (X 100) وتعرف بالعدسة الزيتية Oil immersion٠

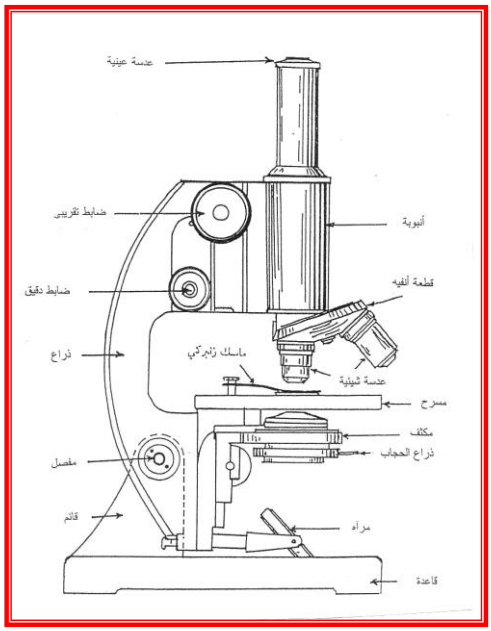
وتركب العدسات الشيئية على قرص يعرف بالقطعة الأنفية Nose piece يتحرك حركة دائرية بحيث يجعل إحدى العدسات الشيئية على امتداد أنبوبة المجهر وفوق مصدر الضوء بحيث تكون العدسة جاهزة لفحص العينة في الشريحة.

أما مسرح المجهر Stage فيوجد على الجزء السفلي من الزراع ، ويوجد في منتصف المسرح فتحة تسمح بمرور الضوء إلى الشريحة . كما يوجد على المسرح ماسكين Clips لتثبيت الشريحة الزجاجية عند الفحص ، أو أن يزود المسرح بمحرك ميكانيكي يمكن تحريكه في أربع اتجاهات مختلفة .

ويوجد أسفل المسرح مصدر ضوئي موجه إلى داخل أنبوبة المجهر ، وكذا مكثف لتوجيه الضوء باتجاه العينة ، وهذا الأخير مزود بحجاب Diaphragm للتحكم في كمية الضوء المتجه إلي العينة وذلك بواسطة ضابط خاص ٠

ويمكن حساب قوة تكبير المجهر من المعادلة :-

قوة تكبير المجهر = قوة تكبير العدسة العينية × قوة تكبير العدسة الشيئية



شكل (١) : المجهر الضوئي

الاحتياطات الواجب مراعاتها عند استعمال المجهر :-

١- التأكد من نظافة جميع العدسات ٠

٢- الاحتراس من اتساخ أجزاء المجهر وخاصة العدسات بأي من محاليل التحميل أو الصبغ المستعملة ، وإذا حدث واتسخت العدسات الشيئية فيمكن تنظيفها باستخدام الزيلول ثم تجفف بسرعة٠

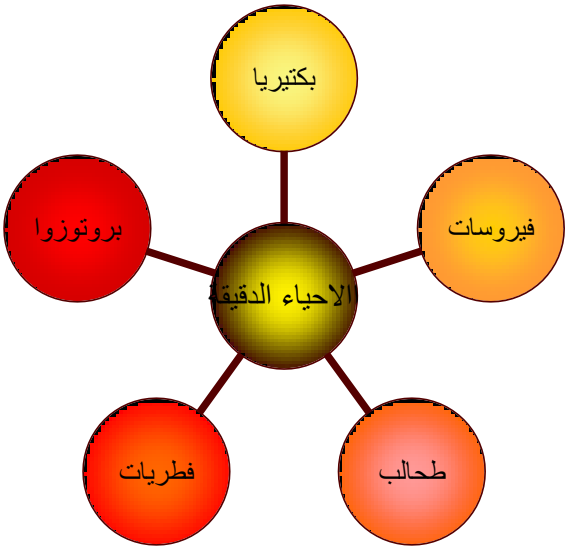
٣- تستخدم العدسة الشيئية الصغرى (10 X) في ضبط الضوء ، وتوضع الشريحة على مسرح المجهر بحيث يكون التحضير في مسار الضوء من المكثف إلى الشيئية ٠

٤- يتم تحريك أنبوبة المجهر إلى أسفل باستخدام الضابط التقريبي ببطء ، بحيث تكون العدسة الشيئية الصغرى على بعد حوالي ٥مم من التحضير ، ثم يستخدم الضابط الدقيق في رؤية معلم التحضير ، يمكن بعد ذلك استبدال العدسة الصغرى بالعدسة الكبرى وذلك بإدارة القطعة الأنفية واستعمال الضابط الدقيق فقط لرؤية تفاصيل التحضير٠

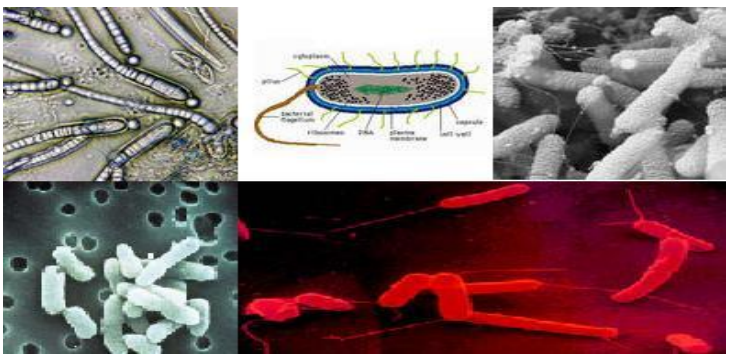
٥- يجب التأكد من وضع غطاء الشريحة (Cover) على التحضير عند الفحص بالعدسة الشيئية الكبرى ٠

٦- يجب وضع قليل من زيت خشب السيدر Cedar - wood oil في حالة استخدام العدسة الشيئية الزيتية (100 X) وبحيث تكون العدسة ملامسة للزيت . حيث أن زيت السيدر يزيد من مقدار الفتحة العددية ٠

تجنب غمض إحدى العينين عند الفحص المجهري لأن ذلك يضعفها٠



البكتيريا Bacteria



البكتريا والوضع التقسيمي للكائنات الحية الدقيقة

البكتريا Bacteria

خصائص البكتريا :

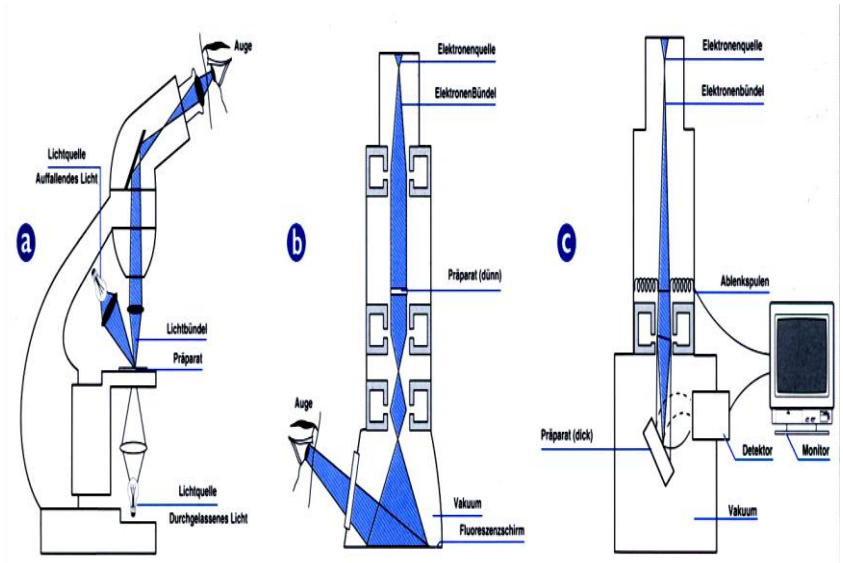
البكتريا عبارة عن كائنات حية دقيقة لا ترى بالعين المجردة بل تحتاج الى ميكروسكوب ذي قوة تكبير عالية لمشاهدتها وتتكاثر بالانقسام الثنائي البسيط Binary Fission ولا تحتوى على بلاستيدات خضراء وحتى الأنواع القليلة منها والتى تحتوي على كلوروفيل فانه لا يوجد داخل بلاستيدات خضراء ، وتحتوى مادة نووية عبارة عن كروموسوم غير محاط بغشاء نووى وتتميز البكتريا بالصفات الأربع الهامة التى تتصف بها الأحياء جميعها وهى النمو والتنفس والتكاثر والتغذية .

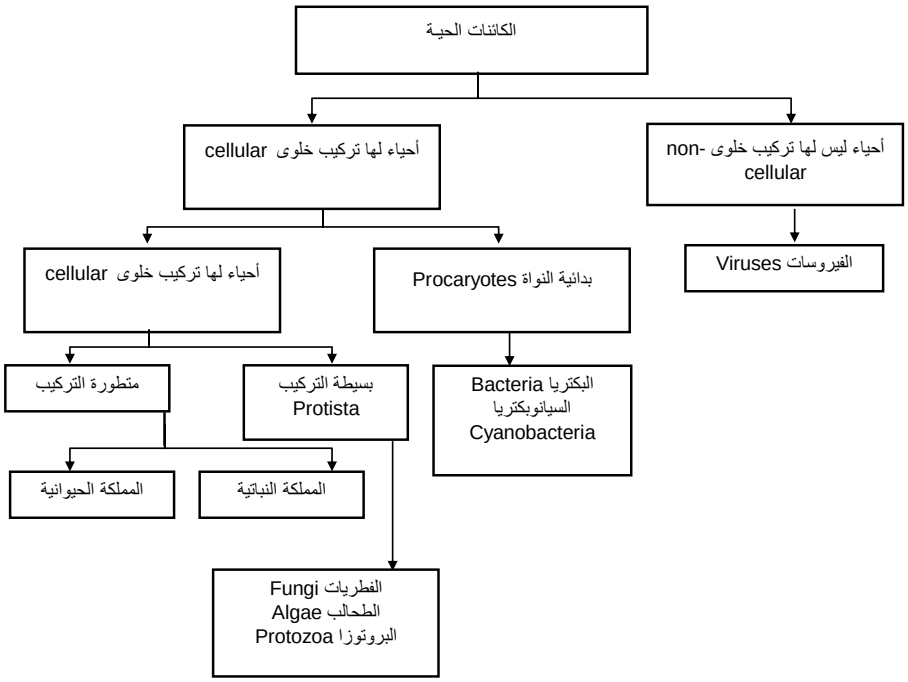
- **أماكن وجود البكتريا :**
- البكتريا تعتبر أكثر الكائنات الحية إنشاراً فهي توجد فى التربة الزراعية بأعداد كبيرة تصل إلي ١٠٠ مليون بكتريا فى الجرام الواحد أو أكثر ويقل العدد مع العمق ويحتوى الماء الصالح للشرب على أقل من ١٠٠ ميكروب فى ١ سم ماء واللبن الممتاز غير المبستر يحتوى كل سم٣ منه على ٥٠ ألفا ميكروب كما تحتوى المخلفات الحيوانية على بلايين البكتريا.
- وتوجد البكتريا فى الجو الى ارتفاع يصل الى ٧ كم من سطح الأرض والى عمق يصل الى ٥ كم تحت سطح البحر ويقل العدد مع الارتفاع أو العمق كما توجد البكتريا فى المياه العذبة والمالحة وفى مياه الينابيع الساخنة والأماكن الخالية من البكتريا قليلة وهى :
- ١- دم الانسان والحيوان السليم ٢- أنسجة الجسم السليمة ٣- فوهات البراكين النشطة
- ٤- المواد الكيميائية القاتلة للبكتريا مثل الأحماض والقلويات ٥- الأوانى والأدوات المعقمة

الوضع التقسيمي للبكتريا بين الكائنات الحية :

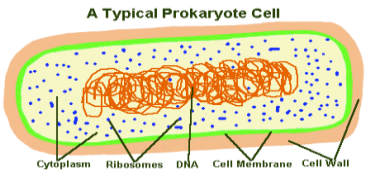
منذ زمن بعيد قسم علماء البيولوجيا الكائنات الحية إلى مملكتين هما المملكة الحيوانية والمملكة النباتية حيث تختلف الحيوانات عن النباتات فمثلاً تحصل الحيوانات على مصدر الكربون والطاقة من المواد العضوية ولها القدرة على الحركة ولا تحتوى الخلايا الحيوانية على البلاستيدات الخضراء فى حين تحصل النباتات على الطاقة من ضوء الشمس وتحصل على الكربون من ثانى أكسيد الكربون وتحتوى خلاياها على البلاستيدات الخضراء التى تقوم بعملية التمثيل الضوئى ، وعندما اكتشفت الكائنات الحية الدقيقة كان يتم توزيع هذه الأحياء الدقيقة على أحدى المملكتين حسب الصفات المميزة لكل كائن فمثلا كانت الطحالب تضم الى المملكة النباتية لإحتوائها على البلاستيدات الخضراء ، وكذلك تم ضم الفطريات والبكتريا الى المملكة النباتية بالرغم من عدم إحتوائها على البلاستيدات الخضراء ولكن على أساس تشابة جدارها الخلوى مع الجدار الخلوى للنبات، وتم ضم البروتوزوا إلى المملكة الحيوانية لشابه كثير من الصفات بينهما ، وفى كثير من الأحوال كان يصعب ضم بعض الكائنات إلى إحدى المملكتين، ولقد أدى ذلك إلي إقتراح مملكة ثالثة تسمي مملكة البروتستا Protistae وضموا إليها الكائنات الحية الدقيقة ، ومن الواضح أن هذه المملكة تضم كائنات تشبة الحيوانات فى بعض الصفات وكائنات تشبة النباتات وكائنات تشبة الاثين معا ، والشيء الذى يتميز به أفراد مملكة البروتستا هو بساطة تركيبها وإن كانت بعض كائنات البروتستا وحيدة الخلية وبعضها متعدد الخلايا إلا أن جميعها يتميز بصفات بسيطة وأولية مقارنة بالحيوانات والنباتات الراقية.

وقد أدى ظهور الميكروسكوب الالكترونى ، فى منتصف القرن العشرين، إلى إكتشافات هامة فى التركيب الداخلى للخلايا ، وأوضحت الدراسات أنه يمكن تقسيم الكائنات الحية جميعها إلي مجموعتين بناء على تركيبها الخلوى فالخلية الأكثر تعقيدا وتطورا وتحتوى على نواة حقيقية تسمى مجموعة Eucaryotes وتشمل الحيوانات والنباتات الراقية وكذلك الفطريات والطحالب والبروتوزوا ، أما إذا كانت الخلية بسيطة التركيب وتحتوي على نواة بدائية (عبارة عن مادة نووية منتشرة فى سيتوبلازم الخلية وغير محاطه بغشاء نووى) فتسمى مجموعة Procaryotesوتضم البكتريا والسيانوبكتريا (السيانوبكتريا كانت تعرفا سابقا بالطحالب الخضراء المزرقة) .





البكتيريا
Bacteria



- **البكتريا (Bacteria) كائنات وحيدة الخلية تنتمي إلى مجموعة من البدائيات**
- **و هي صغيرة جداً لدرجة انه إذا صف ١٥٠٠ من بكتيريا النوع المسبب لمرض التيفوئيد ، طرفاً لطرف ، لا يتجاوز حجمها حجم رأس الدبوس .**
- **و يتراوح طول خلية البكتيريا بين ٣-١٠ميكرون ١/١٠٠٠ملم ، و هي لا ترى بالعين المجردة ، و لكن يمكن رؤيتها خلال المجهر المركب ،**
- **تعيش البكتيريا في كل مكان تقريباً على سطح الأرض ،**
- **و هي ذات أشكال مختلفة ، فهي : إما عصويَّة أو كروية ، أو حلزونية .**
- **يتركب جدار الخلية في البكتيريا من مواد بروتينية و كربوهيدراتية ،**
- **و لا تحتوي النواة فيها على غشاء نووي ، و لا نوية ، بل توجد المادة الوراثية على شكل شريط من جزيء (D.N.A.) داخل السيتوبلازم .**
- **تستطيع البكتيريا التكاثر خارج جسم الكائن الحي أو في أوساط اصطناعية تحتوي على مواد غذائية .**

التعرف علي الانواع البكتيرية

- بعدعزل كائن بكتيري ما في مزرعة نقية فانة يمكن تحديد نوعة وذلك عن طريق:
- الصفات المزرعية
- مجموعة من الدراسات الظاهرية للخلايا
- الاختبارات الفسيولوجية.
- اختبار القدرة الممرضة للكائن المعزول

الصفات المزرعية
cultural characteristics

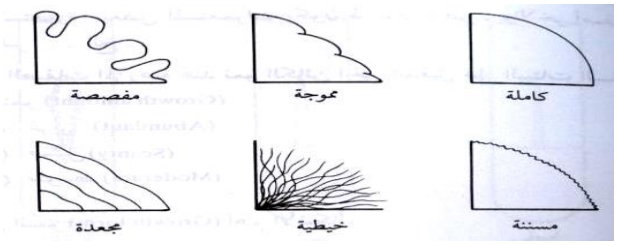
- تعتبر الصفات المزرعية من اهم الصفات التي يشترط دراستها لغرض تصنيف وتقسيم البكتيريات المختلفة
- وتشمل هذة الدراسة وصفآ دقيقآ للنمو البكتيري علي:
- البيئات الصلبة
- البيئات السائلة.

وصف المستعمرات الفردية النامية علي سطوح البيئات الصلبة

١. شكل المستعمرة

تتخذ المستعمرة الفردية لكائن بكتيري معين شكلاً من الاشكال التالية:

٢. أرتفاع المستعمرة:



٣. شكل حافة المستعمرة:

٤. سطح المستعمرة:

- ناعمsmooth
- خشنrough

٥. الصفات الضوئية للمستعمرة

- معتمة لاتسمح بمرور الضوء خلالها.
- نصف شفافة تسمح للضوء بالمرور خلالها مع رؤية غير كاملة للاشياء خلفها

٦.قوام المستعمرة:

- زبدي مثل قوام الزبد
- لزج النمو يعلق بإبرة التلقيح عند ملامستة
- غشائي نمو رفيع متصل مثل الغشاء
- هش نمو جاف يتكسر عند تلامسة ابرة التلقيح

٧. لون المستعمرة:

أبيض-أصفر-أحمر-أخضر.....

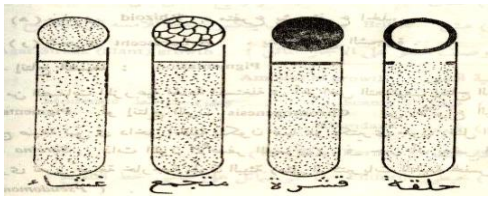
الصفات المزرعية عند نمو الكائن الحي الدقيق علي البيئات السائلة

١. كمية النمو:
- غزير abundant
- ضئيل scanty
- متوسط moderate

٢. النمو السطحي ←

٣. النمو تحت السطح:
- لايوجد
- عكر
- حبيبي

٤. النمو المترسب:
- لايوجد
- راسب متكتل
- راسب لزج

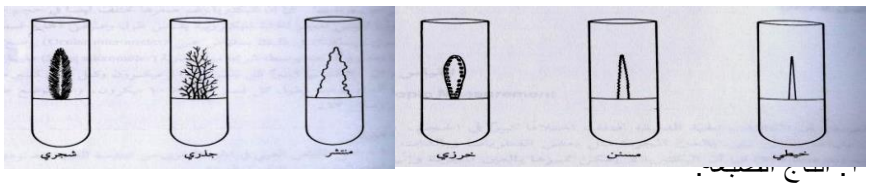


راسب حبيبي
راسب قشري

الصفات المزرعية عند نمو الكائن الحي الدقيق علي الاجار المائل

١. كمية النمو :
- غزير abundant
- ضئيل scanty
- متوسط moderate

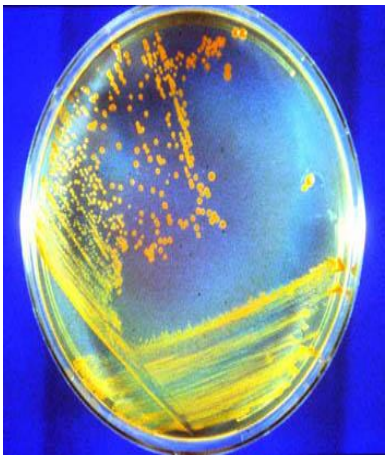
٢. شكل النمو:

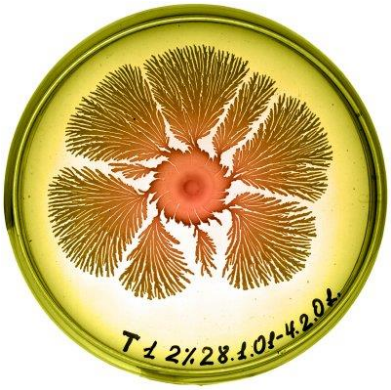


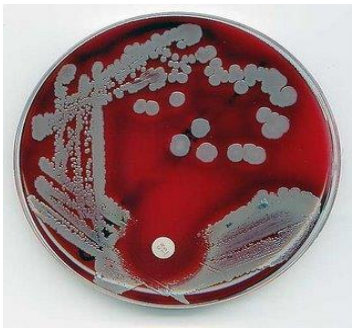
٣. [illegible]

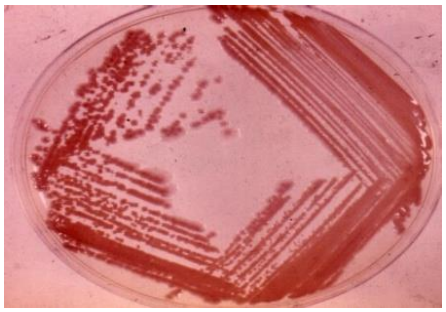
٤. الرائحة.

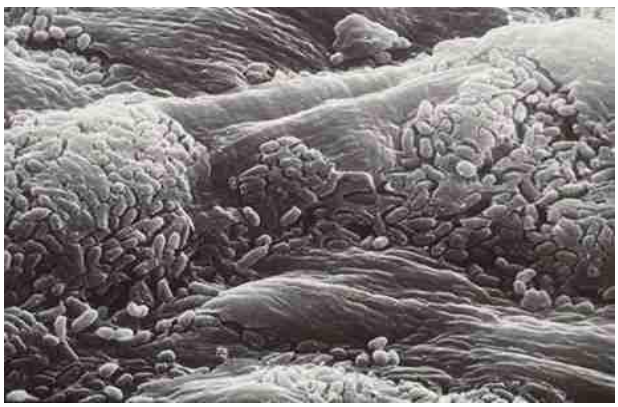
شكل المستعمرات النامية علي سطوح البيئات الصلبة











بَلاَبِينَ الْجَرَاثِيْمْ عَلَى جِلْدُنَا!

تظهر الصور بالمجهر الإلكتروني أن كل واحد منا يوجد بشكل دائم على سطح جلده آلاف الملايين من البكتريا، وهناك أنواع عديدة لها، والعجيب أن كل واحد منا له جراثيم خاصة به!! وقد وجد العلماء أن هذه الجراثيم تتطور وتتغير وتغير شكلها من وقت لآخر حسب الحالة النفسية والفيزيولوجية للإنسان. من هنا ربما ندرك لماذا أمرنا الله بالوضوء قبل
كل صلاة، لأن هذه الجراثيم تتأثر بالماء وتتأثر بالطهارة، فتخف أعدادها بشكل كبير، وتتغير أشكالها من الشكل المؤذي والضار إلى الشكل النافع بمجرد الوضوء، فسبحان الله!

الشكل المورفولوجي للبكتريا ونظم تجمعها

الشكل المورفولوجى للبكتريا

Morphology of the bacterial cell

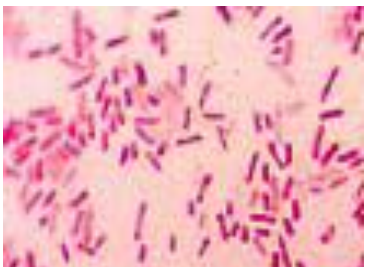
يتضمن دراسة الشكل المظهري للخلية البكتيرية (الشكل المورفولوجي) معرفة شكها وحجمها وطريقة تجمعها وحركتها وعموماً فإن الخلية لا تختلف كثيراً من ناحية التركيب الخلوي عن خلايا الكائنات الأخرى وحيدة الخلية ، ولكن نظراً لصغر حجمها المتناهي فتتم دراستها بالفحص الميكروسكوبي بعد معاملتها معاملة خاصة وذلك باستعمال الأصباغ البسيطة أو المركبة (الصبغات التفريقة) وذلك للتعرف علي أجزاء الخلية المختلفة أو تتم دراستها في تحضيرات جافة غير مصبوغة عند استعمال الميكروسكوب الإلكتروني للتعرف علي الأجزاء والمكونات الدقيقة التي يصعب التعرف عليها بالمجهر العادي .

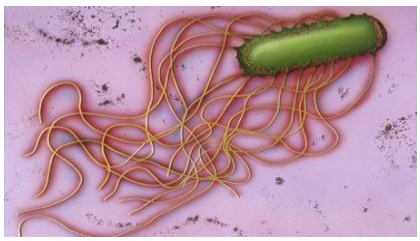
أشكال البكتريا ونظام تجمعها Cell shape aggregation

تنحصر أشكال البكتريا المختلفة في الأقسام التالية

أولاً : الشكل الكروي Spherical: واسمه العلمي *Cocci* (ومفردها *coccus*) والبكتريا الكروية قد تكون مستديرة تماماً كما في جنس *Micrococcus* أو ليست مستديرة تماماً فتأخذ الشكل البيضي Oval أو الشكل الكلوى Kidney shape أو الشكل الأهليجي Ellipsoidal وعادة ما يكون طول الخلية الكروية مساو لعرضها .

وتتميز البكتيريا الكروية عن بعضها حسب قابليتها للصبغ بطريقة جرام فمنها الموجب لجرام والسالب لجرام ، وتبعا لحركتها فمنها المتحرك وغير المتحرك ، وبعضها ينمو تحت ظروف هوائية أو اختيارية والبعض تحت ظروف لاهوائية كما تتميز عن بعضهما أيضا حسب نظام تجمعها نتيجة لطريقة انقسامها





١- إذا انقسمت الخلية الكروية مكونة خليتين ملتصقتين ببعضهما يقال أنها خلايا زوجية *Diplococcus* وتكون الخلايا مفلطحة عند أماكن الاتصال Flattened أو منحنية فتظهر الخلايا بشكل الكلية Kideny ومن أمثلة الميكروبات الكروية التي تتواجد غالباً في أزواج :

Deplococcu

- أزواج سالبة لجرام ممرضة للانسان مثل *Neisseria menengitidis* يسبب الالتهاب السحائي للمخ ، أما جنس *Azotobacter* يتميز خلاياه بأنها كروية أو بيضاوية في أزواج سالبة لجرام وتثبت أزوت الهواء الجوى تحت ظروف هوائية
- أزواج موجبة لجرام هوائية أو هوائية اختيارية مثل *Leuconostoc*

٢- إذا استمر الكائن البكتيري في الانقسام في نفس المستوي وكانت الحواجز العرضية المتكونة متوازنة فإن التجمع الناتج على هيئة سلسلة Chain أو سبحي ويسمي *Streptococcus* وطول السلسلة المتكونة يعتبر من الصفات المميزة للأنواع المختلفة فقد يكون التجمع في سلاسل قصيرة أو سلاسل طويلة. ومن أمثلة الميكروبات الكروية التي توجد في سلاسل قصيرة ميكروب *Streptococcus lactis* المسبب لحموضة اللبن

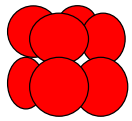
Tetracoccus

Streptococcus

٣- وعندما تنقسم الخلية الكروية في مستوى واحد مكونة خليتين ينقسمان بدورهما في مستوى عمودي على الأول فانه تتكون مجموعة من أربع خلايا ويسمي هذا التجمع رباعي *Tetracoccuc* مثل جنس *Pediococcus* الذي يكون كبسولة تسبب اللزوجة Ropy and Viscous في بعض المشروبات .

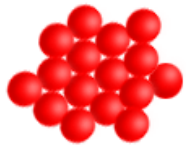
٤- وإذا حدث الانقسام في ثلاثة اتجاهات متعامدة فانه ينتج من ذلك تجمع خلايا فى شكل رزمة مكعبة Cubic packets ويسمى هذا التجمع Sarcina أمثلتها: أفراد جنس الـ *Sarcina* وتتواجد فى التربة ومنها أنواع ممرضة للإنسان حيث تصيب الأمعاء أما ميكروب *Sporosarcina urea* من الكرويات المتجرثمة ويحلل اليوريا . :

Cubic packets



5- وإذا حدث الانقسام فى مستويات مختلفة فانه يتكون مجموعة تشبة عنقود العنب وهذا ألتجمع يعرفا باسم Clusters أو عنقودي ومن أمثلتها *Staphylococcus aureus* المسبب للدمامل والتسممات وهو من الميكروبات الموجبة لجرام .

Staphylocoques

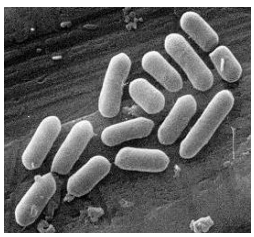


ثانيا : الشكل العصوى Rod-shaped: وأسمه العلمى *Bacilli* (ومفردها *Bacillus*) لها طول وعرض لذلك فهى تقسم الى عصوى قصير Short Rods طولها يقرب من عرضها مثل أجناس *Salmonella* و *Shigella* وكلاهما ممرض للانسان وجنس *Erwinia* وهو ممرض للنبات أو عصوى طويل Long rode وهذا يبلغ الطول من ٣ الى ١٠ أمثال العرض مثل اجناس *Clostridium, Bacillus* وطرف البكتيريا العصوية قد يكون مستوى Square cut أو مستدير Rounded . أما من حيث استقامة البكتريا العصوية فقد تكون مستقيمة وقد تكون مقوسة أو تصل الى الانحناء . والبكتيريا العصوية منها المتجرثم ومنها غير المتجرثم . وتتميز البكتريا العصوية على أساس تفاعلها مع صبغة جرام فمنها الموجب ومنها السالب .

البكتيريا العصوية قد تكون مفردة أو تنقسم فى مستوى واحد فقط مكونة سلسلة من الخلايا قد تبقى متصلة فى سلسلة أو فى أزواج . وقد تتجمع فى أشكال مختلفة كما توضح الأمثلة التالية:

١- العصويات المفردة منها السالب لصبغة جرام مثل *Escherichia* والموجبة لصبغة جرام مثل *Methanobacterium*

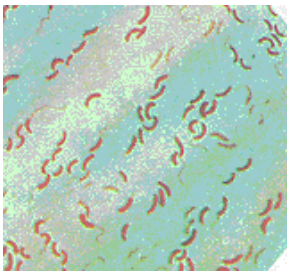
٢- العصويات الزوجية Deplobacillus



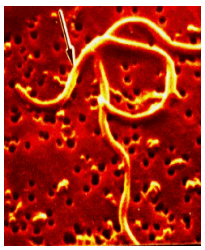
٣- عصويات تتواجد فى سلاسل : متجرثمة مثل *Bacillus*, *Sporolactobacillus*, *Clostridium* وأخري غير متجرثمة مثل *Lactobacillus* .

٤- عصويات تأخذ أشكال متعددة Pleomorphic rods فنجد الخلايا القصيرة والطويلة والمفردة والتي في أزواج وتجمعات مختلفة مثل أجناس *Bacteroids*, *Proteus* أو قد تأخذ الخلايا العصوية أشكالاً غير منتظمة نتيجة التصاق الخلايا بزوايا حادة مع بعض انقسامات مكونة شكل الحروف الصينية Chinese letters ويطلق علي هذا الإنقسام Snapping مثل ميكروب *Corynebacterium* المسبب لمرض الدفتريا في الانسان .

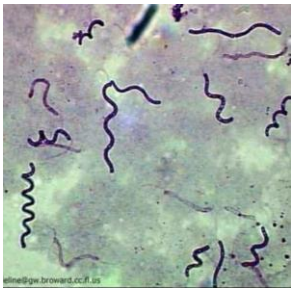
ثالثاً : الشكل الحلزوني Spiral: وأسمه العلمي *Spirillum* وجمعها *Spirilla* وتقسم البكتريا الحلزونية إلي :



• عصويات منحنية Curved rods: تأخذ أقل من لفة كاملة فتظهر بشكل واوي Vibriod, Comma Shaped ومن أمثلتها ميكروب *Vibrio cholera* المسبب لمرض الكوليرا والبكتريا المختزلة للكبريتات التابعة للجنس *Desulfovibrio* وميكروب *Campylobacter jejuni* المسبب للإسهال.



• عصويات تلف فتأخذ الشكل الحلزوني *Spirillum* ولكنها لا تلتف حول خيوط محورية مركزية . وهى ذات جدار صلب Rigid cell wall ولذلك فان الخلايا غير مرنة وهى مفردة وسالبة لصبغة جرام وتتحرك بالأسواط مثل الأنواع التابعة لجنس *Azospirillum*.



- *البكتيريا الحلزونية التابعة لمجموعة الـ Spirochetes هى عصويات ملتفة حلزونيا حول واحد أو أكثر من الخيوط المحورية المركزية Central axial fibrils ، ويختلف طول الخلية باختلاف الأنواع فتتراوح بين ٣ - ٥٠٠ um والبكتيريا ذات جدار مرن والحركة بدون فلاجات ومن أمثلتها Treponema pallidum المسبب لمرض الزهرى للانسان .*

رابعا : الشكل الخيطي :

البكتريا الخيطية تشتمل على مجموعة من البكتيريا تشبة فى أشكالها الكائنات الحية الأرقى مثل الفطريات والطحالب

حجم ووزن البكتريا
طرق حركة البكتريا

التغير في الشكل :

خلايا البكتريا الحقيقية الحديثة النشطة لها شكل مميز ثابت عندما تزرع فى بيئات مناسبة متماثلة ولكن عند تغير الظروف البيئية أو فى المزارع القديمة فان شكل البكتريا يتغير او يأخذ أشكالا غير منتظمة مثل الشكل الخيطى أو حدوث انتفاخ أو استطالة فى الخلية ... الخ لذلك فانه عند وصف نوع من الأنواع البكتيرية يجب أن تثبت الظروف المحيطة بالنمو حيث أن التغير فى هذه الظروف قد يغير فى شكل البكتيريا وصفاتها كما يجب أن يكون الوصف لبكتيريا حديثة العمر اى مأخوذه من مزارع حديثة . عمرها أقل من ٢٤ساعة حيث أنها تحتفظ بصفاتها وشكلها عن البكتيريا المسنة .

حجم البكتريا :

البكتريا الحقيقية أصغر أنواع البكتيريا فى حجمها ونظرا لصغر الحجم فانه يقاس بالميكروميتر Micrometerويرمز له بالرمز µm وهو يساوى ١/١٠٠٠ من الملليمتر والنانوميتر ورمز nmوهو يساوى ١/١٠٠٠ من الميكروميتر وتؤخذ القياسات بواسطة مقياس العدسة العينية Ocular micrometer بالاستعانة بالشريحة الميكروميترية وتختلف البكتريا فيما بينها فى الحجم فمنها الصغير جدا الذى يشاهد بصعوبة بالغة فى بالميكروسكوب المركب فمثلاً *Dialister pnemosintes* وهى بكتريا عصوية طولها من ٠.١٥ -٠.٢ µm وميكروبات عائلة *Enterobacteriaceae* عصويات طولها من ٠.٣ -١.٥ µm وتوجد بكتريا كبيرة مثل *Spirillum volutans* عرضها ١.٥ وطولها ١٠µm وهى من أكبر انواع البكتيريا الحقيقية ويصل طول بعض البكتيريا غير الحقيقية الى ٨٠ µm .

علاقة مساحة سطح الخلية البكتيرية بوزنها :

صغر حجم الخلية البكتيرية له أثره الكبير على الخلية البكتيرية نفسها ويتضح ذلك من أن قيمة النسبة مابين مساحة سطح الخلية ووزنها تكون كبيرة جدا اذا ما قورنت بمثيلاتها فى الأحياء الأخرى وكلما كانت مساحة السطح كبيرة بالنسبة للوزن كلما ازداد معدل تفاعلات التمثيل الغذائى وبالتالى زاد معدل النشاط وكان إمتصاص الغذاء أسرع وهذا يفسر قدرة البكتيريا علي أن تستهلك كميات كبيرة من الغذاء.

ولفهم هذه العلاقة سنفرض المثال التالى :

بفرض أن لدينا مكعب وزنه ٦جرام وأبعاده ١×١×١ سم وبذلك يكون مساحة أسطحه ٦×(١×١)= ٦سم^{٢} وتصبح مساحة السطح الى الوزن أى:

$$\frac{\text{مساحة السطح}}{\text{الوزن}} = \frac{6}{6} = 1$$

إذا قسم هذا المكعب الى ١٠٠٠مكعب متساوى وطول كل ضلع ٠.١ سم فيصبح مساحة سطوح المكعبات الصغيرة الناتجة = ٦×(٠.١×٠.١)×١٠٠٠=٦٠ سم^{٢} والنسبة

$$\frac{\text{مساحة السطح}}{\text{الوزن}} = \frac{60}{6} = 10$$

وهكذا يتضح انه كلما زاد التقسيم كلما زادت مساحة السطح فى الوزن . بتطبيق هذه العملية على الأجسام الحية يلاحظ أن نسبة مساحة السطح الى الوزن في بكتريا *E. coli* تساوي ٥٠٠٠٠وفي الأميبا ٤٠٠ بينما بالنسبة للإنسان فإن هذه النسبة =٠.٢٤ أي أن النسبة في الخلية البكتيرية أكبر ٢٠٠.٠٠٠ مرة من جسم الإنسان .

أن كمية المادة المستهلكة بالنسبة للخلية البكتيرية الواحدة صغيرة جدا بطبيعة الحال ، ولكن إذا ما قورن ذلك بوزن الخلية فإنها ستبدو كبيرة وعلى سبيل المثال فإن البكتيريا المخمرة لسكر اللاكتوز تستطيع هدم كمية كبيرة من هذا السكر تتراوح مابين ١٠٠٠ – ١٠.٠٠٠ مرة قدر وزنها فى خلال ساعة من الزمن وإذا قدر الوقت الذى يقوم الانسان بإستهلاك كمية سكر تعادل ١٠٠٠ مرة قدر وزنه فان ذلك يحتاج الى ٢٥٠.٠٠٠ ساعة ، أى حوالى ٢٨سنة.
وبذلك فان العلاقة مابين سطح الخلية البكتيرية ووزنها يجب أن توضع فى الاعتبار عند تقدير نشاط الخلية البكتيرية إذ أنه كلما صغرت الخلية كلما كبرت مساحة سطحها بالنسبة الى وزنها وكلما زاد نشاطها الحيوى ومعدل امتصاصها وسرعتها فى إحداث التغيرات الكيماوية .

- **المستعمرات البكتيرية : Bacterial colony**
- إذا نمت خلية بكتيرية فى بيئة نصف صلبة أو على سطح بيئة صلبة تكونت (مستعمرة) بكتيرية وهى عبارة عن كتلة من الخلايا البكتيرية المنفردة عددها ملايين من الخلايا يمكن رؤيتها بالعين المجردة فإذا كانت المجموعة على السطح سميت سطحية Surface colony وإذا كانت داخل الاجار سميت مجموعة تحت سطحية Subsurface or Deep colony وهى أكثر اندماجا من المجموعة السطحية .

وقد تنشأ المستعمرة من خلية خضرية واحدة أو من جرثومة واحدة أو من مجموعة من الخلايا وغالبا ما يظهر كل نوع من المستعمرات البكتيرية شكلاً وتركيبا مميزا وتحت ظروف بيئية مشابهة فان مستعمرات النوع الواحد من البكتريا تكون متماثلة في الشكل والتركيب والصفات وهذا يساعد على تمييز أنواع البكتريا بعضها عن بعض غير أن هذه الصفات التى تتغير بتغير البيئة التى تنمو فيها المستعمرة يمكن التحكم فيها باستعمال ظروفا مختلفة للنمو .

حركة البكتريا :

لبعض الأنواع البكتيرية القدرة على الحركة فنجد أن معظم الأنواع العصوية والحلزونية متحركة بينما معظم الأنواع الكروية غير متحركة مثل *Micrococcus* ويمكن مشاهدة الحركة فى البكتريا فى تحضيرات النقطة المعلقة .

أنواع الحركة :

- حركة سابحة بواسطة الأسواط (الفلاجات) Swimming by flagella .
- حركة إنزلاقية Gliding .
- حركة بريمية أو ثعبانية Spiral or Rotary

أولاً : الحركة بالأسواط :

تتم الحركة بواسطة اسواط خاصة تسمى أعضاء الحركة وتعرف باسم الأسواط (الفلاجات) Flagella ومفردها Flagellum وتوجد الفلاجات بكثرة فى البكتيريا العصوية والحلزونية وبقلة فى البكتريا الكروية وعلي ذلك فان البكتيريا التى لها أسواط لها القدرة على الحركة بنفسها بقوتها الذاتية أى أنها تتحرك حركة حقيقة .

والفلاجات عبارة عن خيوط طويلة رقيقة ورفيعة جدا وعادة أطول عدة مرات من الخلية الخارجة منها وسمك الفلاجات تتراوح مابين ٠.٠٢ – ٠.٠٥ ميكروميتر والطول مابين ٦-٩ ميكروميتر وقد يصل فى بعض الأنواع الحلزونية الي ٩٠ ميكروميتر . ويمكن مشاهدتها بالميكروسكوب العادى باستخدام طرق خاصة بالصبغ تتضمن ترسيب مادة غير شفافة تزيد من سمكها بدرجة تسمح برؤيتها بعد الصبغ وعادة ما يستخدم حمض التانيك مع بعض الأملاح المعدنية . وتتركب الفلاجلات من مواد بروتينية تختلف في مكوناتها البروتينية حسب نوع الميكروب أو السلالة. وتنشأ الفلاجلات من داخل الخلية من جسم حبيبي دقيق يقع ما بين الجدار الخلوي والغشاء السيتوبلازمي وتمر في الجدار ثم تمتد خارج الخلية .

توزيع الفلاجلات :

أن عدد الأسواط وتوزيعها في الخلية البكتيرية وأن كان يختلف من نوع إلى أخر إلا أنه ثابت بالنسبة لكل نوع ويعتبر من الصفات المميزة لهذا النوع وبالنسبة لتوزيع الفلاجلات فإن البكتيريا تقسم حسب الجدول التالي :

توزيع الفلاجلات	الاسم العلمي	أمثلـــة
1. عديمة الفلاجلات	Atrocious	*Lactobacillus sp*
2. ذات سوط واحد	Monotrichous	*Vibrato cholera* *Campylobacter sp.* *Bdellovibrio sp.*
3. ذات خصلة واحدة من الفلاجلات فى طرف واحد من الخلية	Lophotrichous (monopolar polytrichous)	*Alcaligenes faecallis* *Pseudomonas sp.* *Chromatium sp .*
4.ذات خصلة واحدة من الفلاجلات على كل طرف	Amphitrichous (bipolar polytrichous)	*Spirilum volutans* *Aquaspirilum sp.* *Oceanospirilhm sp .* *Oceanospirilhn sp.*
5. ذات فلاجلات موزعة بانتظام على محيط الخلية.	Peritrichous	*E. coli, Proteus nirabilis.* *Rhodmicrobium sp .* *Salmon ella sp.*

طبيعة الحركـــــة عن طريق الأسواط :

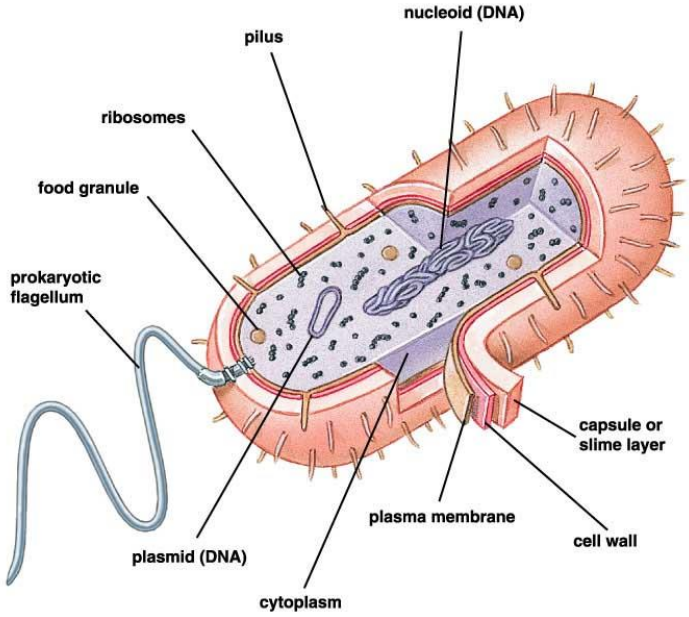
يمكن تشبيه حركة الفلاجلات مثل مروحة رفاص السفينة حيث تتحرك حركة دائرية مسببة تحريك السائل مما يؤدي إلى حركة الخلية في الاتجاه العكسي وفي الظروف المثالية تتحرك الخلية البكتيرية بسرعة قد تصل إلى ٢٠٠ µm /ثانية .

زيادة تركيز المواد الجاذبة أو انخفاض تركيز المواد الطاردة ← زيادة تركيز المواد الطاردة أو انخفاض تركيز المواد الجاذبة

ثانياً : الحركة الانزلاقية :
بعض البكتريا تتحرك انزلاقية gliding وهذه البكتريا لا تحمل أعضاء معينة للحركة ويتميز هذا النوع من الحركة بأنه يكون مصحوب بذبذبات وتموجات لجسم الخلية البكتيرية نفسها ، وتحدث هذه الحركة الانزلاقية فوق الأسطح الصلبة فقط ولا تحدث فى البيئات السائلة .
وأمثلة البكتيريا التي تتحرك هذه الحركة : Cyanobacteria, Myxobacteria

ثالثاً : الحركـــــة البريمية :
تتم هذه الحركة في أفراد رتبة Spirochaetes (بكتريا خيطية حلزونية) ويلاحظ هنا أن الخلايا خالية من الأسواط والحركة بريمية أو ثعبانية في أغلب أجناس هذه الرتبة وتتم الحركة نتيجة حركة دورانية لجسم الميكروب حول محوره مؤدية إلى تقدم الخلية وتأخرها وتحدث هذه الحركة البريمية في الوسط السائل .

صبغ البكتريا



صبغ البكتيريا Bacterial staining

البكتريا كائنات دقيقة عديمة اللون أو شبه شفافة ولذلك فإنه من الصعب رؤيتها في التحضيرات غير المصبوغة من أجل ذلك فإن صبغ البكتيريا يعتبر من العمليات الضرورية حتي يمكن تمييزها عن الوسط الموجودة به وحتي يتسني دراسة الشكل الظاهري والتركيبات الخارجية المختلفة للخلايا مما يساعد على التعرف عليها وعلى تميزها .

الصبغات Dyes

الصبغة عبارة عن مادة كيميائية عضوية ملونة لها القدرة على الاتحاد مع بعض المواد الأخري وإكسابها لوناً معيناً – وأغلب الصبغات المستعملة في الدراسات البكتريولوجية تنتمي إلى مجموعة الأنيلين Anilline مذابة فى الماء أو الكحول وتقسم الصبغات إلى :

١. صبغات حامضية :

ويرجع لونها الى الانيون ، وهذه تتفاعل عادة مع المواد القاعدية بالخلية ومن أمثلة هذه الصبغات الفوكسين الحامضي ، الايوسين ، أحمر الكونجو .

٢. صبغات قاعدية :

ويرجع لونها إلى الكاتيون ، وهذه تتفاعل مع المواد الحامضية في الخلية ، ومن هذه الأصباغ الفوكسين القاعدي والصفرانين والكرستال البنفسجي (الجنسيان) ، أزرق المثيلين، أخضر المالاكيت وللأصباغ القاعدية قدرة كبيرة على صبغ الخلية البكتيرية وخاصة النواة ، وهي شائعة الاستعمال في صبغ البكتيريا .

تحسين كفائة الصبغ

وتضاف بعض المواد لمحلول الصبغة لتزيد من قدرتها على الصبغ مثل الفينول الذي يزيد من قدرة الصبغة على النفاذية بالخلية كما أن استعمال الحرارة يزيد من قوة اتحاد الصبغة بمكونات الخلية وهناك مواد أخري تسمي مرسخات Mordants لها القدرة على أن تكون مع الصبغة مركبات غير ذائبة وترسب على الخلايا وتثبيتها بها فتزيد من القدرة على الصبغ ومن أمثلة هذه المواد حمض التانيك المستعمل في صبغ جدار الخلية واليود المستعمل في صبغة جرام .

تفسير ظاهرة قبول البكتيريا للصبغ Phenomenon of Staining

عموماً فإن الصبغات ، حامضية كانت أو قاعدية ، تتفاعل مع بروتين الخلية ذو الخواص الامفوتيرية ، ويتم الاتحاد بين الصبغة وبين مجموعة الامين أو مجموعة الكربوكسيل المكونة للأحماض الأمينية حسب نوع الصبغة. ويوجد الكثير من النظريات التي تفسر ظاهرة قبول البكتيريا للصبغ وهي مبنية على أساس حدوث تفاعلات طبيعية أو كيماوية أو طبيعية كيماوية .

التفاعلات الطبيعية :

في هذه الحالة يحدث إتحاد طبيعي بين الصبغة والخلية (لا يتكون مركب كيماوي جديد) هذه التفاعلات يمكن أن توضح على أساس : الخاصية الشعرية والأسموزية والامتصاص والادمصاص ... ألخ ، وفي مثل هذه الظروف فإنه يمكن أزالة الصبغة ثانية من الخلايا بغمسها في الماء أو الكحول أو أي مزيل مناسب .

التفاعلات الكيماوية :

وفي هذه الحالة يتكون مركب كيماوي جديد ، ينتج من إتحاد الصبغة بمحتويات الخلية ، ذو خواص جديدة تختلف عن خواص المواد المتفاعلة وفي هذه الحالة فإنه من الصعب استخلاص الصبغة بالمذيبات.

وعموماً فقد لوحظ أن الكثير من التفاعلات التي تتم بين الصبغة ومكونات الخلية ليست كلها طبيعية أو كيماوية ولكنها غالباً ما تجمع بين النوعين .

٢. صبغات قاعدية :

ويرجع لونها إلىالكاتيون ، وهذه تتفاعل مع المواد الحامضية في الخلية ، ومن هذه الأصباغ الفوكسين القاعدي والصفرانين والكرستال البنفسجي (الجنسيان) ، أزرق المثيلين، أخضر المالاكيت وللأصباغ القاعدية قدرة كبيرة على صبغ الخلية البكتيرية وخاصة النواة ، وهي شائعة الاستعمال في صبغ البكتيريا .

تحسين كفائة الصبغ

وتضاف بعض المواد لمحلول الصبغة لتزيد من قدرتها على الصبغ مثل الفينول الذي يزيد من قدرة الصبغة على النفاذية بالخلية كما أن استعمال الحرارة يزيد من قوة اتحاد الصبغة بمكونات الخلية وهناك مواد أخري تسمي مرسخات Mordants لها القدرة على أن تكون مع الصبغة مركبات غير ذائبة وترسب على الخلايا وتثبيتها بها فتزيد من القدرة على الصبغ ومن أمثلة هذه المواد حمض التانيك المستعمل في صبغ جدار الخلية واليود المستعمل في صبغة جرام .

الصبغات البسيطة Simple stains :

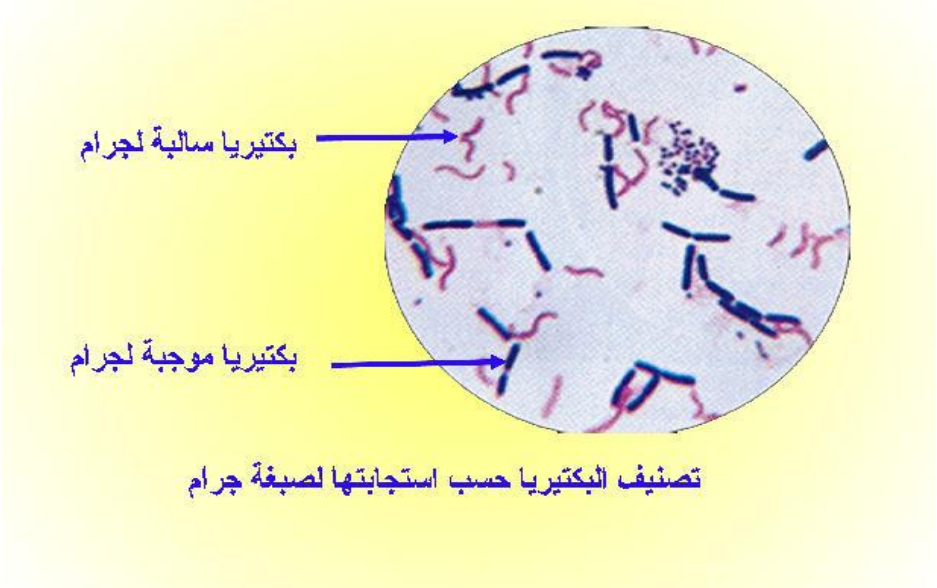
تستعمل هذه الصبغات لتمييز البكتيريا عن الوسط المحيط بها ولبيان شكلها وحجمها وفي هذه الطرق تستعمل صبغة واحدة ويأخذ الميكروب لون الصبغة وذلك مثل الصبغ بكربول الفوكسين أو الصفرانين أو ازرق الميثيلين .

الصبغات التفريقية Differential Stains

في هذه الحالة تستعمل أكثر من صبغة في عدة خطوات متتالية أو في خطوه واحدة، وتستعمل هذه الطرق لأغراض خاصة مثل إظهار الفروق بين الأنواع البكتيرية المختلفة أو بين المكونات المختلفة للخلية ، ويعتبر الصبغ بطريقة جرام Gram Stain من أهم الطرق المستعملة لدراسة البكتيريا والتفرقة بينها إلى مجموعتين تسمي أحدهما موجبة لجرام والأخرى سالبة لجرام.

تصنيف البكتريا حسب استجابتها لصبغة جرام.

تصنيف البكتريا حسب استجابتها لصبغة جرام:-



ويمكن تصنيف البكتريا **حسب استجابتها لصبغة جرام** وذالك نظراً لاختلاف التركيب الكيميائي بين جدر الخلايا في بعض أنواع البكتريا وقد أمكن التعرف على هذه الأنواع بواسطة صبغة جرام (نسبه إلى مكتشفها كريستيان جرام) وهي:

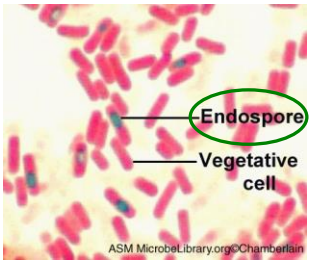
عبارة عن صبغتين إحداهما بنفسجية اللون والأخرى حمراء. حيث:

١. تأخذ البكتريا ***السالبة*** لصبغة جرام اللون ***الأحمر***.

٢. تأخذ البكتريا ***الموجبة*** لصبغة جرام اللون ***البنفسجي أو الأزرق.***

صبغ الجراثيم البكتيرية Staining of Bacterial Spores

تعتبر الجراثيم البكتيرية ذات أهمية كبرى في التصنيف البكتيري للأنواع المختلفة وعادة تحاط الجراثيم بجدار سميك ومتماسك، والجراثيم الداخلية من المعروف أنها بطبيعتها مقاومة لتقبل الأصباغ فالبتالي لا يمكن لطرق الصبغ العادية التي تستعمل في صبغ الخلايا الخضرية للبكتيريا أن تؤدي إلى صبغها، لذلك يستعان بطرق أخرى تستغل الحرارة لتسهيل إدخال الصبغة خلال جدار الجرثومة فإنها تثبت بها ويصعب إزالتها منها، وهنا سيتم صبغ الخلايا البكتيرية بطريقة Shaeffer & Fulton .

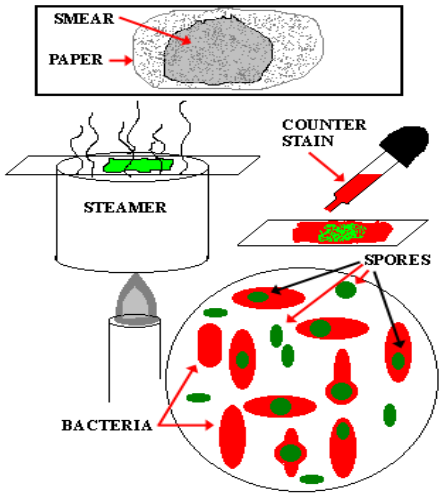


صبغ الجراثيم البكتيرية Staining of Bacterial Spores

طريقة العمل:

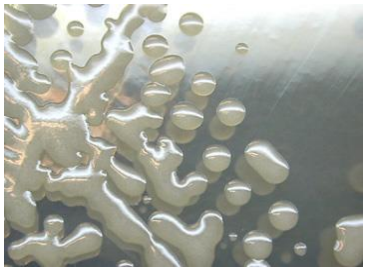
يحضر غشاء بكتيري من مزرعة بكتيرية عمرها ٤٨ ساعة ثم يثبت الغشاء.
يغمر الغشاء بضبغة أخضر الملاكيت وتسخن الشريحة بتعريض سطحها السفلي للهواء الساخن فوق اللهب لمدة من ٤-٥ دقائق مع مراعاة عدم غليان الصبغة وعدم جفافها.
بعد ان تبرد الشريحة تغسل تحت تيار ماء خفيف.
يصبغ الغشاء بصبغة الصفرانين لمدة دقيقة.
يغسل الغشاء تحت تيار ماء خفيف.
تترك الشريحة لتجف.
يفحص التحضير تحت المجهر باستعمال قوة ١٠ ثم العدسة الزيتية (قوة ١٠٠) وزيت السيدر.
لاحظي ظهور الجراثيم الداخلية خضراء اللون في حين أن الخلايا الخضرية المتصلة بالجرثومة تكون حمراء اللون.
وضحي موقع الجرثومة وحجمها.

Staining of Bacterial Spores صبغ الجراثيم البكتيرية



صبغ الغلاف البكتيريCapsule

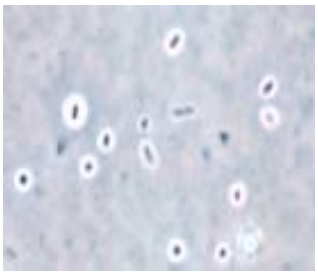
كما هو معلوم فإن بعض الأنواع البكتيرية محاطة بغلاف خارجي سميك مكون مواد كربوهيدراتية معقدة وحمض uronic acid وأحيانا مواد بروتينية، وهذا الغلاف يكون عبارة عن منطقة لزجة يطلق عليه اسم capsule أو الطبقة الخارجية outer layer أو الطبقة الهلامية slime layer، ويختلف سمك هذه الطبقة في البكتيرات المغلفة Encapsulated، وقد لا تتواجد هذه الطبقة كلية فتسمى البكتيرات بالغير مغلفة Nonencapsulated، ومن المعروف أنه يصعب صبغ طبقة الغلاف بالطرق العادية ولذا يفضل استعمال طرق خاصة لصبغ الغلاف ونذكر منها طريقة Anthony

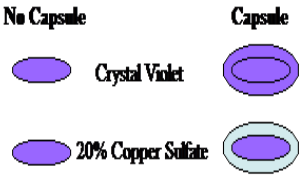


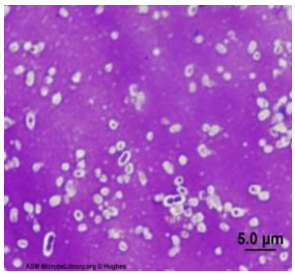
Bacillus anthrasis
capsule colony

صبغ الغلاف البكتيريCapsule

وخطواتها كالتالي :
يحضر غشاء بكتيري لمزرعة حديثة العمر ويترك الغشاء ليجف في الهواء(لاتستخدم الحرارة).
يصبغ الغشاء بمحلول مائي لصبغة الكريستال البنفسجي لمدة ٢ دقيقة.
يغسل الغشاء بمحلول كبريتات النحاس ٢٠% (لايستخدم الماء).
تترك الشريحة لتجف في الهواء تماما.
يفحص الغشاء تحت المجهر.
يوصف مع الرسم الخلايا وما قد يحيط بها من منطقة الغلاف (سوف تظهر الخلايا بلون أزرق غامق بينما تظهر طبقة الغلاف كهالة زرقاء باهتة).

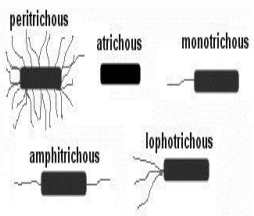


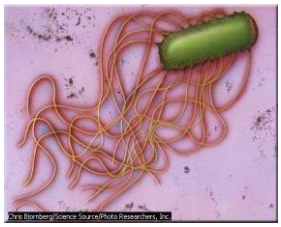


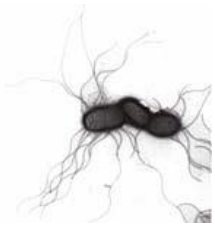


فحص حركة البكتيريا بواسطة القطرة المعلقة
Examination of Bacterial Motility using Hanging Drop Technique

تقسم البكتيريا من حيث قدرتها على الحركة إلى بكتيريا متحركة (motile) وغير متحركة (non motile) ونظرا لوجود أعضاء حركية للبكتيريا المتحركة والتي تسمى الأسواط (flagella) فإن هذه الأنواع البكتيرية تكون متحركة حركة حيوية (vital movement) أو تسمى حركة حقيقية، ويمكن دراسة هذه الأعضاء الحركية بواسطة تحضير القطرة المعلقة (Hanging Drop Preparation) والحركة الحيوية للبكتيريا حركة تقدمية منتظمة. أما الحركة البراونية للبكتيريا (Browanian movement) فهي حركة تذبذبية غير منتظمة للأمام والخلف تحدث لأي جسم سواء كان حيا أو ميتا.
***ملاحظة:** يجب استخدام مزارع بكتيرية حديثة الزرع، لا يتجاوز عمرها ١٨ ساعة لأن البكتيريا تفقد قدرتها على الحركة بتقدم العمر.







فحص حركة البكتيريا بواسطة القطرة المعلقة

Examination of Bacterial Motility using Hanging Drop Technique

طريقة العمل:

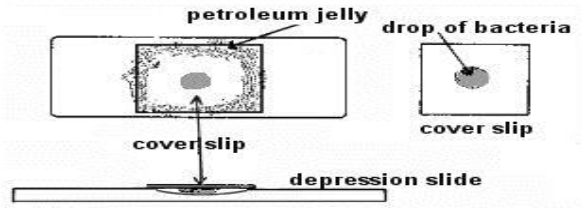
١-ينقل بابرة التلقيح ذات العقدة نقطة صغيرة من المزرعة البكتيرية حديثة العمر نشطة النمو الى مركز غطاء شريحة نظيفة

٢-يوضع في اركان الغطاء نقط صغيرة من الفازلين

٣-توضع الشريحة المقعرة فوق الغطاء ثم تقلب الشريحة باحتراس بحيث تكون النقطة المعلقة في منتصف التقعير بدون ملامسة قاع الشريحة

٤-توضع الشريحة على المجهر ويتم الفحص عند حافة القطرة مع مراعاة تقليل الاضاءة

٥-يوصف مع الرسم حركة وشكل وطريقة تجمع الخلايا مع بيان نوع الحركة



تركيب الخلية البكتيرية

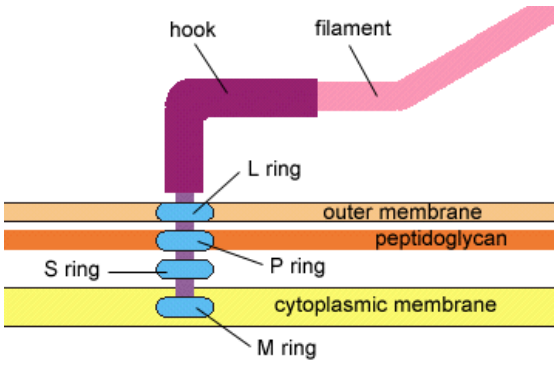
تركيب الخلية البكتيرية
Bacterial cell structure

الخلية البكتيرية متناهية في الصغر ولكن بتقدم وتطور الأجهزة البحرية مثل الميكروسكوبات الضوئية والالكترونية والفلورسنتية والطرق البيوكيميائية فقد أمكن دراسة أجزائها المختلفة .
تتركب خلية البكتيرية من الطبقة السطحية والبروتوبلاست ، وتشمل الطبقة السطحية الفلاجلات والبللي والطبقة اللزجة (الكبسول) وجدار الخلية أما البروتوبلاست فإنه يقع بداخل الجدار الخلوي ويتكون من الغشاء السيتوبلازمي والسيتوبلازم والمادة النووية والمواد المخزنة والريبوسومات والفجوات وكذلك الجراثيم الداخلية في البكتيريا المتجرثمة . والمحتوي المائي للخلية يصل إلى ٧٠-٨٥% من وزنها بينما تتراوح المواد الصلبة من ١٥-٣٠% من وزن الخلية وتزداد هذه النسبة بزيادة المواد المخزنة في الخلية مثل البولي بيتا هيدروكسي بيوترات والبولي سكريات والبولي فوسفات والكبريت . وتتكون المادة الصلبة في الخلية أساساً من البروتين ٥٠% ، جدار خلوي ١٠-٢٠% ، RNA ١٠-٢٠% ، DNA ٣-٤%، اللبيدات ١٠% أما العناصر العشر الكبرى الداخلة في تركيب الخلية فإن نسبتها المئوية في المتوسط ٥٠% كربون ، ٢٠% أكسجين ، ١٤% نيتروجين ، ٨% ايدروجين ، ٣% فوسفور ، ١% لكل من الكبريت والكالسيوم والبوتاسيوم ، ٠.٥% لكل من الماغنسيوم والحديد .

أولاً : الطبقة السطحية Bacterial surface

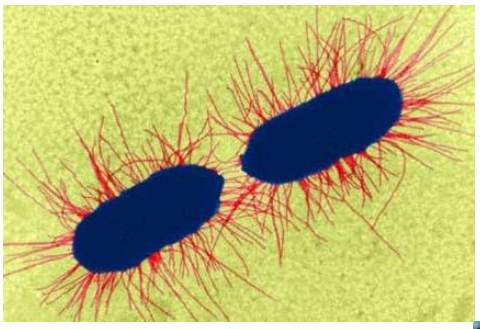
١. الفلاجلات Flagella

هي أعضاء الحركة في الكثير من البكتريا ، وهي عبارة عن أسواط خيطية طويلة مكونة من بروتين من نوع خاص يسمي فلاجلين Flagelin ، وتنشأ الفلاجلات من جسم قاعدي منغرس في الجدار الخلوي والغشاء السيتوبلازمي وتمر في الجدار ليمتد السوط الخيطي طويلاً خارج الخلية.

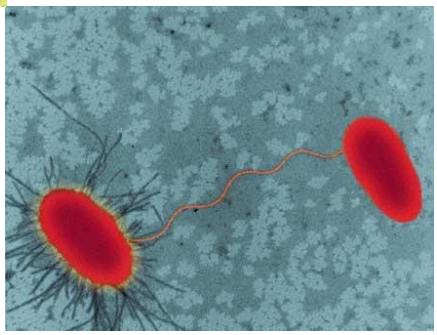


٢. البيلي Pili

وتسمي أيضاً الفمبريا Fimbriae ، وهي عبارة عن زوائد خيطية تنشأ أيضاً من الغشاء السيتوبلازمي ، وهي أقصر في الطول من الفلاجلات وليس لها علاقة بالحركة . وهي مكونة من بروتين خاص يسمي Pilin . ويوجد نوعين من تلك الزوائد . النوع العادي وهو يساعد البكتريا المتطفلة على الالتصاق بسطح النبات أو جلد الحيوان العائل . كما تساعد البكتريا الهوائية على تكوين غشاء على أسطح الأوساط السائلة . والنوع الجنسي ويسمي F –Pili ويلعب دوراً في التزاوج الجنسي في البكتريا conjugation بانتقال المادة النووية – من خلال التجويف الداخلي لهذه الزوائد – من خلية البكتريا المذكرة إلى المؤنثة .



Electron Micrograph of *Escherichia coli* with Pili



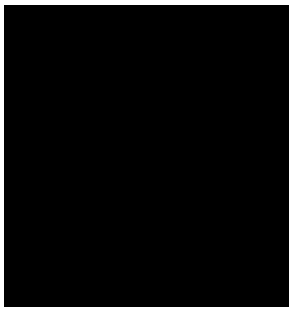
Electron Micrograph of *Escherichia coli* with a Conjugation

٣. الطبقة اللزجة أو العلبة Slime layer or capsule

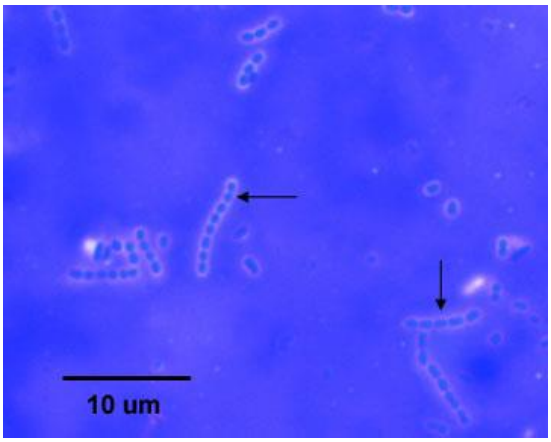
تحاط الخلية البكتيرية بطبقة هلامية لزجة يختلف سمكها بإختلاف النوع فقد تكون غشاء رقيقاً في بعض الأنواع وقد تكون غشاء سميكاً في أنواع أخري وتسمي علبة Capsule اذا كان تركيبها متماسك وقد يصل سمكها إلى أكثر من ضعف الخلية وتحيط العلبة بالخلية المنفردة أو بالسلسلة من الخلايا إذا كان التجمع في سلاسل. وإذا كان تكيبها مفكك فتسمى هلام أو طبقة لزجة Slime وإذا كان تركيبها صلب تسمى الغمد Sheth ولا تصبغ علبة البكتريا في التحضيرات المصبوغة بالطرق العادية حيث تظهر الخلية محاطة بمنطقة غير مصبوغة هي الغلاف لذلك يستعمل لصبغ العلبة طرق خاصة وتتركب مادة العلبة في معظم الحالات من مواد كربوهيدراتية معقدة عديدة السكريات وفي بعض الأنواع تدخل الأحماض الأمينية في تركيبها.

أهمية العلبة

من أمثلة الميكروبات التى تكون العلبة *Leuconostoc mesenteroides* و ميكروب *Streptococcus pneumonia* وأهمية العلبة للخلية أنها تحميها من الظروف البيئية السيئة خصوصاً الجفاف وتلصق الخلايا بعضها ببعض ووجود الغلاف له تأثير واضح على مظهر المزارع البكتيرية ، وللعلبة أهمية كبيرة في حالة الميكروبات المرضية حيث ترتبط القدرة المرضية لهذه الميكروبات بوجود العلبة ويرجع ذلك إلى أن العلبة تحمي الميكروب من هجوم كرات الدم البيضاء والأجسام المضادة بجسم العائل وبذلك يستمر في تكاثره وإحداث المرض كما تفيد في التمييز بين الأنواع وبعضها .



***Diplococci* Surrounded by Capsules**



Note the colorless capsules surrounding the purple *streptococci*.

٤. جدار الخليـــة Cell Wall :

للبكتيريا الحقيقية جدار خلوي عبارة عن غشاء صلب Rigid ويتراوح سمكه ما بين ١٠-٢٠ نانوميتر ويمثل حوالي ٢٠% من الوزن الجاف للخلية . وقابلية الجدار الخلوي للصبغ بالطرق العادية قليلة وبذلك فإنه لا يشاهد إلا باستعمال طرق صبغ خاصة تتلخص في معاملة الخلايا بحمض التانيك الذي باتحاده مع المواد المكونة للجدار يزيد من سمكه ومن قابليته للصبغ والجدار الخلوي في البكتريا الحقيقة صلب قادر على تحمل الاختلاف في الضغط الأسموزي بين محتوي الخلية والوسط الذي يعيش فيه . وقوة الجدار الخلوي ترجع أساساً لوجود تركيب معقد مرتبط مع مركبات أخري يسمي Peptidoglycan وهو مركب من عدد من وحدات متعددة معقدة Heteropolymer بعضها كربوهيدراتية والبعض الآخر أحماض أمينية . والكربوهيدرات الداخلة في تركيبه عبارة عن مركبين هما السكر الأميني N-acetyl glucose amine والآخر هو N-acetyl muramic acid موجودين في تتابع تبادلي مرتبطة ببعضها بروابط بيتا ١-٤ جليكوزيدية . ويجب أن نلاحظ أن المركب الثاني لا يوجد في التركيب الجداري للخلايا الأرقي أي أنه يوجد فقط في تركيب الجدار الخلوي للـ Procaryotic cellومن حيث الأحماض الأمينية الداخلة في تركيب الجدار فهو يحتوي على الأقل على الثلاث أحماض الأمينية alanine, glutamic, diaminopimellic والحامض الأميني diaminopimelic لا يوجد أبدا في تركيب البروتين مما يميز الكائنات Procaryotes عن غيرها من الكائنات وهي صفة تقسيميه هامة .

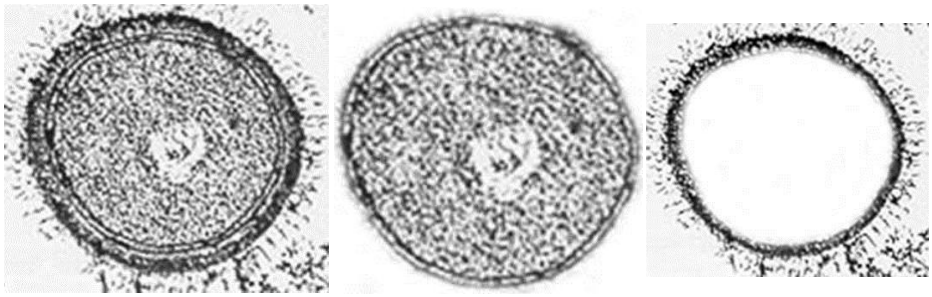
أهمية جدار الخليـــة :

- يحفظ الجدار للخلية البكتيرية شكلها المميز كما أنه نظرا لصلابته يحمي الخلية من الظروف الخارجية ومن الانتفاخ الاسموزى عندما تنمو فى المحاليل الغذائية المنخفضة التركيز.
- يتحكم في نوع الجزيئات التي تمر خلال ثقوبه تبعاً لحجومها ولكن ليس له خاصية النفاذية الاختيارية مثل الغشاء السيتوبلازمي.
- مسئول مباشرة عن إيجابية أو سلبية الصبغ بجرام وهي صفة تقسيميه هامة أخري حيث لا يستطيع الكحول إزالة معقد الجنسيان – اليود في الخلايا الموجبة فتظل محتفظة بلونها البنفسجي بينما يزيل الكحول المعقد من الخلايا السالبة وبالتالي تأخذ اللون الأحمر عند صبغها بالصفرانين أو الفوكسين ومما يؤكد مسئولية الجدار عن نتيجة الصبغ بجرام فإن الخلايا الموجبة تفقد اللون البنفسجي عند معاملتها بواسطة إنزيم Lysozyme (هذا الانزيم يحلل الجدار الخلوي للبكتريا) .
- كما قد تحتوي طبقات الخلية السطحية في بعض البكتريا على حامض المايكوليك Mycolic (حمض دهني به ٩٠ ذرة كربون) وهو المسئول عن الصبغ الصامد للأحماض .
- يجدر بالذكر أن البكتيريا التابعة لأقسام Spirochaetes, Myxobacteriales ليس لها جدار خلوي صلب وتسمى Archeabacteria.

الصفة	البكتيريا الموجبة لجرام	البكتيريا السالبة لجرام
1. شبكة Peptidoglycan	حوالي 90% من الوزن الجاف للجدار الخلوي	حوالي 10% من الوزن الجاف للجدار الخلوي
2. حمض Lysine	يوجد بها	لا يوجد
3. Teichoic acid	يوجد بها	لا يوجد
المحتوي البروتيني والليبيدي	قليل وغالباً أحماض دهنية	تحتوي كميات كبيرة من ليبوبروتين وليبوبولي سكريد التي ترتبط بطبقة البيتيدوجلوكان من الخارج وتمثل أكثر من 80% من الوزن الجاف .

ثانياً : البروتوبلاست Protoplast

إن كل ما يقع بداخل الجدار الخلوي يعرف بإسم البروتوبلاست ويمكن الحصول عليه بالتخلص من الجدار الخلوي للخلية بواسطة التحلل الانزيمي للجدار بإستعمال إنزيم Lysozyme أو بمعاملة الخلايا بمضادات حيوية تمنع تكوين الجدار مثل البنسلين ويتكون البروتويلاست من :



١. الغشاء السيتوبلازمي Cytoplasmic membrane

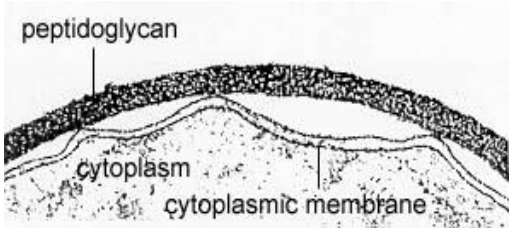
- يلي الجدار الخلوي ويحيط بالسيتوبلازم وسمكه ضئيل جداً لا يزيد عن ٢٠ نانوميتر ويمثل حوالي ١٥% من الوزن الجاف للخلية وتركيبه أساساً من الفوسفوليبيدات والبروتين وهو غشاء مرن جداً.

- الغشاء السيتوبلازمي يظهر في التحضيرات الميكروسكوبية الالكترونية لبعض الميكروبات أنه ليس غشاء بسيطاً ولكنه يحتوي على إنحناءات عديدة داخلة في السيتوبلازم وهذه الانحناءات علاوة على زيادتها للسطح العام للغشاء فتتركز عليها إنزيمات التنفس وتحل محل الميتوكوندريا في الكائنات الأرقي حيث أن البكتريا مثل باقي Procaryotes لا تحتوي على ميتوكوندريا كما يعتقد أن لهذه الانحناءات دور في انتقال الكروموسومات عند انقسام الخلية وعند تكون الجدر العرضية .

- ويظهر الغشاء في تحضيرات الميكروسكوب الالكتروني في شكل ثلاثي الطبقات عبارة عن طبقتين رقيقتين من البروتين بينهما طبقة شفافة من الفوسفوليبيدات .

يلاحظ أن الجدار الخلوي مع الغشاء السيتوبلازمي يطلق علية الغلاف الخلوي Cell envelop

Electron Micrograph of a Gram-Positive Cell



Cell wall

C M

Cell envelop

O

P

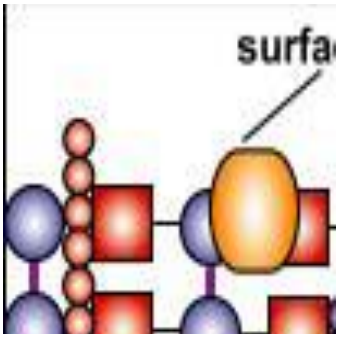
C M

G

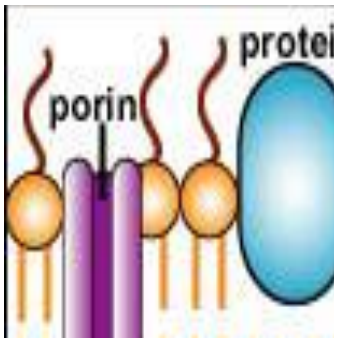
Cell wall

Cell envelop

Electron Micrograph of a Gram-Negative Cell



Electron Micrograph of a Gram-Positive Cell Envelop



Electron Micrograph of a Gram-Negative Cell Envelop

أهمية الغشاء السيتوبلازمي :

- غشاء منفذ إذ يسمح بمرور الماء والمواد المذابة فيه بدرجات مختلفة أي له نفاذية اختيارية Differential permeability وكذلك يسمح بمرور المواد التالفة إلى خارج الخلية لذلك فإن الغشاء السيتوبلازمي يعتبر مسئولاً عن كل عمليات الانتشار الغشائي من الخلية وإليها . ويحتوي على مجموعة إنزيمية تسمي Permeases تنظم تلك العملية .
- يحتوي على الكثير من الإنزيمات الهامة التي تجهزها الخلية كما يحتوي على الانزيمات التنفسية المسئولة عن انتقال الالكترونات في عملية الأكسدة والاختزال وإنزيمات الفسفرة .
- امتدادات الغشاء السيتوبلازمي داخل الخلية تكون الأوعية الحاملة للصبغات الضوئية مثل الكلورفيل البكتيري والكاروتينات في البكتريا الممثلة للضوء .
- يوجد بالغشاء مراكز تضاعف الحمض النووي DNA ومنابت الفلاجلات وتتم فيه كثير من العمليات التخليقية الحيوية مثل تخليق الجدار الخلوي وتكوين الكبسولة .

٢. السيتوبلازم Cytoplasm

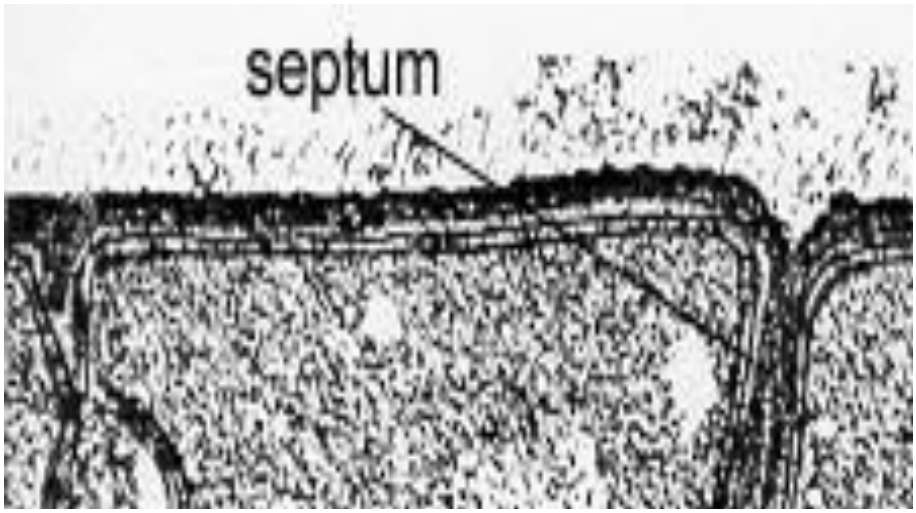
يشبه السيتوبلازم البكتيري سيتوبلازم الخلايا الأخري في صفاته الطبيعية الكيماوية ويتميز بأنه بروتيني غروي ويحتوي على ٧٠-٨٠% ماء كما يحتوي على نسبة عالية من الأحماض النووية أعلي من الكائنات الأخري ويحيط به الغشاء السيتوبلازمي . ويحتوي السيتوبلازم على المواد النووية والريبوسومات ووالأجسام المخزنة.

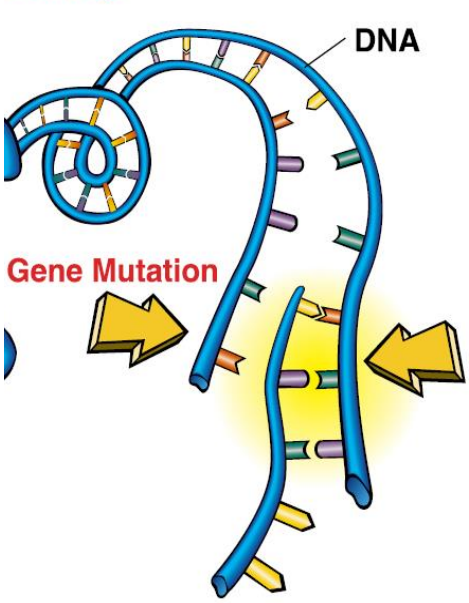
المكونات النووية البكتيرية : وتشتمل على:

أ- المواد النووية البكتيرية :

صغر حجم الخلية البكتيرية ووجود نوعين من الأحماض النووية جعل الإثبات الكيماوي لوجود نواه الخلية صعباً جداً ولكن بمساعدة الطرق السيتولوجية والميكروتكنيك مع استخدام الميكروسكوب الالكتروني فقد أمكن إثبات وجود مواد نووية تنقسم وتقوم بوظائف النواه في نقل الصفات الوراثية كباقي الكائنات الحية الأخرى . وتتكون المادة النووية أساساً من الحامض DNA الذي يتكون من سلاسل طويلة من ديزوكسي نيوكليوتيدات Desoxy nucleotides وهي عبارة عن سكر ديزوكسي ريبوز ، وقواعد نيتروجينية أما بيورين (أدينين أو جوانين) أو بيرميدين (سيتوزين أو ثمين) مرتبطة ببعضها بروابط فوسفاتية في الوضع ٣-٥.

تتميز نواه البكتيريا عن نويات الكائنات الأخري بأنها ككل الكائنات البدائية Procaryotes غير محاطة بغشاء نووى كما أن الخيوط المغزلية لا تتكون عند الانقسام والكروموسوم البكتيريي خيط رفيع ملتف دائري .





ب- البلازميدات Plasmids

البلازميدات عبارة عن تركيبات وراثية غير كروموسومية تتكون من جزيئات صغيرة من الحامض النووى DNA ، في شكل خيطي دائري مزدوج . وهي تتتضاعف مستقلة عن الكروموسوم. والبلازميدات تحمل صفات تمنحها للخلية البكتيرية المحتوية عليها. ومن أهم الصفات الموجودة على البلازميدات مقاومة المضادات الحيوية والسموم والمعادن الثقيلة . وكذلك تكوين بعض التوكسينات وبعض الصبغات ، وتكوين العقد البكتيرية على جذور البقوليات وتكوين بعض التوكسينات وبعض الصبغات ، وتكوين العقد البكتيرية على جذور البقوليات وتكوين بعض التدرنات النباتية بواسطة البكتريا الممرضة للنبات المحتوية على بلازميدات معينة ، وغيرها الكثير من الصفات .

وتستخدم البلازميدات حالياً كأداه لنقل جينات معينة (تحمل صفات وراثية خاصة) إلى الخلايا البكتيرية أو إلي خلايا كائنات راقية لإكسابها صفات محددة فيما يعرف بالهندسة الوراثية .

تكاثر البكتريا

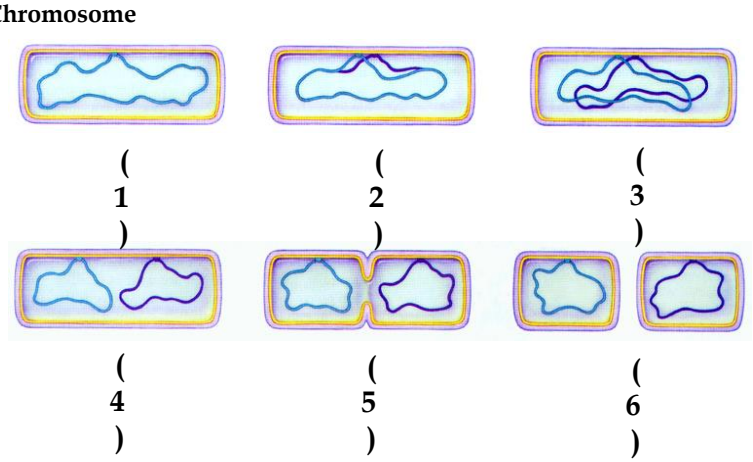
تتكاثر البكتريا بإحدى الطرق التالية:-

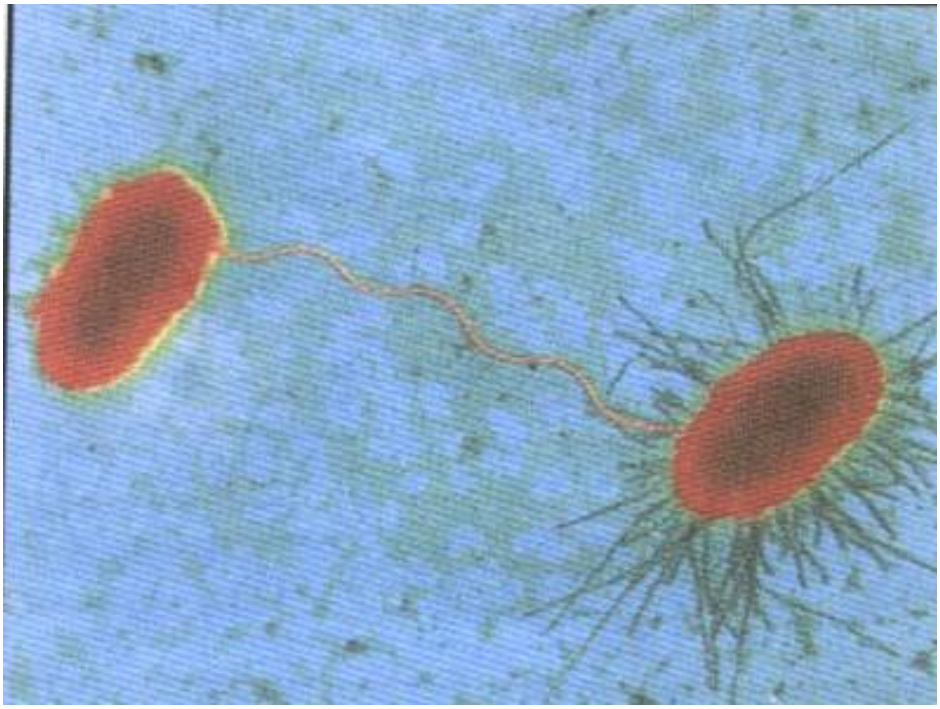
- **الانقسام الثنائي:**
  - ويتم في *الظروف البيئية العادية المناسبة* حيث تتكاثر البكتريا بسرعة هائلة جداً فتنقسم الخلية البكتيرية كل ٢٠دقيقة إلى خليتين متماثلتين.
- **التكاثر الجنسي:**
  - وفيه يتم انتقال المادة الوراثية من خلية مانحة إلى خلية مستقبلية ثم يحدث الانقسام لينتج سلالة جديدة تجمع صفات الخليتين الأصليتين.

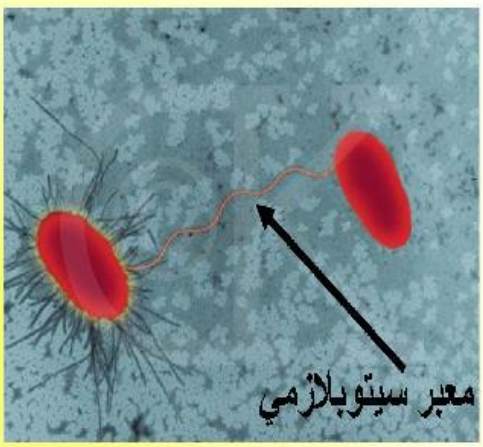
(أ) عملية الانقسام الثنائي البسيط Binary fissionوتتلخص فيما يلي :

١. تضاعف المحتويات الداخلية للخلية مع زيادة طولها .
٢. تضاعف المحتويات الوراثية (الجينوم أو الكروموزوم) .
٣. يتكون بروزان جانبيان متقابلان في الغشاء السيتوبلازمي ويمتدان داخل الخلية ثم يلتحمان ليفصل الخلية إلى جزئين كل منهما يحتوي على جينوم أو الكروموزوم .
٤. ينشطر الغشاء البلازمي الجديد إلى غشائين ليتكون بينهما جدار خلوي من الخارج للداخل .
٥. ينشطر الجدار الخلوي إلى قسمين حتي تصبح الخلية خليتان قد ينفصلا أو يظلا متصلتان ليكونا سلسلة من الخلايا أو تجمعات منها حيث يتوقف ذلك على نوع الميكروب .

الإنقسام الثنائي البسيط







الانقسام الثنائي في البكتيريا

التكاثر الجنسي في البكتيريا

ملاحظة:-

- للبكتريا طريقة تساعدها على حفظ الفرد من *الظروف البيئية غير المناسبة* وهي **تكوين الجراثيم** و**لا** يتم فيه **زيادة عددية** بل تقوم الخلية البكتيرية **بإحاطة نفسها بغلاف سميك** يتحمل الظروف البيئية غير المناسبة لعدة سنوات.
- وعندما تكون الظروف البيئية مناسبة للبكتريا فإن الجراثيم تتحرر لتكون خلايا بكتيرية نشطة.

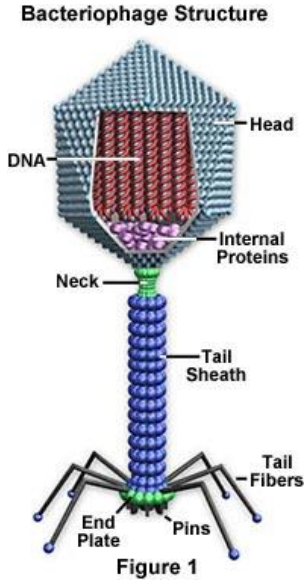


Figure 1

أما بالنسبة للاتحادات الوراثية التي تتم بين الخلايا المختلفة فهي تتم بعدة طرق بين الخلايا المختلفة وراثياً :-

١. التحويل Transformation وفيه ينتقل جزء من المادة الوراثية من خليه لأخري على صورة ذائبة

٢. النقل بواسطة البكتريوفاج Transduction حيث يقوم الفاج بحمل جزء من المادة الوراثية من خلية لأخري .

٣. الاقتران Conjugation ولكي يتم هذا النوع لابد من الاتصال المباشر بين الخلايا .

ويلاحظ أنه عند إنتقال المادة الوراثية من خلية لأخري فإن الخلية المانحة (والتي تمثل الخلايا المذكرة في الكائنات الأرقي) donor هي التي تعطي جزء من مادتها الوراثية للخلايا المستقبلة (تمثل المؤنثة في الكائنات الأرقي) recipient . وفي جميع الأحوال لا يتكون زايجوت من هذه الاتحادات .

منحني نمو البكتريا Growth Curve

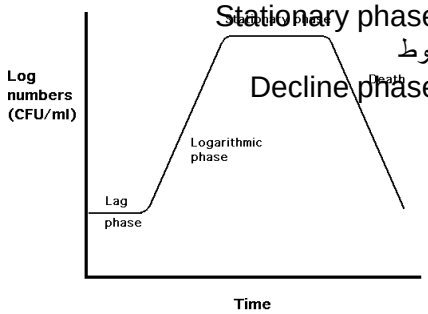
لا تتكـاثر كـل البكتريـا بسـرعة واحـدة حيـث يختلـف عمـر الجيـل time Generation (الفترة التي تمر بين إنقسامين متتاليين) من نوع لآخر حيث يتراوح ما بين ٢٠-٣٠ دقيقة وفي الأنواع البطيئة يتراوح ما بين ٥-٦ ساعات . وعند عمل منحني نمو Growth curve (وهو العلاقة بين لوغارتم عدد الميكروبات على المحور الصادي والزمني على محور السيني) تظهر أربعة أطوار وهى.

(١) الطور اللاجي (طور الركود) Lag phase

(٢) طور النمو اللوغارتمي Logarithmic

(٣) الطور الثابت Stationary phase

(٤) طور الهبوط Decline phase



١- الطور اللاجي Lag phage

يبدأ هذا الطور من بدء التلقيح وفي هذا الطور لا تنقسم الخلايا أو تنقسم ببطء شديد. تزداد البكتريا في الحجم ويزداد تنفسها وتمثيلها الغذائي ويظهر البروتوبلازم متجانس.

٢- الطور اللوغاريتمي Logarithmic

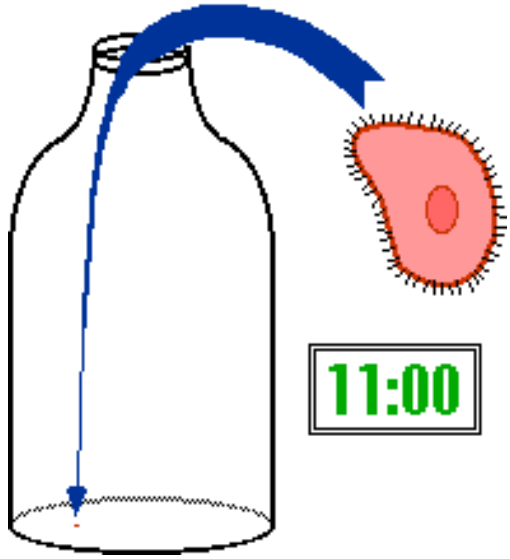
في هذا الطور يكون لوغاريتم العدد مع الزمن خطأ مستقيماً – تصل سرعة التكاثر إلى أقصاها – عمر الجيل ثابتاً – الخلايا صغيرة الحجم ويبقي البروتوبلازم متجانساً وقرب نهايته تظهر الحبيبات في البروتوبلازم.

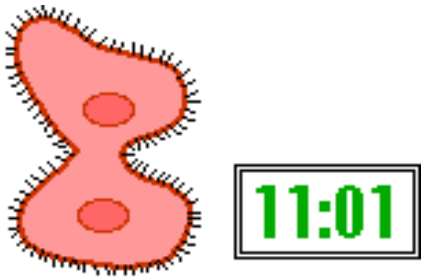
٣- طور الثبات Stationary phase

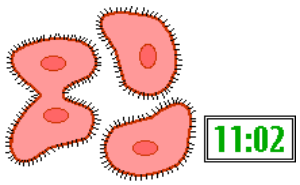
عن نهاية الطور اللوغارتمي يبطء معدل التكاثر حتي يصبح عدد البكتريا في المزرعة ثابت تقريباً . وبذلك تكون الخلايا الجديدة المتكونة مساوية لعدد الخلايا الميتة . تظهر الخلايا متجانسة الحجم والشكل وتبدأ المواد المخزنة في الظهور بوضوح كما تظهر الجراثيم في الأنواع المتجرثمة .

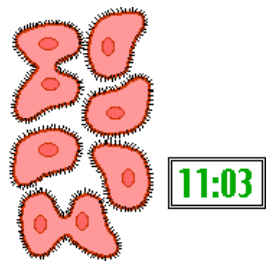
٤- طور الهبوط Decline phase

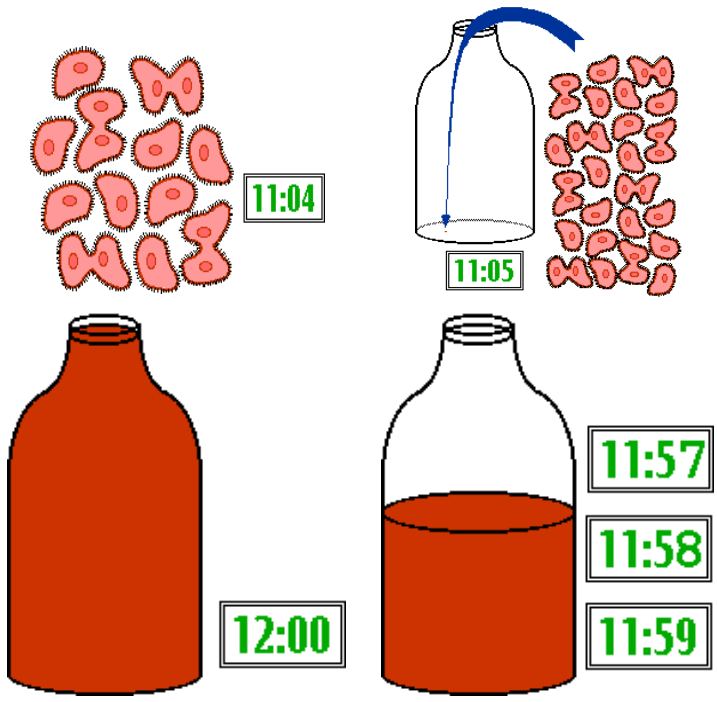
يزداد معدل موت الخلايا عن معدل تكاثرها ويصبح معدل الموت لوغارتميا وبعد طور الهبوط تموت كل الخلايا في فترة تتراوح من عدة أيام إلى عدة سنوات حسب نوع البكتريا ثم تتحل ذاتيا نتيجة لنشاط الانزيمات التي بداخلها . وفي هذا الطور تظهر الخلايا بأشكال غريبة غير منتظمة وغير متجانسة في الحجم أو الشكل وتنفرد الجراثيم من الخلايا .


11:00

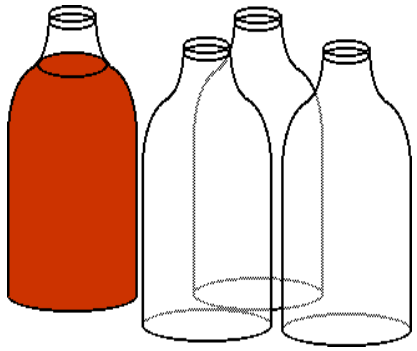

11:01

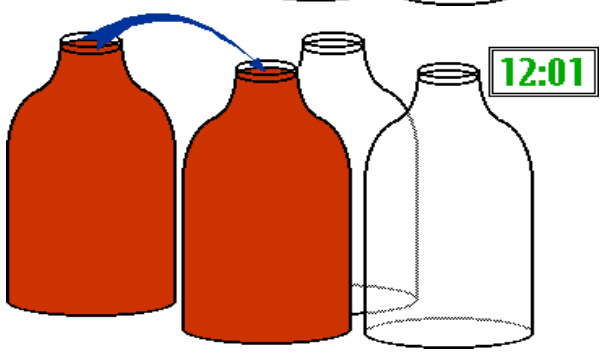

11:02


11:03

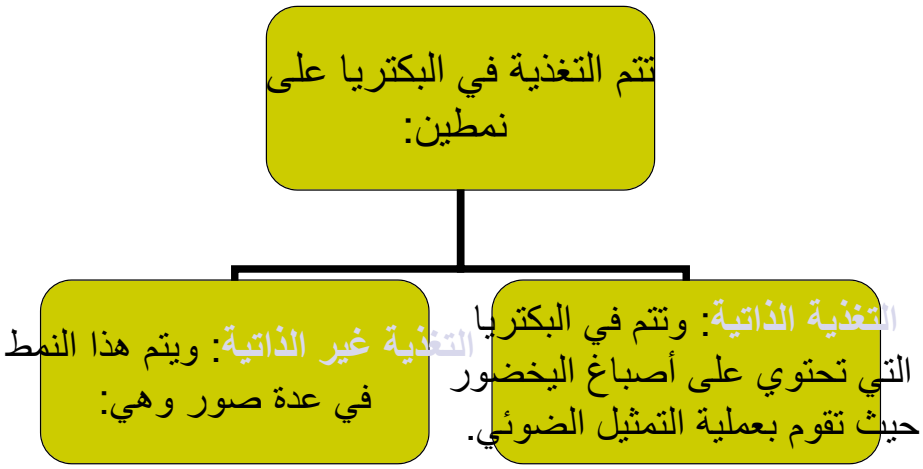


ما المدة المطلوبة كى
تمتلئ الزجاجات
الثلاثة بالبكتريا





أنماط التغذية في البكتريا:-



التغذية غير الذاتية:-

١. **التغذية الرمية:** وتقوم البكتريا التي تتغذى بهذه الطريقة بالهضم *خارج الخلية* ليتم تحليل بقايا المخلوقات الحية وكذلك الجثث ثم يتم امتصاصها لتحصل منها على حاجتها من المركبات الغذائية.

٢. **التغذية التطفلية:** وتقوم البكتريا التي تتغذى بهذه الطريقة بالالتصاق بخلايا العائل *سواء الداخلية أو الخارجية* لتحصل على غذائها من هذا العائل الحي وغالباً تسبب له المرض كالبكتريا المسببة لمرض الزهري(السفلس) والسيلان اللذان يصيبان الجهاز التناسلي.

٣. **التغذية التكافلية:** ويحدث هذا النمط من التغذية في البكتريا التي تعيش متكافلة مع مخلوقات حية أخرى كالتي تعيش في أمعاء الإنسان أو التي تعيش في جذور النباتات البقولية.

البيئات المغذية

تعتمد غالبية الدراسات والبحوث الميكروبية على استعمال بيئات غذائية مختلفة ، وهذه البيئات إن لم تكن متماثلة تماما مع البيئات التي تعيش فيها أو عليها هذه الكائنات في الطبيعة فيجب أن تكون قريبة الشبه منها من حيث توفير الاحتياجات والمتطلبات الغذائية اللازمة لتنميتها .وعلي ذلك تعرف البيئة الغذائية Medium بأنها المادة أو مجموعة المواد التي يمكن أن تنمو عليها الكائنات الحية الدقيقة .

وعلية يجب أن تحتوي البيئة المغذية على العناصر الضرورية واللازمة لنمو الكائنات الحية الدقيقة (مثل الفطريات والبكتيريا) ومن أهم هذه المواد الكربون والنيتروجين وبعض العناصر المعدنية مثل الصوديوم ، البوتاسيوم ، الكالسيوم ، المغنسيوم، المنجنيز ، الحديد ، الزنك ، النحاس ، الفوسفور ، والكوبالت . كما يجب أن تحتوى البيئة في بعض الحالات الخاصة علي عوامل النمو كالفيتامينات أو المواد الشبيهة بها ، وبالطبع يجب أن لا نغفل أهميه الماء وكذلك تركيز أيون الأيدروجين بالبيئة ليتناسب مع نوع الكائن المراد تنميته .

هذا ولقد وجد أن معظم البكتيريا تفضل البيئة الغنية بالبروتين والتي تميل إلى القلوية أو المتعادلة (pH 7-8) بينما تفضل الفطريات البيئة الغنية بالكربوهيدرات والتي تميل إلى الحموضة (pH 6-7).

ومن هنا نجد أن البيئات المغذية تختلف في تركيبها بما يتلائم مع طبيعة وحاجة الكائن الحي المنمى فيها أو عليها ، غير أن هناك بعض الفطريات التي لا يمكن تنميتها على بيئات غذائية صناعية حتى لو توفر بها كل الاحتياجات الغذائية وهذه تعرف بالكائنات الإجبارية والتي لا تنمو إطلاقا إلا علي الأنسجة الحية لعائلها.

وتقسم البيئات المغذية على أساس مكوناتها إلي :-

١- **بيئات طبيعية** Natural media :

وهذه يكون المصدر الغذائي بها أجزاء نباتية أو حيوانية أو كلاهما ، لذلك يطلق عليها بيئات غير محددة التركيب الكيماوي لأن التركيب الكيماوي الدقيق للأجزاء النباتية أو الحيوانية غير محدد ويختلف باختلاف المادة الطبيعية المستعملة، ويتم تجهيز هذه البيئة بعدة طرق ، فقد تكون على شكل قطع من النسيج المستعمل مثل قطع البطاطس أو الجزر ، أو قد تكون علي صورة مهروس حيث يتم تفتيت النسيج المستخدم كما في حالة مهروس الطماطم أو الموز ، وقد تكون في هيئة منقوع حيث يتم نقع النسيج المستخدم لمدة محددة ثم يؤخذ المنقوع لتنمية الكائن الحي الدقيق عليه ، كما قد تكون في صورة مستخلص حيث يتم غلي وزن معين من النسيج النباتي أو الحيواني ثم يستخلص الرائق بواسطة قطعة من قماش الموسلين كما في مستخلص البطاطس والجزر والفاصوليا .

ومن أهم البيئات الطبيعية المستخدمة :-

١ - بيئة أجار دقيق الذرة Corn meal agar

وتتركب من : دقيق ذرة ٣٠جم
أجار ٢٠جم
ماء ١ لتر

حيث يوضع الدقيق والأجار في كمية من الماء ثم يكمل الحجم إلي لتر، وتقلب المحتويات جيدا ثم تسخن وتغلي ببطء لمدة ساعة ، ثم تعبأ وتعقم علي ١٥ رطل / بوصة٢ ولمدة ٢٠ دقيقة .

ب- بيئة أجار عصير ثمان خضروات V- 8 agar

وتتركب من :
عصير الثماني خضروات ٢٠٠ مل
أجار ٢٠ مل
ماء
٨٠٠ مل

حيث يذاب الأجار في الماء ثم يضاف عصير الخضروات ثم يضبط رقم الحموضة (pH) إلي ٦ باستخدام محلول هيدروكسيد الصوديوم ١٠ % ، ثم تعبأ البيئة وتعقم ٠

٢- بيئات تركيبية Synthetic media :

وهذه تعرف أحيانا باسم البيئات محددة التركيب الكيماوي ، حيث أنها تتكون من مخلوط من مركبات عضوية وأملاح غير عضوية أو أحدهما وتضاف بنسبة معينة وتذاب في الماء ، وبالتالي فإن التركيب الكيماوي لهذه البيئات معروف ومحدد ٠

ومن أهم هذه البيئات :

أ - بيئة تشابك دوكس Czapec (dox) agar

وتتركب من :-

نترات صوديوم	٢ جم
فوسفات بوتاسيوم ثنائي الأيدروجين	١ جم
كبريتات مغنسيوم	٠,٥ جم
كلوريد بوتاسيوم	٠,٥ جم
كبريات حديدوز	٠,٠١ جم
سكروز	٢٠ جم
ماء	١ لتر

وإذا كان المحلول سيترك لليوم التالي ، تذاب فوسفات البوتاسيوم ثنائية الأيدروجين منفصلة وتخلط عند التجهيز للتعبئة، ثم التعقيم على ١٥ رطل / بوصة٢ لمدة ٢٠ دقيقة .

ب- بيئة براون Browen, s media

ج- بيئة الأجار المائي Plain agar

٣- بيئات طبيعية تركيبية Natural synthetic media :

وهي عبارة عن بيئات تحتوي على مكونات طبيعية مضاف إليها بعض المواد الكيماوية المعروفة التركيب . ومن هذه البيئات :

أ- بيئة مستخلص البطاطس والدكستروز " P. D.A "

وتتركب من :-

مكعبات بطاطس	٢٠٠ جم
دكستروز	٢٠ جم
أجار	٢٠ جم
ماء	١ لتر

وفيها تغسل درنات البطاطس وتقطع إلي مكعبات صغيرة ويوزن منها ٢٠٠جم وتوضع في حوالي ٥٠٠مل ماء ثم تغلي لمدة ساعة ، ثم يستخلص الرائق من خلال قطعة من قماش الموسلين ، ثم يضاف الأجار ويقلب حتى الذوبان ثم يضاف الدكستروز ويقلب حتى يذوب تماما ويضبط الحجم عند ١ لتر ثم تعبأ وتعقم كالمعتاد .

ب- بيئة المرق المغذى

وتتكون من :-

مستخلص لحم	٣ جم
ببتون	٥ جم
ماء	١ لتر

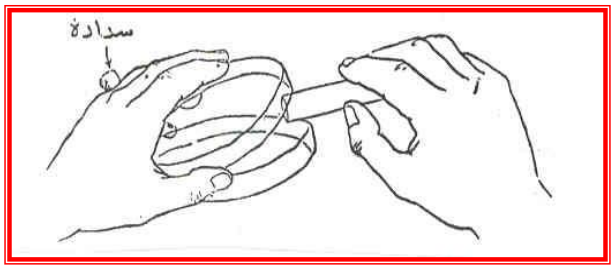
يذاب مستخلص اللحم والببتون في كمية من الماء وتخلط جيدا ، ثم يكمل الحجم بالماء إلى لتر ثم يضبط رقم الحموضة (pH) عند ٧.٢ ثم تعبأ وتعقم .

ج- بيئة الأجار المغذي Nutrant agar

وهي نفس تركيب البيئة السابقة مع إضافة ١٥-٢٠ جم أجار / لتر .

كذلك يمكن تقسيم البيئات على أساس قوامها إلى :-

١. بيئات صلبة Solid media : مثل شرائح البطاطس أو الجزر.
٢. بيئات صلبة قابلة للإسالة Solid-reversible to liquid : مثل البيئات التي يدخل في تركيبها الأجار أو الجيلاتين.
٣. بيئات نصف صلبة Semisolid media : وهى بيئات تحتوي على كمية من الأجار لا تزيد عن ربع الكمية التي تضاف إلى البيئات الصلبة القابلة للإسالة.
٤. بيئات سائلة Liquid media : وهى بيئات لا يضاف إليها الأجار أو الجيلاتين.



شكل (٢) : طريقة صب بيئة الأجار في طبق بتري

.

التعقيم Sterilization

يعتبر الحصول على مزارع نقية من الكائن الحي الممرض للنبات من أهم الأسس التي تعتمد عليها الدراسات الميكروبية (فطريات - بكتيريا) ويقصد بالمزرعة النقية تلك المزرعة التي ينمو بها نوع واحد فقط من الكائنات الحية الدقيقة . ويتطلب لنمو هذه الكائنات الحية الدقيقة بيئات غذائية معقمة واستخدام أدوات معقمة وفي أماكن معقمة. ويمكن أن نعرف التعقيم بأنه عبارة عن العملية أو العمليات التي تعمل على قتل أو إزالة كل الكائنات الحية الدقيقة من الوسط المراد تعقيمه ، سواء كان هذا الوسط ، وسط غذائي أو محاليل أو أماكن . وتختلف طرق التعقيم المستخدمة حسب طبيعة المادة المراد تعقيمها .

وعادة يتم التعقيم بأتباع طرق تعتمد على أسس فيزيائية أو كيميائية أو ميكانيكية .

أولا : الطرق الفيزيائية Physical methods:

وفيها تستخدم الحرارة أو الإشعاع في أغراض التعقيم ، غير أن التعقيم الحراري هو أكثر أنواع التعقيم شيوعا .

الحرارة :

وهى قد تكون حرارة جافة مثل اللهب المباشر والتلهيب بالكحول وأفران الهواء الساخن ، وقد تكون حرارة رطبة كما في حالة استخدام جهاز الأوتوكليف ومعقم أرنولد .

أ- التعقيم بالحرارة الجافة :

١- استعمال اللهب المباشر :

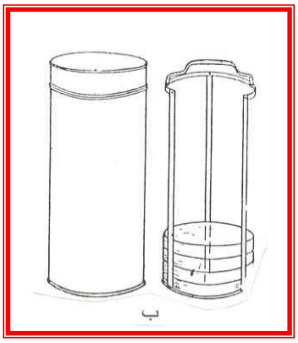
حيث يستخدم لهب موقد بنزن المباشر لتعقيم الهواء المحيط بمكان العزل والتنقية للكائنات الحية الدقيقة ، وكذلك لتعقيم إبر التلقيح بالتسخين لدرجة الاحمرار لقتل كل الكائنات العالقة بها ثم تترك لفترة ثوان قليلة تستخدم بعدها في تلقيح المزارع النقية .

٢- التلهيب الكحولي :

وفيه تغمر الآلة المراد تعقيمها في كحول إيثايل تركيزه ٨٠-٩٠ % ثم تعرض للهب المباشر فيشتعل ما بها من كحول ويعمل على قتل الكائنات الحية الدقيقة التي تكون عالقة بها وتمتاز هذه الطريقة بسرعتها ، إلا أنه يجب استعمال الأدوات التي تعقم بهذه الطريقة مباشرة بعد تعقيمها .

٣- التعقيم بالهواء الساخن :

ويستخدم لذلك الفرن الكهربائي ، وهو عبارة عن جهاز له ثلاثة جدر معدنية ، يوجد بينها فراغات يمر فيها الهواء الساخن ، ويغطى الجدار الخارجي بمادة عازلة كالأسبستوس لتقليل الفقد الحراري . ويستخدم الفرن الكهربائي لتعقيم الأدوات الزجاجية مثل أنابيب الاختبار والماصات وأطباق بتري ، كما يستخدم في تعقيم بعض الزيوت المعدنية مثل زيت البراقين والزيوت النباتية المختلفة. وعند الاستعمال ترفع درجة حرارة الهواء داخل الفرن إلي ١٦٠- 180ْم ويترك هكذا لمدة ٢-٣ ساعات ، بعدها يوقف التسخين ويترك الفرن ليبرد تدريجيا حتى درجة حرارة الغرفة تجنبا لكسر الأدوات الزجاجية أو تلوثها. هذا ويراعى أن توضع أطباق بتري والماصات في علب معدنية أو نحاسية خاصة ذات غطاء يحكم غلقه قبل تعقيمها كما في الشكل رقم (٣) .



شكل (٣) : ا- فرن الهواء الساخن للتعقيم الحراري الجاف .
ب- علبة معدنية والحامل الذي ترص به الأطباق

ب- التعقيم بالحرارة الرطبة Moist heat

ويقصد بذلك استخدام بخار الماء في التعقيم بدلا من الهواء الساخن ، وقد يستخدم بخار الماء مباشرة أو يضغط إلي ضعف الضغط الجوي العادي . ومن الأجهزة المستخدمة في التعقيم بالحرارة الرطبة ما يلي :-

١- معقم أرنولد Arnold sterilizer :

عبارة عن جهاز معدني ، مبطن بطبقة عازلة للحرارة وبه أرفف مثقوبة تساعد على مرور البخار إلي كل أجزاء الجهاز ، ويوجد في أعلى الجهاز فتحة يوضع بها ترمومتر لقياس درجة الحرارة داخل الجهاز أثناء التعقيم .

وعند تشغيل الجهاز يجب أن يكون مستوى الماء عند الارتفاع المناسب في الخزان، وتوضع المواد المراد تعقيمها على الأرفف ثم يقفل الباب وترفع درجة الحرارة ليغلي الماء تحت الضغط الجوي العادي وعندما تصل الحرارة داخل الجهاز إلي ْ100م يحسب الوقت اللازم للتعقيم وهو من ٥،-١ ساعة حسب طبيعة وحجم المادة المراد تعقيمها .

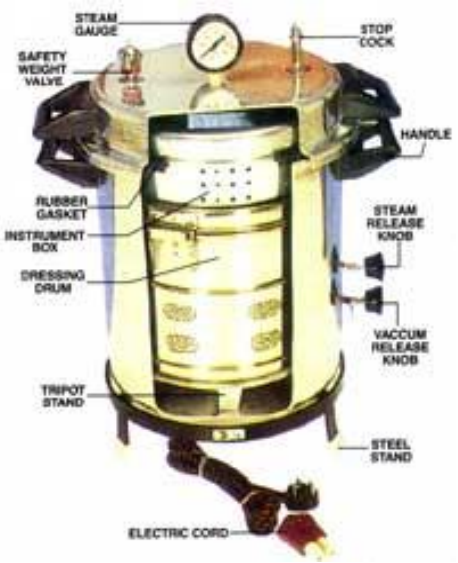
والتعقيم في هذا الجهاز يتم علي ثلاث مرات في ثلاثة أيام متتالية ، لذلك يعرف هذا التعقيم بالتعقيم المتقطع ، حيث يعقم بهذه الطريقة البيئات التي يدخل فيها الجيلاتين واللبن والسكريات التي يخشى من تحللها إذا عقمت تحت ضغط مرتفع.

شكل (٤) : معقم أرنولد

٢- الأوتوكليف Autoclave :

عبارة عن جهاز له اسطوانة معدنية وغطاء يقفل بإحكام بعد أن توضع به المواد المراد تعقيمها . ويوضح الشكل رقم (٥) تركيب الجهاز ومكوناته المختلفة . وقبل تشغيل الجهاز يجب التأكد أن مستوى الماء عند الارتفاع المناسب وأن الصنبور -أ- مفتوحا ، بعدها يبدأ في تشغيل الجهاز سواء أكان بالغاز أو الكهرباء . وعندما يبدأ خروج البخار من الصنبور -أ- يغلق هذا الأخير لأن ذلك يعنى طرد كل الهواء من داخل الجهاز وامتلاءه بالبخار . يترك البخار ينضغط داخل الجهاز حتى يصل إلى الضغط المطلوب وهو ١٥رطل / بوصة٢ ويعرف ذلك من المانومير المتصل بالجهاز ، وعند هذا الضغط تكون درجة حرارة البخار داخل الجهاز ١٢١.6°م وعندها يبدأ حساب الوقت اللازم للتعقيم وهو عادة من ١٥-٢٠دقيقة . بعد انقضاء هذا الوقت يوقف مصدر التسخين ويترك الجهاز حتى ينخفض الضغط ودرجة الحرارة تدريجيا حتى يصل مؤشر المانومتر إلى درجة الصفر، بعدها يفتح الصنبور -أ- ثم يفتح غطاء الجهاز وتخرج الأدوات المعقمة .

يستخدم الأوتوكليف في تعقيم كثير من البيئات الغذائية ، ومحاليل السكريات الأحادية ومحاليل الأملاح ، وكذلك في تعقيم الملابس والقفازات والتربة ، وفي قتل المزارع الفطرية والبكتيرية القديمة قبل التخلص منها .



شكل (٥) : قطاع طولي في
الأوتوكليف

الإشعاع Radiation

من المعروف أن لبعض الإشعاعات تأثير ضار علي خلايا الكائنات الحية الدقيقة ، ويستغل هذا التأثير الضار في تعقيم غرف العمليات الجراحية ، وغرف التلقيح الملحقة عادة بمعامل الفحص الميكروبي ، وفي محطات الحجر الزراعي لتطهير المنتجات الزراعية مما قد تحتويه من كائنات ممرضة يخشى انتقالها من مكان إلى آخر ، كما يمكن تعقيم أطباق بتري أو الماصات المصنوعة من البلاستيك .

ومن الإشعاعات المستخدمة في هذا المجال :-

الأشعة فوق البنفسجية : وهى أكثر استخداما في تعقيم المواد السابق ذكرها ، وذلك بطول موجه من ٢٦٠-٢٧٠ n m وهو النطاق الفعال في إبادة الأحياء الدقيقة ، وهذه الأشعة قدرتها ضعيفة على التغلغل داخل المواد ، لذلك فإن تأثيرها يكون سطحي غالبا .

الإشعاعات الأخرى : مثل الأشعة السينية x-ray ذات الموجات القصيرة ، وكذلك أشعة جاما ذات طول موجه بين ٠،٠٠٥ - ١ n m ، وهذه الإشعاعات لها قدرة عالية على اختراق والتغلغل داخل الأجسام الصلبة .

ثانيا : الطرق الكيميائية Chemical methods

وفيها يستخدم بعض المواد الكيماوية التي لها تأثير سام أو مميت أو موقف لنمو الكائنات الحية الدقيقة ، وتستخدم هذه المواد الكيماوية في صورة محاليل لتعقيم المواد التي لا يمكن تعقيمها بالحرارة .

ومن المواد الكيماوية المستخدمة في التعقيم :

كحول الإيثايل : يستخدم بتركيز ٥٠-٧٠% لتطهير الأيدي ٠

الفينول : يستخدم بتركيز ٢-٥ % لتعقيم أرضيات الغرف والمعامل ، وكذلك تعقيم أسطح المناضد التي يجرى عليها عمليات العزل والتنمية للكائنات الحية الدقيقة ، وأيضا في تعقيم بعض الأدوات والأجهزة .

الكلوركس : والمادة الفعالة فيه هي صوديوم هيبوكلوريت ، ويستخدم بتركيز ١٠% في التعقيم السطحي للأجزاء النباتية المصابة تمهيدا للعزل منها ، ويستخدم كذلك في تعقيم أسطح المناضد وغيرها .

كلوريد الزئبقيك : ويطلق عليه "السليماني" ويستخدم بتركيز ١، % في تعقيم المواد السابق ذكرها في الكلوركس .

أكسيد الإيثلين : ويستخدم في تعقيم أطباق بتري البلاستيكية أو في تعقيم أي مواد قد تنصهر على درجة حرارة أعلى من ْ100م .

ثالثا : الطرق الميكانيكية Mechanical methods :

تعتمد فكرة التعقيم بالطرق الميكانيكية على حجز أو إزالة الكائنات الحية الدقيقة من الوسط الموجودة فيه ، وذلك باستخدام مرشحات ذات ثقوب أقطارها تقل عن حجم الكائنات المراد عزلها ، وتستخدم هذه الطريقة عند تعقيم المواد التي يخشى عليها من التحلل بالحرارة مثل الإنزيمات والمضادات الحيوية وسيرم الدم والفيتامينات . ويستخدم في ذلك مرشحات يتراوح قطر ثقوبها بين أقل من ميكرون إلي عدة ميكرونات ، وفي الواقع لا يتوقف التعقيم بالترشيح على قطر الثقوب فقط بل يتوقف أيضا على الشحنة الكهربائية لكلا من المرشح والسائل المراد ترشيحه بما فيه من كائنات دقيقة .

ومن المرشحات المستخدمة في ذلك :

مرشح زايتس Seitez filter : وهو يحتوى على أقراص مختلفة القطر والسمك من مادة الأسبستوس ويراعى ضرورة تعقيم الجهاز قبل استعماله وذلك بوضعه كاملا في الاوتوكليف بعد تغليفه بالورق وسد الفتحة الجانبية للدورق بسدادة من القطن شكل (٦) ٠

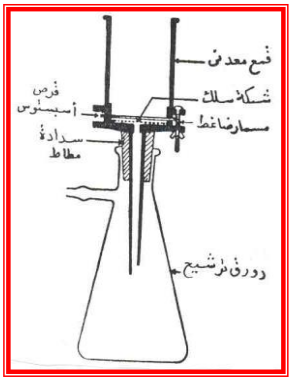
مرشحات الزجاج المسامي Sintered glass : والمرشح عبارة عن قمع زجاجي مثبت به طبقة من الزجاج المسامي ، ويوجد من هذه المرشحات خمس درجات تبعا لقطر ثقوبها، والنوع رقم ٥ ذو قطر مسامي أضيق من الأنواع الأخرى شكل (٧) ٠

المرشحات الغشائية : ومن أمثلتها ما يعرف بمرشح المليبور Millipore filter والذي يتكون من أغشية رقيقة مصنوعة من استرات السيليولوز .

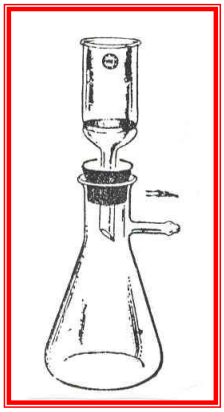
مرشح عجينه باريس : وهو مصنوع من عجينه باريس ، وهي نوع من الجبس يتكون من كبريتات كالسيوم مع
كربونات كالسيوم وأكسيد مغنسيوم .

مرشح شمبرلاند Chamberland filter : وهو مصنوع من نوع معين من الخزف أو الصيني .

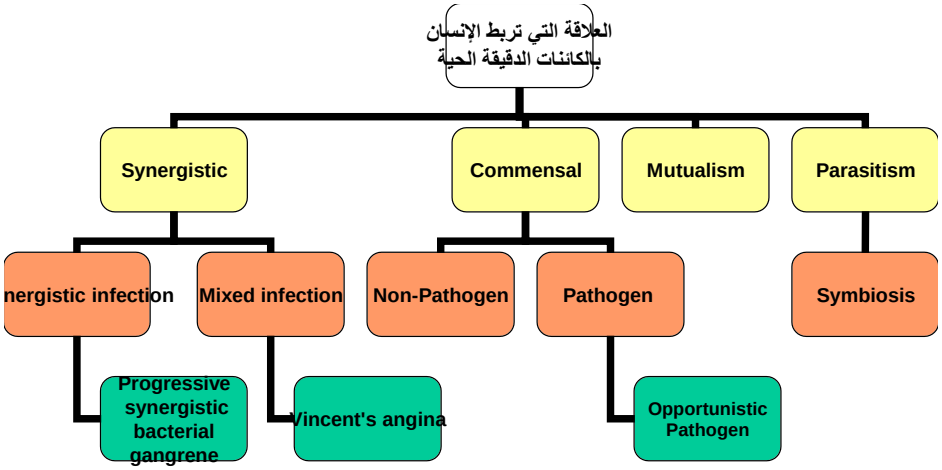
مرشح بيركفيلد Berkefeld filter : وهو مصنوع من الطين الدياتومي .

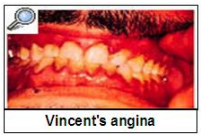


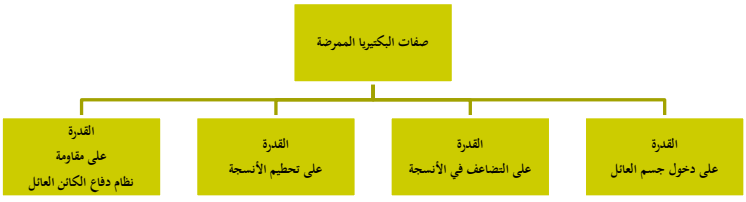
شكل (٦) : قطاع طولي في مرشح زايتس



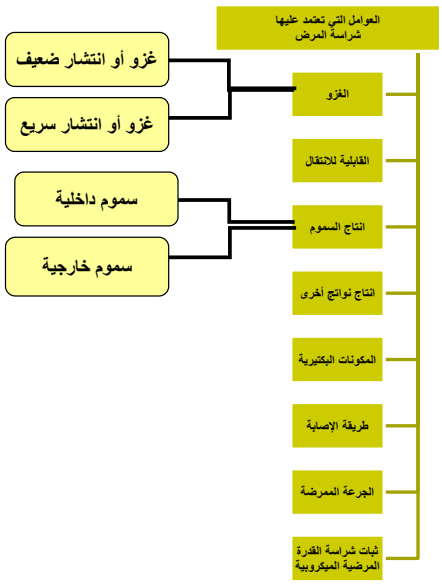
شكل (٧) : مرشح الزجاج المسامي

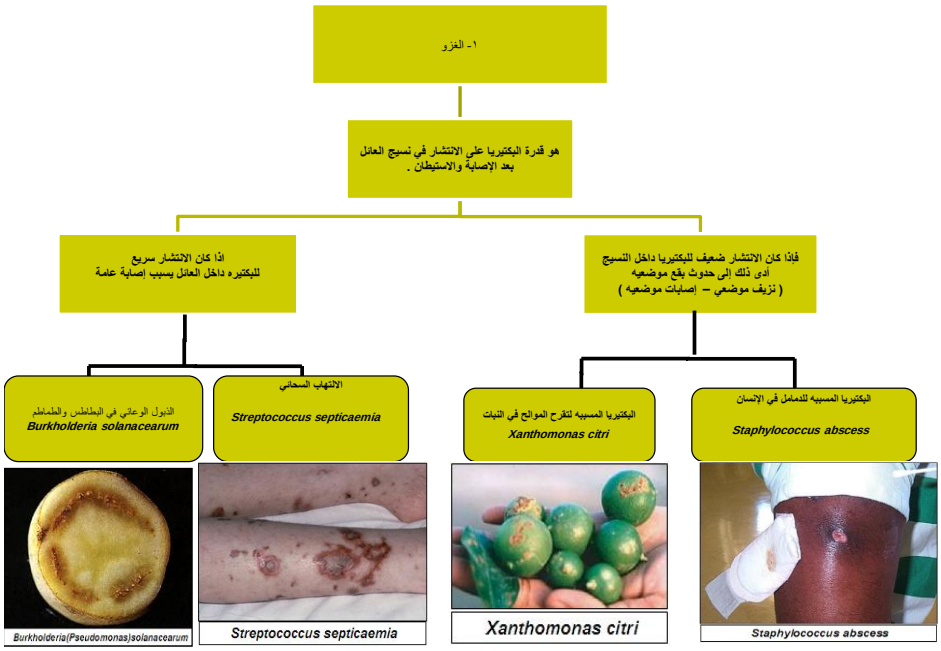



Vincent's angina



القدرة المرضية Pathogenicity	شراسة المرض Virulence
هي قدرة الأنواع البكتيرية على أحداث المرض.	هي قدرة سلالات النوع البكتيري الواحد على إحداث المرض. * قد تكون سلالة معينة لها القدرة على إحداث المرض على عائل معين وتكون في نفس الوقت ضعيفة القدرة المرضية على عائل آخر





انتشار الخلايا البكتيرية الممرضة في النسيج يعتمد على ضعف مقاومة العائل

مثال على ذلك : الإصابة البكتيرية بـ Pneumococcal وهي الأكثر شيوعا في الإصابات البكتيرية التي تسبب الالتهاب الرئوي البكتيري bacterial pneumonia المتسبب عن بكتيريا الالتهاب الرئوي .

حيث توجد هذه الخلايا في الأنف والبلعوم للشخص الطبيعي ، بينما تنمو وتتكاثر بكمية كبيرة في صغار السن أو كبار السن وفي الأشخاص المصابين بالنزلات الشعبية المزمنة ، أو الأشخاص المصابين بالحالات الوبائية الأخرى

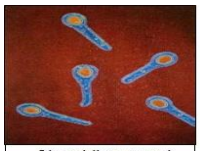
Streptococcus pneumoniae

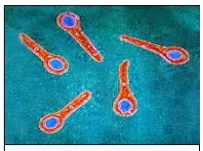
٢- إنتاج السموم ،،
أ- سموم خارجية Exotoxin
ب- سموم داخلية Endotoxin

صفات السموم الخارجية:

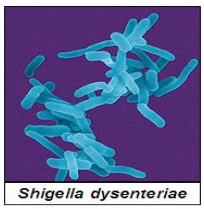
١- عبارة عن بروتينات متغيرة حراريا إما تغير كيمائي أو فسيولوجي أو احيائي
٢- لها القدرة على الانتشار في البيئة
٣- سامة على معدل منخفض ،، مثال على ذلك:

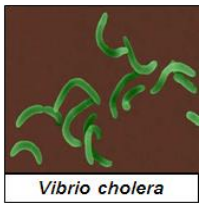
Clostridium botulinum	Botulinum	٣ كيلوجرام	قتل الكائنات الحية على وجه الأرض
Clostridium tetani	Tetanus	١ملي جرام	كافي لقتل مليون من خنازير غينيا.

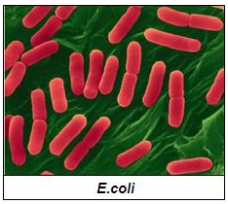

Clostridium tetani


Clostridium botulinum

٤-تكون للبكتيرات الموجبة لجرام وأحيانا السالبة مثل *Shigella sp - Vibrio cholerae – E.coli*


Shigella dysenteriae


Vibrio cholera


E.coli

٥- يمكن إبطال مفعولها بواسطة مضادات السموم antitoxin المتخصصة
٦- يمكن فصلها والحصول عليها من المزرعة البكتيرية بالترشيح
٧. بعض من السموم الخارجية تكون إنزيمات (ذات فعل إنزيمي) فحجمها الجزيئي و تركيب الأحماض الأمينية مماثلة لتلك الموجودة بالإنزيمات بشكل عام.

٨- تكون متخصصة لنسيج معين.. (كل سم خارجي له تأثيرات مرضية خاصة)

السم	الكائن المنتج	تأثير السم
سموم الدفتيريا	*Corynebacterium diphtheria*	تمنع تخليق البروتينات و بذلك تتلف العديد من الخلايا
إنزيم Lecithinase	*Clostridium perfringens*	يعوق و يتلف أغشية الخلية و يسبب تحطيم الخلية
botulinus	*Clostridium botulinum*	يؤثر على الجهاز العصبي ، حيث يثبط تكوين وإفراز Acetylcholine
tetanus	*Clostridium tetani*	\\
سموم الكوليرا المعوية	*Vibrio cholerae*	يرتبط بصورة عكسية مع (epithelium) النسيج الظاهري للأمعاء ، ويعمل على تنشيط إنزيم Adenylcyclase الذي يدخل كوسيط في زيادة (AMP) الذي يوجد داخل الخلية مما ينتج عنه إخراج الماء و الالكتروليتات.ويؤدي ذلك إلى : - إسهال شديد. - جفاف. - أعراض نقص الإلكتروليتات .
السموم العصبية	*Shigella dysenteriae*	تعمل هذه السموم بصفة مبدئية على الأوعية الدموية الصغيرة في المخ و الحبل الشوكي.

٩- ذات طبيعة أنتيجينة
١٠-تأثير العقاقير متخصص لكل سم
١١- يمكن تحويلها من toxic إلى toxoid

١٢- الأحماض الموجودة في القناة الهضمية تقوم بتثبيط هذه الإنزيمات أو السموم .. باستثناء ،، *C.botulinum* فإن الأحماض قد تحفز نشاط السم المنتج منها
**** تأثير عامل الوقت في فعالية السم .. فإذا كان الوقت طويل وهو مابين الإصابة ببكتيريا *Clostridium tetani* و ظهور الإصابة بالتيتانوس كانت الإصابة أقل خطورة وكلما زادت فرصة الشفاء ويعني أن السم الناتج قليل ، والعكس إذا قل الزمن كانت الإصابة خطيرة وجرعة السم عالية و فرصة الشفاء ضعيفة.**

١٣- يعتمد إنتاج بعض هذه السموم على فاجات متخصصة.. مثل :

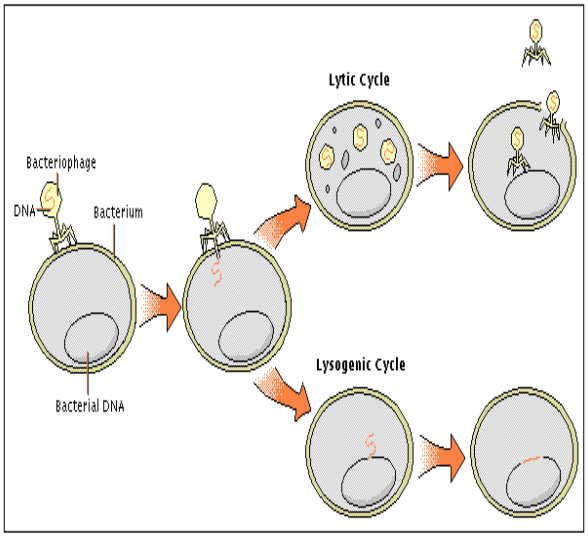
- سم erythrogenic الذي تنتجه بكتيريا Group A streptococci

- السم الناتج من *Corynebacterium diphtheria*

- السم من النوع C الناتج من *Clostridium botulinum*

حيث تعتمد هذه السموم على specific bacteriophags وتكون هذه الفاجات الـ Temprate phage حيث يندمج DNA الفاج مع كروموسوم الخلية البكتيرية ، بداية مرحلة التكاثر الفيروس و يبقى DNA الفاج مندمج مع الكروموسوم البكتيري لعدة أجيال بكتيرية (بدون قتل أو تحلل للخلايا) و من ثم يتكون شكل ثابت ووراثي و غير ممرض من الفيروس يطلق عليه اسم الـ Prophage .

يتكاثر الـ Prophage مع تكاثر الكروموسوم البكتيري ، ويساهم هذا الـ Prophage في إضافة و تكوين خصائص وراثية جديدة للخلية البكتيرية ، على سبيل المثال نجد أن سم الدفتيريا يتم تشفيرها أي عمل شفرة وراثية لها (أي أنه يساعد على تنشيط إنتاج السموم بهذه الشفرة الوراثية) بواسطة جين معين يوجد في الـ Prophage وهذا يفسر تأثير الطراز الجيني للـ Prophage على إنتاج السموم



Staphylococcus aureus

أهم السموم الخارجية:

تناول التوكسينات البكتيرية يسبب الإصابة بالمرض ، دون حدوث تكاثر أو غزو من البكتيره لخلايا العائل . أي أن المرض يحدث بواسطة التوكسينات أو السموم ذاتها وليس نتيجة الإصابة ، وهذا يحدث في حالات نادرة أو قليلة .

مـــثل:

١ – تسمم الغذاء Staphylococcal food poisoning

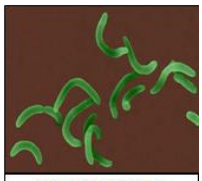
تسببه بكتيريا *Staphylococcus aureus*

Botulinum Toxin

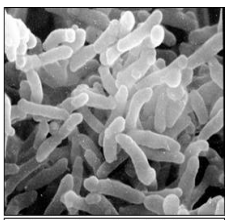
٢- التسمم الناشئ عن أكل لحم فاسد botulism

تسببه بكتيريا *Clostridium botulinum*

لا تكون مصحوبة بإصابة بكتيرية مرضية للعائل ، حيث تنتج الإصابة بواسطة تكاثر البكتيريا في الطعام قبل تناوله .


Vibrio cholera

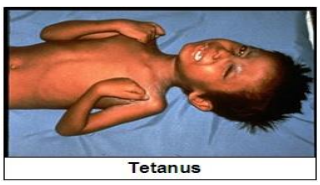
٣- الكوليرا Cholera هذا المرض تسببه بكتيريا *Vibrio cholera*


Corynebacterium diphtheria

Diphtheria

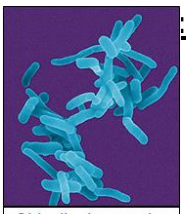
٤- الدفتريا Diphtheria هذا المرض تسببه بكتيريا *Corynebacterium diphtheria*

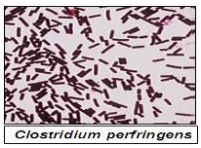
يحدث المرض نتيجة تكاثر البكتيريا على السطح الخارجي للبلعوم الأنفي والأمعاء ، وعادة يحدث هذا دون غزو أو مهاجمة للأنسجة .


Tetanus

٥- Tetanus يتسبب عن بكتيريا *Clostridium tetani* تفرز البكتيريا السموم نتيجة للغزو والتكاثر للبكتيره داخل النسيج مع ملاحظة أن الكائن البكتيري لا يهاجم و لا يغزو النسيج إلا في حالة دخوله الخلايا بواسطة جرح أو تلف في السطح الظاهري للنسيج (النسيج الوسطي epithelium)

مثل:


Shigella dysenteriae


Clostridium perfringens

Bacillus anthracis

١- السموم العصبية Neurotoxin المنتجة بواسطة البكتيريا ***Shigella dysenteriae***

٢- سموم ∝-toxin وإنزيم Lecithinase المنتج بواسطة البكتيريا ***Clostridium perfringens*** المتواجدة في البراز والشرج.

٣- سم Erythrogenic من مجموعة Streptococci A

٤- سم Lethal toxin لبكتيرة ***Bacillus anthracis***

٥- إنزيمات necrotic proteases لبكتيرة ***Clostridium histolyticum***

شكراً لكم

مقرر نبات (5)

الجزء الثاني (علم الفطريات)

الفرقة الثالثة تعليم عام كلية التربية

(شعبة البيولوجى والجيولوجيا)

محتوى الكتاب

الموضوعات	الصفحه
الفصل الاول	
مقدمه	94
ماهى الفطريات	94
الصفات العامه للفطريات	95
التركيب الداخلى للخليه الفطريه	102
التركيب الكيميائى للخليه الفطريه	108
التكاثر فى الفطريات	113
نمو الفطريات	124
الاهميه الاقتصاديه للفطريات فى حياه الانسان	128
الفصل الثانى	
تصنيف الفطريات	132
تقسيم الفطريات	134
قسم الفطريات العاريه	138
قسم الفطريات السوطيه	142
اولا: الفطريات احاديه السوط	142
ثانيا: الفطريات ثنائيه الاسواط	145
قسم الفطريات اللاسوطيه	151
الفطريات الزيجوميكوتينيه	151
فطر عفن الخبز	152
الفطريات الزقيه (الكيسيه)	157
الخميره	167
فطر الاسبيرجيللس	174
الفطريات البازيديه	183
فطر عيش الغراب	186
فطر باكسيناجرامينس	190
الفطريات الناقصه	196
مصطلحات فطريه	188
الجزء العملى	258

الفصل الاول

مقدمة

علم الفطريات mycology هو العلم الذي يختص بدراسة تركيب وتصنيف وطرق تكاثر الأنواع المختلفة من الفطريات والاهميه الاقتصادية لها. لذا جاءت التسمية العلمية لهذا الاختصاص من الكلمات اليونانية القديمة التالية (ميكوس mykes تعنى فطر عيش الغراب ولوجوس logos بمعنى علم أو دراسة) أما دراسة ما سبق أن توصل إليه العلماء من معرفه في مجال الأمراض النباتية التي تصيب النبات وخاصة المحاصيل الزراعية ومسببات تلك الأمراض (فطريه، بكتيرية، فيروسيه) وطرق مقاومتها أو الحد من انتشارها فيسمى علم أمراض النبات Phytopathology.

وقد اخذ علم الفطريات في التقدم منذ بداية القرن الحالي وذلك بفضل التوسع في طرق البحث العلمي حيت تشعبت الدراسات في هذا العلم واتسعت أفاقها اتساعا كبيرا حتى صار من المتعذر أن يلم عالم واحد بجميع شعبها، ومن هنا بدا التخصص فقسم علم الفطريات إلى عدد من الفروع الرئيسسه، والتي يكاد أن يصبح كل فرع منها علما مستقلا بذاته، شانه في ذلك شان بقيه العلوم الأخرى، واهم هذه الفروع : بيئة الفطريات Fungal ecology، فسيولوجيا الفطريات Fungal physiology، وراثة الفطريات Fungal genetics، علم الفطريات الصناعية Industrial mycology، وعلم الفطريات الطبية Medical mycology، إلى غير ذلك من فروع هذا العلم التي تستجد كل يوم.

ما هي الفطريات

الفطريات كائنات حيه غير متحركة لازهريه (اى لا تكون أزهار كما في النباتات الراقية) ثالوسيه (اى لا تتميز إلى جذور وسيقان وأوراق كما في النباتات

الراقية) تنتشر في الأوساط المختلفة في التربة الرطبة والجافة والمياه العذبة والمالحة وفى الهواء ويهاجم كثير منها النبات والحيوان والإنسان كما يستخدم بعضها كغذاء وتعتبر من الكائنات الدقيقة الخالية من الكلوروفيل كما أن لها جدار خلوي صلب يحدد شكلها ما عدا الفطريات المخاطية وهى عاده عديمة الحركة ولكن لها خلايا تناسليه متحركة.

الصفات العامة للفطريات

1- حقيقية النواة:

تقع الفطريات ضمن مجموعه الكائنات حقيقة النواة Eukaryotic، ولذا فهي تتبع مملكه خاصة بها يطلق عليها مملكه الفطريات Myceteae ومعنى انها حقيقيه النواه اى انها تحتوى كل نواه على غشاء نووى ونويه وشبكه كروماتينيه وعصير نووى ولا تلبث الشبكه الكروماتينيه ان تنتظم فى صبغات (كروموسومات) خلال عمليه الانقسام الخلوى وتتكاثر نواه الخليه لا جنسيا بواسطه الانقسام الغير مباشر.

2- الحجم:

يتراوح الحجم في الفطريات من فطريات وحيده الخلية مثل الخميرة إلى فطريات عديدة الخلايا والفطريات مهما بلغ حجمها، لا يتكون إلا من هذه الهيفات فقط، فلا يتميز في تركيبها اى انسجه كما هو معروف في النباتات، أو الحيوانات الراقية. ويتراوح طول الغزل الفطري ما بين عدد قليل من الميكرونات إلى عده أمتار في الطول. أما قطر الهيفا فهي تتراوح ما بين 5 إلى 100 ميكرون (الميكرون هو وحده قياس ويساوى 1/ 1000 من المليمتر الواحد) .

3- التركيب:

جسم الفطريات قد يكون وحيد الخلية اى عبارة عن خليه واحده تقوم بكافه الوظائف (الخميرة) ولكن الأغلب في الفطريات عديدة الخلايا اى جسمها يتكون من عدد كبير من الخلايا، حيث ان جميع الفطريات تتميز بشكل واحد وهو الشكل الخيطي حيت أن الخيط الواحد يسمى هيفا (hypha)، وفى العادة فان

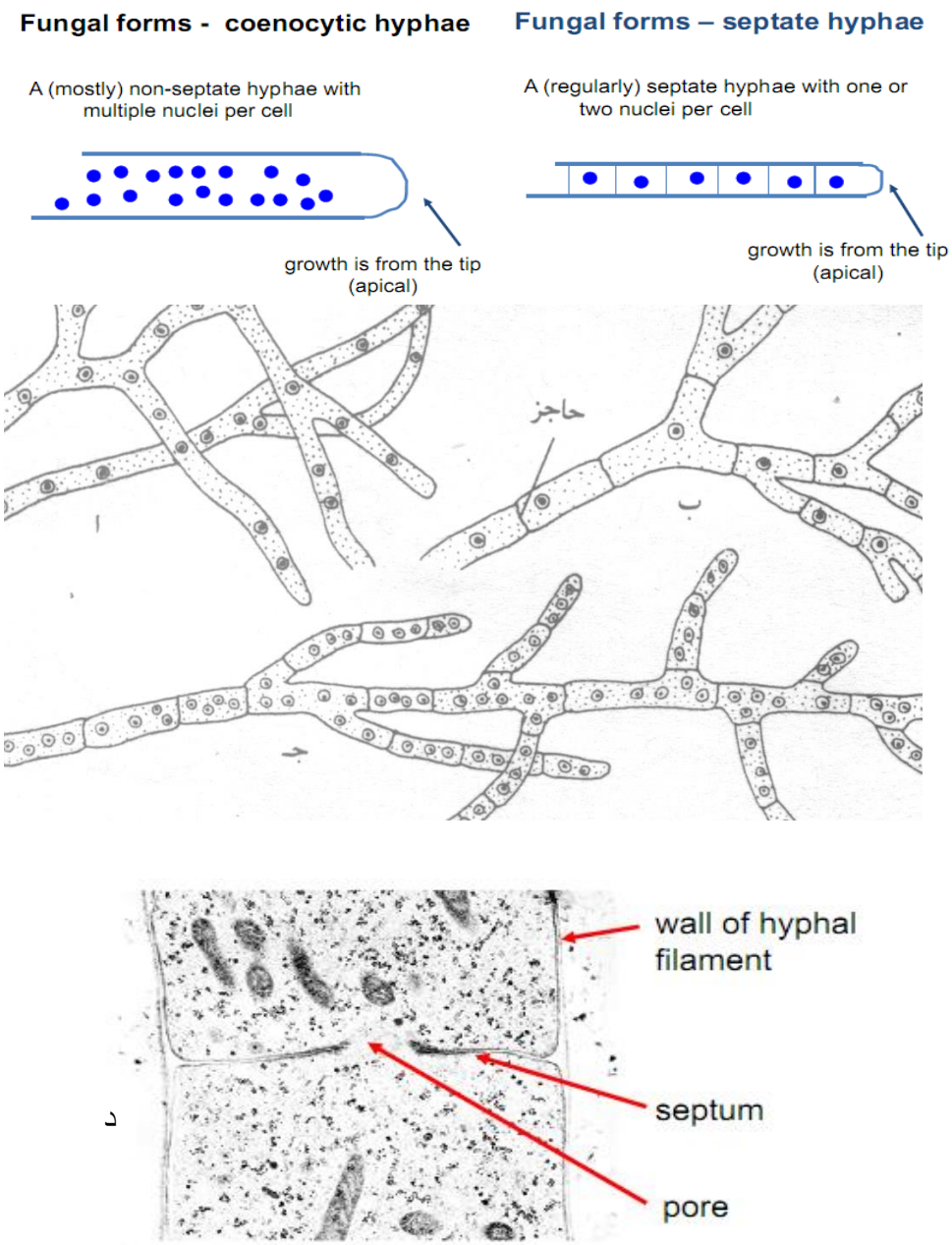
الهيفات الفطرية تكون عديمة اللون ولكنها في بعض الفطريات تتخذ عده ألوان مختلفة وهذا راجع إلى:-

1- طبيعة المواد الغذائية المختزنة.

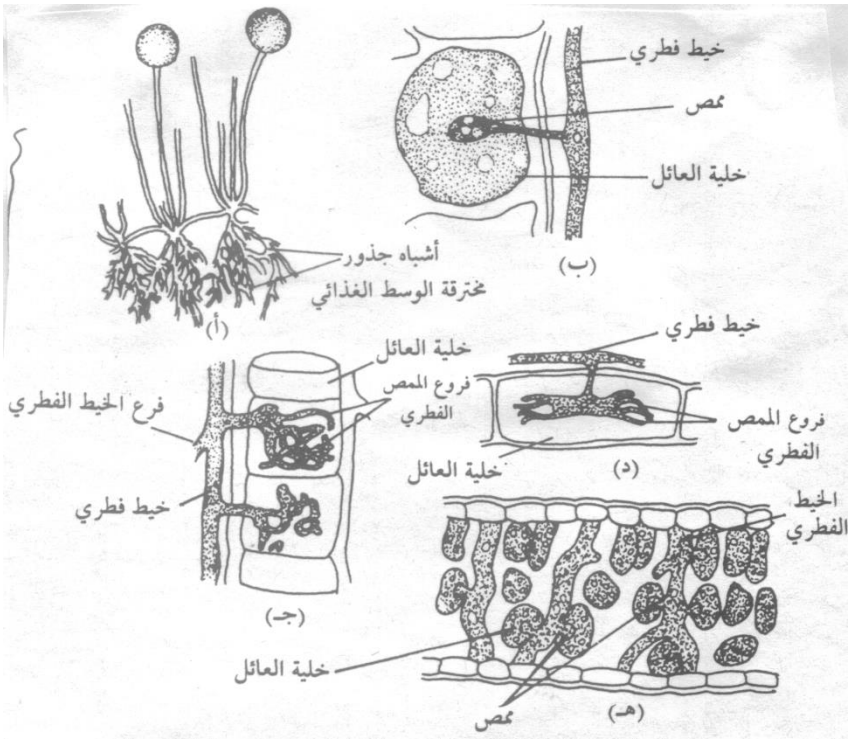
2- أو إلى وجود بعض الأصباغ المختلفة.

هذه الخيوط تتفرع وتتشابك معا لتكون ما يعرف بالميسليوم mycelium الذي يطلق عليه الغزل الفطري وهو الذي يكون جسم الفطر، الخيوط الفطرية غالبا ما تكون متفرعة، والفروع الجانبية لا تختلف في بنيتها عن الخيوط التي تتفرع عنها، ولكنها في الفطريات المتطفلة، كما هو الحال في فطريات البياض الزغبى، والدقيقى، والأصداء حيث تبدى تطورا شكليا خاصا فهذه الفروع تخترق خلايا النبات العائل دون أن تتابع نموها بل تتحول إلى أشكال مستديرة أو بيضيه أو خيطيه متفرعة، يطلق عليها أعضاء الامتصاص أو الممصات (haustoria) يمتص الفطر عن طريقها احتياجاته من المواد الغذائية من النبات العائل.

كل هيفا فطريه تتكون من جدار خارجي رقيق وتجويف داخلي ممتلئ بماده البروتوبلازم، وفى بعض الفطريات الحقيقية يكون بروتوبلازم الهيفا الفطرية مستمرا وفى البعض الأخر تنقسم الهيفا إلى عدد من الخلايا الفطرية تفصلها فواصل عرضيه تسمى septa (المفرد septum) وهذه الفواصل تعمل أيضا على تدعيم الهيفا الفطرية، وهذه الخلايا إما أن تكون وحيده النواة أو ثنائيه أو عديدة الانويه. والحواجز الموجودة بين الخلايا لها فتحه مركزيه تسمح باتصال البروتوبلازم بين خليه وأخرى وفى الفطريات الحقيقية التي لا يوجد في هيفاتها حواجز عرضيه، يطلق عليها هيفات غير مقسمه أو عديمة الحواجز (مدمج خلوي coenocytic = nonseptate) .



شكل (1): (ا) خيط فطرى غير مقسم (مدمج خلوى)، (ب) خيط فطرى مقسم خلاياه احاديه النواه، (ج) خيط فطرى مقسم خلاياه عديده النواه و (د) شكل الحاجز الفطرى.



شكل (2): تحور الخيوط الفطريه، (ا) اشباه الجذور متفرعه عند قاعده حوامل الحوافظ الجرثوميه ومخترقه الوسط الغذائى فى الفطر رايزوبس ستولونيفر، (ب-هـ) طرز متنوعه من الممصات الفطريه.

4- التغذية:

لما كانت الفطريات خاليه تماما من البلاستيدات الخضراء، فأنها تعجز على أن تعيش بذاتها بل لابد لها من الاعتماد على غيرها من الكائنات الحية الأخرى أو المواد العضوية الميتة، لأخذ احتياجاتها من المواد الغذائية، لاسيما المواد الكربوهيدراتيه ولذلك فهي مضطرة للحصول عليها من الكائنات الحية، أو المواد الميتة. اى أنها تعتبر ضمن الكائنات غير ذاتيه التغذية، فالفطريات التي تعيش على غيرها من أحياء، سواء إنسان، أو حيوان، أو نبات تعرف بالمتطفلة Parasitic fungi، إما التي تعيش على بقايا عضويه، أو مخلفات حيوانيه، أو نباتيه فتعرف بالمترممه Saprophytic fungi، والتي تنتهج معيشة تكافلية، اى تتبادل المنفعة مع غيرها من الكائنات تسمى بالفطريات المتكافلة Symbiotic fungi. وتستطيع بعض الفطريات التي تكون عاده طفيليه أن

تعيش أيضا معيشة رميه في غياب عائلها، كما أن بعض الفطريات المترممه يمكنها أن تلجا إلى التطفل على الكائنات الحية، خلال طور من أطوار حياتها، أو تحت ظروف معيشية أخرى. ويمكن تمييز مناهج الحياة المختلفة بين الفطريات فيما يلي :

أ- فطريات اجباريه التطفل Obligate parasitic fungi

وهى التي تعيش في الطبيعة متطفلة على عوائل خاصة تلائمها، ولا تستطيع أن تعيش بعيدا عن عوائلها، ومنها ما يقضى دوره حياته، وينتج كافه طرز جراثيمه على عائل واحد، وتعرف بالفطر وحيد العائل، مثلا فطر بلازموبارا فيتيكولا *Plasmopara viticola* الذي يسبب مرض البياض الزغبى للعنب downy mildew of grapes، ومنها ما هي متباينة العائل مثل فطره صدا الساق الأسود في القمح *Puccinia graminis* التي تقضى دوره حياتها على عائلين مختلفين احدهما عائل نجيلي والأخر نبات البربري، فتكون جراثيم كونيديه على العائل النجيلي وتكون جراثيم بكنيديه، وأخرى أسيديه على نبات البربري.

وتجدر الاشاره 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 منابت تركيبيه لتنميه جميع الفطريات الاجباريه التطفل، وذلك عندما يصبحوا على بينه أكثر بفسيولوجية هذه الفطريات.

ب- فطريات اختياريه التطفل Facultative parasitic fungi

وهى التي تعيش في الظروف الطبيعية مترممه، اى تنتهج منهج الترمم، فتعيش على مواد عضويه متحللة موجودة في التربة، فإذا لم تجد هذه المواد ووجدت عائلا مناسبا فإنها تستطيع التطفل عليه، ومن أمثلتها الفطر المسبب لمرض ذبول القطن التي تتبع جنس *Fusarium* sp. والذي يسبب أمراضا خطيرة للقطن ويوثر ذلك على اقتصاديات بعض البلدان التي جعلت القطن محصولا رئيسيا لها.

ج- فطريات اجباريه الترمم Obligate saprophytic fungi

هي تلك الفطريات التي لا تستطيع أن تعيش على أحياء، بل تعيش على مواد عضويه متحللة، سواء كانت بقايا نباتيه أو حيوانيه، وهى تختلف من حيث قدرتها الانزيميه، مثل فطريات السكر التي لا تستطيع أن تستغل إلا المواد البسيطة كالسكريات، والأحماض الامينيه كفطره البنسيليوم *Penicillium* sp. ومنها فطريات الدبال التي لها قدره أنزيميه كبيره، تستطيع أن تستغل المواد المعقدة الموجودة في الدبال مثل السليلوز واللجنين مثل فطر الترايكودرما *Trichoderma* sp. وغالبيه الفطريات التى تستغل صناعيا، تنتمى الى الفطريات اجباريه الترمم.

د- فطريات اختياريه الترمم Facultative saprophytic fungi

وهى التى تعيش عاده متطفله ولكنها اذا لم تجد العائل المناسب فانها تلجا الى الترمم وتعيش على مواد عضويه فى التربه كما يمكن زراعتها فى المعمل على اوساط غذائيه مختلفه، ومن امثلتها فطر *Rhizoctonia*، *Pythium* .

ز- فطريات متكافله Symbiotic fungi

وهى التى تعيش بطريقه التكافل اى تبادل المنفعه، مع كائنات حيه اخرى كبعض الطحالب مكونا ما يعرف يعرف بالاشن lichens فكل اشنه تتكون من طحلب وفطر يعيشان معا، ككائن مركب يتبادلان المنفعه ويؤدى كل منهما وظيفه لصالح المجموعه، وهى علاقه تكافليه بين الفطريات والطحالب.

وتوجد علاقه تكافليه اخرى، تتمثل فى العلاقه بين جذور نباتات راقيه وفطريات تعيش فى التربه، وتعرف هذه العلاقه بالجذر فطريات mycorrhiza وهى اما تكون خارجيه حيث يحيط غلاف فطرى بالجذر، وتنعدم الشعيرات الجذريه، ويحل محلها امتدادات فطريه تساعد على امتصاص الماء والذائبات، مقابل ذلك يمد الجذر الفطره باحتياجاتها الكربوهيدراتيه. اما فى جذور الفطريات الداخليه فتمضى الفطره جزءا من غزلها الفطرى داخل الجذر بمعنى ان الفطره تكون تشابكات خيطيه داخل الخلايا القشريه الجذريه، وتستطيع ان تهضم ما تحتاجه

بواسطه انزيمات، ويستخلص النبات الراقى من هذه التشابكات بعض من احتياجاته النيتروجينيه، بينما تستمد الفطره من النبات الراقى احتياجاتها الكربوهيدراتيه.

الفطريات الداخليه هى الفطريات التى توجد بداخل النباتات ووجد انها توجد فى اغلب النباتات حيث انها تعمل على حمايه النباتات من الكائنات الحيه الاخرى وذلك بافراز مواد ضاره او تساعد النبات على ان يقاوم الجفاف والعناصر الثقيله فى حين ان النبات يمد الفطر باحتياجاته من الغذاء.

5- درجه الحراره.

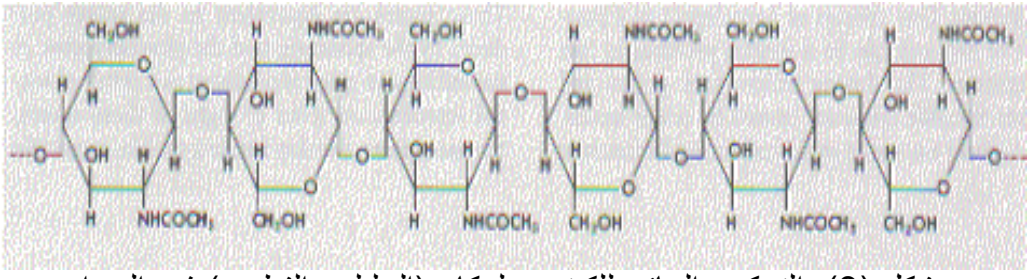
تستطيع غالبيه الفطريات النمو بين درجتى صفر، 35 درجه مئويه، ولكن تقع الدرجه المثلى للنمو فى معظم الانواع الفطريه بين درجتى 20- 30 درجه مئويه هذا وقد ثبتت مقدره انواع فطريه على تحمل درجات حراره بالغه الانخفاض وتسمى الفطريات المحبه للبروده وانواع اخرى تتحمل النمو فى درجات حراره مرتفعه وتسمى فطريات محبه للحراره.

6- الأس الهيدروجينى

تختلف الفطريات عن البكتريا فى كونها كائنات محبه للحموضه الضعيفه ويعتبر الاس الهيدروجينى PH= 6 هو الامثل لنمو غالبيه الفطريات.

7- الجدار.

الفطريات عباره عن مجموعه من الكائنات الحيه تنتمى الى المملكه النباتيه واهم ما يميز المملكه النباتيه عن المملكه الحيوانيه وجود جدار صلب يحيط بها ومن هنا نجد ان اغلبيه الفطريات تحتوى على جدار خلوى من الخارج يحيط بجسم الفطر ويحدد شكله ونلاحظ ان الجدار يتكون من ماده الكيتين جلوكان chitin-glucan تشبه الكيتين الذى يغطى جسم الحشرات والتى هو عباره عن متبلمر وحداته هى اسيتايل الجلوكوز الامينى ويسمى بالسليلوز الفطرى.



شكل (3): التركيب البنائى للكيتين جلوكان (السليلوز الفطرى) فى الجدار الخلوى

8- التواجد والانتشار

تعتبر الفطريات من اكثر الكائنات الحيه انتشارا فى الطبيعه، فهى توجد فى صوره جراثيم او اجزاء من خيوط فطريه فى التربه وتعيش قله منها فى الماء. وتنتشر جراثيمها فى الهواء فاذا ما وجدت وسطا مناسبا ودرجه حراره ملائمه للنمو نبتت لتكون غزلا فطريا، كما انها تعيش فى الاماكن الرطبه والجافه ولكنها تفضل الاماكن الرطبه.

التركيب الداخلى للخليه الفطريه

الخليه الفطريه Fungal Cell

يعرف جسم الفطر بالثالوس Thallus الذى قد يتكون من خليه واحده كما فى فطر الخميره Yeast او مجموعه من الخيوط Hypha تتفرع وتتشابك مكونه ما يعرف باسم الغزل الفطرى Mycelium وكما ذكرنا سابقا فان الخيوط الفطريه الانبوبيه الشكل قد تكون متصله او مقسمه بواسطه جدر عرضيه الى خلايا. وتنمو الفطريات بواسطه النمو القمى وتتفرع فى جميع الاتجاهات وتحتوى الخيوط الفطريه فى معظم الانواع الفطريه على جدار خلوى وبروتوبلازم يبطن جدرها، به فجوات ومواد غذائيه مخزنه.

الخيوط الفطريه Fungal hyphae

يتكون الثالوس الفطرى عاده من خيوط مجهريه تنمو وتتفرع فى جميع الاتجاهات عن طريق النمو الطرفى وتعرف هذه الخيوط عاده باسم الخيوط الفطريه او

الهيفات Hyphae (مفرد هيفا Hypha) تاخذ فى التفرع والتداخل مكونه غزلا فطريا او ميسيليات Mycelia (مفرد: ميسيليوم Mycelium) يرى بالعين ويتراوح سمك الخيط الفطرى 0.5 – 100 ميكرون ويتكون من جدار رقيق مبطن بالبروتوبلازم. قد يكون البروتوبلازم متصلا وتنتشر النويات فى السيتوبلازم ويعرف فى هذه الحاله بالمدمج الخلوىCoenocytic كما فى الفطريات البيضيه Oomycetes والفطريات التزاوجيه Zygomycetes او تتخله مجموعه من الجدر العرضيه تقسم الخيط الى مجموعه من الخلايا وتعرف الجدر العرضيه بالحواجز septa وتحتوى الخلايا الفرديه فى هذه الحاله على نواه او اثنين وتعرف بانها ثنائيه النواه او اكثر من نواتين وذلك حسب نوع الفطر والطور الذى يمر به ففى حاله فطر نيوروسبورا كرازا *Neurospora crassa* يصل عدد الانويه فى الخليه الواحده الى حوالى مائه نواه. ويتواجد الغزل الفطرى المقسم فى الفطريات الزقيه Ascomycetes والفطريات البازيديه Basidiomycetes والفطريات الناقصه Deutromycetes وترتبط بروتوبلاستات الخلايا فى هذه الفطريات عن طريق ثقب مركزى فى كل حاجز.

ياخذ الغزل الفطرى اثناء مراحل معينه من دوره حياه غالبيه الفطريات فى الانتظام الى انسجه مفككه او كثيفه التشابك وقد تكون الخيوط الفطريه المكونه له متوازيه بعضها مع بعض الى حد ما، والبرانشيمى الكاذب Pseudoparenchema والتى تشبه برانشيما النباتات الراقيه وهى بيضاويه الشكل، وتكون البرانشيما الكاذبه طرزا متعدده من التراكيب الجسديه والتكاثريه، ومن امثله هذه التراكيب الجسديه الحشيه الثمريه Stroma او الجسم الحجرى Sclerotium فالاول تركيب جسدى مدمج تتواجد عليه او بداخله الاجسام الثمريه، اما الثانى فجسم صلب ساكن يقاوم الظروف الخارجيه ثم ينبت عند تحسن تلك الظروف وقد يظل على حاله سكونه هذه لفترات زمنيه طويله.

الجدار الخلوى Cell Wall

خلايا الفطريات (ما عدا الفطريات الهلاميه) تشبه خلايا النباتات الخضراء من حيث المظهر العام حيث تحاط الخليه الفطريه بجدار خلوى صلب يختلف فى تركيبه الكيميائى من الفطريات الدنيئه الى الراقيه، حيث يكون السليلوز فى بعض الانواع المكون الرئيسى لجدار الخليه ولكن فى معظم انواع الفطريات وخاصه الطرز الارقى، فان جدار الخليه يتكون بالدرجه الرئيسيه من ماده الكيتين – جلوكان chitin glucan تشبه الكيتين الذى يغطى جسم الحشرات والتى هى عباره عن متبلمر وحداته هى اسيتايل الجلوكوز الامينى، ويسمى بالسليلوز الفطرى. وقد كان لاختراع المجهر الالكترونى اهميه كبرى فى كشف التركيب الدقيق للخلايا الفطريه اذ اظهرت الدراسات الدقيقه بواسطه هذا المجهر ان ماده الجدار الخلوى تتكون من طبقه واحده او عده طبقات من اليياف دقيقه microfibers تكون مطموره داخل ماده اساسيه.

ويعمل الجدار الخلوى على حمايه وحفظ شكل الخليه ويعتبر من اهم المكونات الخلويه غير الحيه. وهناك قله من الفطريات تفتقر الى وجود جدار خلوى فى اجسادها الاميبيه شبه الحيوانيه ويطلق على هذه الفطريات بالفطريات الهلاميه Slime moulds والتركيب الجسدى للفطريات الهلاميه هو بلازموديوم Plasmodium.

ووجود هذا الجدار الخلوى فى الفطريات لا يعنى فصل الماده الحيه فى الخلايا عن بعضها. ففى تلك الهيفات المقسمه يتم اتصال الماده الحيه بواسطه خيوط سيتوبلازميه دقيقه Cytoplasmic strands تمر من خلال ثقب مركزى على جدار الحاجز.

البروتوبلازم Protoplasm

يطلق عاده على وحده الماده الحيه داخل جسم الكائن الحى لفظ بروتوبلازم Protoplasm اما وحده الماده الحيه داخل الخليه فهى البروتوبلاست Protoplast تحاط بالجدار الخلوى غير الحى. ترعى هذه الماده الحيه كل

مظاهر الحياه المختلفه فى جسم الكائن الحى من تغذيه، تنفس، تكاثر واستجابه للموثرات الخارجيه وغيرها مما يتميز به الكائن الحى. يبدو البروتوبلازم كسائل بسيط الا انه فى الحقيقه نظام ديناميكى معقد، له القدرات المميزه للحياه كما انه تحلله الكيمائى يعرضه للتلف. وهو يحتوى على مواد عضويه وغير عضويه ويشتمل على سائل شفاف عديم اللون قليل اللزوجه يعرف بالسيتوبلازم Cytoplasm كذلك يحتوى على جسم كروى او اكثر يعرف بالنواه Nucleus بالاضافه الى عدد كبير من الاجسام البروتوبلازميه وهى الشبكه الاندوبلازميه Endoplasmic reticulum - الريبوزومات Ribosomes ، الميتوكوندريا Mitochondria و اجسام جولجى Golgi bodies.

<u>يكون السيتوبلازم</u> الجزء الرئيسى من البروتوبلازم وهو سائل شفاف محبب يظهر تحت الميكرسكوب الضوئى كسائل عديم اللون به حبيبات دقيقه ويظهر السيتوبلازم تحت الميكرسكوب الالكترونى اكثر تعقيدا ويحتوى على جهاز معقد من الجسيمات الدقيقه والاغشيه ويطلق على مجموعه الاغشيه اسم الشبكه الاندوبلازميه ويعتقد انها مركز كثير من العمليات الحيويه التى تحدث بالخليه وخصوصا عمليات البناء والتحولات الغذائيه وينتشر بالسيتوبلازم مجموعه من حبيبات دقيقه تعرف بالريبوسومات ملامسه لجدار الفجوه، تلعب دورا مهما فى عمليه تخليق البروتين فى الخليه وهى تختلف عن النبات الراقى فى موضعها حيث توجد به الريبوسومات على سطح الشبكه الاندوبلازميه.

يفصل السيتوبلازم عن جدار الخليه غشاء رقيق يعرف باسم الغشاء البلازمى الخارجى Ectoplast وتعرف الطبقه الداخليه من السيتوبلازم والملاصقه للفجوه العصاريه Cell vacuole بالغشاء البلازمى الداخلى Tonoplast وتحمل نفس صفات الغشاء البلازمى ويقل حجم السيتوبلازم فى الخلايا المتقدمه العمر ويبدو كشريط رقيق يبطن جدار الخليه البالغه. توجد بالسيتوبلازم مواد غذائيه مخزنه فى صوره دهون Lipids وحبيبات الجلكوجين Glycogen الامر الذى يكسبه مظهرا محببا.

النواه فى خلايا الفطريات واضحه ومركبه تركيبا منظما كما فى النباتات الراقيه. وفى الفطريات التى تكون خيوطها هيفات غير مقسمه بحواجز عرضيه تكون الانويه منتشره بصوره متجانسه خلال السيتوبلازم، اما كل خليه من خلايا الخيوط المقسمه بحواجز عرضيه فتحتوى على نواه واحده او نواتين او اكثر وذلك على حسب:-

1- نوع الفطر
2- الطور الذى يمر به خلال دوره حياته

وتوجد حالات تكون فيها الخليه الفطريه محتويه على عدد كبير جدا من الانويه كما فى حاله فطر نيوروسبورا كراسا *Neurospora crassa* الذى يصل فيه عدد الانويه الى حوالى المائه فى الخليه الواحده. وحجم النواه الفطريه دقيق اذ يتراوح قطرها عاده بين 1 الى 3 ميكرون، وشكلها عاده كروى، ومحاطه بغشاء نووى مزدوج توجد به ثقوب تعمل كممرات لتبادل المواد الغذائيه، وغيرها بين النواه والسيتوبلازم. وخاصيه وجود غشاء نووى محدد فى الفطريات يمثل احد الفروق المهمه التى تميز الفطريات كمجموعه عن البكتريا كمجموعه اخرى والتى تتضمن الاكتينوميسيتات المعروفه باسم الفطريات الشعاعيه. وبفضل المجهر الالكترونى امكن تمييز النويه nucleolus والكروموسومات داخل النواه، ورغم صغر حجم الكروموسومات فى الخلايا الفطريه فقد امكن تحديد عددها فى بعض الفطريات، ولكن كثيرا ما تكون هذه الكروموسومات الصغيره فى حاله متجمعه، مما يصعب معه تمييز رؤيتها بوضوح واجراء عدها بدقه.

يحتوى سيتوبلازم الخليه الفطريه على عدد من الميتوكوندريا Mitochondria وهى عباره عن اجسام حيه دقيقه الحجم تختلف فى الشكل والحجم تبعا:-

1- لنوع الفطر واطوار دوره حياته.
2- كما يتاثر ذلك ايضا بالمؤثرات الخارجيه والظروف البيئيه التى يعيش فيها الفطر.

وتظهر بواسطه الميكروسكوب الالكترونى وباستعمال طرق صباغه خاصه محاطه بجدارين، الخارجى منتظم والداخلى منثنى داخل جسم الميتوكوندريون مكونا ثنيات ويوجد داخل الميتوكوندريون مجموعه الانزيمات اللازمه لعمليه التنفس Respiration وانتاج الطاقه اللازمه للخليه.

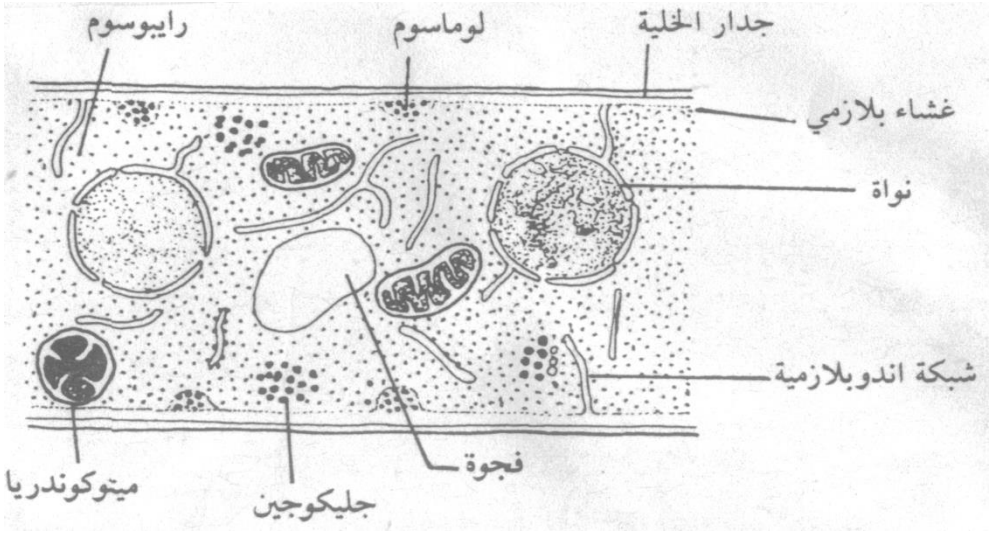
تحتوى الخلايا الفطريه بين الجدار الخلوى والغشاء البلازمى الخارجى على عدد من الاجسام البروتوبلازميه مختلفه الشكل والحجم تعرف باسم اللوموسومات Lomasomes يعتقد ان لها علاقه بعمليه تكوين الجدار الخلوى. توجد اجسام جولجى Golgi bodies بالسيتوبلازم الفطرى وهى تشبه تلك الموجوده بالنبات الراقى ويطلق عليها الديكتيوسومات Dictyosomes وبالرغم من الاعتقاد السائد بان لها علاقه بعمليه الافراز وتكوين الفجوات داخل الخلايا النباتيه للنباتات الوعائيه الا انه لم يستدل على وظيفتها بالخليه الفطريه حتى الان.

<u>الفجوات، والجليكوجين، والقطرات الزيتيه</u>، ومواد اخرى توجد بصوره اعتياديه فى السيتوبلازم، اما النشا فلا يوجد على الاطلاق فى الفطريات. اذ تحل محله النشا الحيوانى (الجليكوجين glycogen) الذى يشبه فى التركيب الكيميائى. وتوجد الدهون والاحماض العضويه بشكل واسع فى الخلايا الفطريه ولكن كميتها قليله تصل الى 1-2 % من الوزن الجاف للاجسام الحجريه، كذلك يشاهد فى اكثر الفطريات انتشار ماده الفوليوتين Volutine. ولها شكل حبيبات صغيره، متوزعه فى البروتوبلازم، وهى تتركب من احماض نوويه متحده مع الفوسفات ومواد عضويه اخرى.

ونظرا لاختلاف الفطريات عن الطحالب اختلافا جوهريا من حيث خلوها من البلاستيدات الخضراء وصبغ الانثوسيانين anthocyanin فان لون الفطريات تسببه بعض الاصباغ ذات الطبيعه الكيميائيه المختلفه، وهذه الاصباغ موجوده فى الاغلفه الخلويه، او فى البروتوبلازم، او فى الفجوات، ولكن ليس لها اى دور وظيفى، او فسيولوجى فى حياه الخليه. اذ انها تمثل فقط احدى النواتج الايضيه الخلويه، وقد تفرز خلايا الفطر هذه الاصباغ الى الخارج فتلون الوسط الذى ينمو

عليه الفطر بالوان مميزه. مثل تلك التى تكون فى الاوساط الغذائيه لفطريات البنسيليوم والاسبيرجيللس، واكثر هذه الاصباغ عباره عن احماض عضويه مختلفه.

وتتفاوت نسبه وجود العناصر المختلفه الاخرى فى الخليه الفطريه ، اذ انه عند تحليل الرماد المتخلف بعد الثالوس الفطرى تبين وجود عناصر الكربون، النيتروجين، الهيدروجين، الاكسجين، الكبريت، الفوسفور، البوتاسيوم، الماغنسيوم والحديد وتوجد هذه العناصر فى جميع الفطريات حيث تدخل فى تركيب البروتينات.



شكل (4): التركيب الدقيق لجزء من خيط فطرى غير مقسم.

التركيب الكيميائى للخليه الفطريه Chemical composition of fungal Cell

التركيب الكيميائى للخلايا الفطريه الحيه غايه فى التعقيد حيث يتطلب طرقا خاصه للفصل والتحليل والتعريف.

التركيب الكيميائى للجدارالخلوى Cell Wall

بدات محاوله دراسه التركيب الكيميائى للخليه الفطريه منذ سنه 1898 م حيث اثبت فان وسلنج ان جدر خلايا عديده من الفطريات تحتوى على احد السكريات العديده وهو الكيتين وهو احد امينات السكريات العديده ويوجد اساسا فى اللافقاريات. هذا وقد وجد ان التركيب الكيميائى لجدر الفطريات خليط مركب من مواد متكاثفه وان انواع هذه المواد المتكاثفه قد تختلف:

1- بين المجموعات الفطريه المختلفه.
2- وفى نفس الفطر فى مراحل مختلفه من حياته.

كما اوضحت الدراسه باستخدام الميكروسكوب الالكترونى ان جدر الخلايا الفطريه معقده للغايه وتشبه فى شكلها الشبكه التى تتكون من خيوط دقيقه جدا تملا الفراغات البين شبكيه بحشوه من مواد متكاثفه. يعتبر الكيتين من اكثر المواد المكونه لجدر الخلايا شيوعا فى غالبيه الفطريات، وهو عباره عن سلسله لاعداد كبيره من الاستيل جلوكوز امين. وتختلف نسبه الكيتين فى الفطريات المختلفه حيث يشكل 5 % من الوزن الجاف لجدر فطر شيزوفيلم *Schizophyllum* الى 60 % من جدر فطر سكليروشيم *Sclerotium* وينعدم تماما وجود الكيتين فى جدر خلايا الفطريات البيضيه Oomycetes والتزاوجيه Zygomycetes حيث يحل محله:-

1- الكيتوزان فى الفطريات التزاوجيه Zygomycetes وهو عباره عن متكاثف ذى وحدات من جزيئات الجلوكوز امين.
2- السليولوز فى الفطريات البيضيه عباره عن متكاثف لوحدات الجلوكوز.

يعتبر متكاثف الفا – الجلوكان اكثر السكريات المعقده شيوعا فى كل الفطريات الخيطيه فيما عدا الفطريات التزاوجيه وكذلك فطر عيش الغراب *Agaricus* اما بيتا – جلوكان فهو واسع الانتشار بجدار الفطريات البازيديه والزقيه. يعتبر ايضا الجالاكتوز امين احد احد مكونات الجدر الخلويه للفطريات الزقيه، اما عديد

اليورونيد Polyuronides فهو مركب متكاثف من الجلوكوز الحامضيه المكون الاساسى بجدر فطر الميوكر *Mucor*.

بعد تحليل جدر عدد كبير من الخلايا الفطريه المختلفه تم تعريف اربعه انواع من السكريات موجوده ولكن بتركيزات ضئيله للغايه ومنها:-

1- سكر المانوز والجالاكتوز فى جدر خلايا الفطريات الزقيه.
2- المانوز و الفيوكوز والزيلوز بجدر خلايا الفطريات البازيديه والتزاوجيه.

وبالاضافه الى المتكاثفات السكريه المختلفه وجد ان الجدر الفطريه تحتوى عاده على نسبه 10 – 15 % من الوزن الجاف من البروتينات ونسبه 5-10 % من الدهون، يتكون بروتين جدر الخلايا الفطريه من 14 حمضا امينيا وقد ثبت وجود الحامض الامينى Hydroxyl-Prolin فى جدر الخلايا التى تحتوى على سليلوز بينما لا يوجد فى جدر الخلايا الفطريه التى تحتوى على كيتين.

تنتشر فى جدر خلايا الفطريات انواع من الاصباغ المعقده وهى الميلانين ويعتبر احد نواتج الايض الثانوى يكون الميلانين نسبه 20% من الوزن الجاف للجدار فى الغزل الفطرى المسن. ويترسب الميلانين على السطح الخارجى لخيوط الغزل الفطرى ويعمل على حمايه الخلايا من الاشعه الكونيه والاشعاعات فوق البنفسجيه.

التركيب الكيميائى للسيتوبلازم Cytoplasm

يتكون السيتوبلازم اساسا من الماء، البروتينات، الدهون، المواد السكريه و الاحماض النوويه وذلك بالاضافه الى الاحماض العضويه وغير العضويه. بعض هذه المواد يوجد فى حاله غرويه بينما الاخر فى صوره محاليل حقيقيه وتوجد الدهون على هيئه اشباه مستحلبات. تتاثر كميات هذه المركبات بصوره او باخرى فى الفطريات بنوع وتركيب الوسط المحيط بالفطر ونتناول فيما يلى مكونات السيتوبلازم وهى:

1- الماء Water

يعتبر الماء من اهم مكونات الخليه الفطريه، حيث تتراوح نسبه المحتوى المائى الخلوى 85-90 من الوزن الطرى للغزل الفطرى بينما تقل هذه النسبه كثيرا فى الجراثيم الكونيديه فى معظم انواع الفطريات حتى تصل الى قرابه 25% من الوزن الطرى للجراثيم. يعتبر الماء وسط الانتشار للمركبات الغرويه بالسيتوبلازم، كذلك وسط كل التفاعلات الحيويه ومنها تفاعلات التحلل المائى الانزيميه Hydrolysis للبروتينات، الكربوهيدرات الثنائيه، المعقده والدهون.

2- المكونات المعدنيه للخليه Mineral Constituent of Cell

يمكن الاستدلال على العناصر المعدنيه الخلويه وذلك بحرق الغزل الفطرى حرقا تاما عند درجات حراره عاليه، فان الرماد المتبقى يختلف محتواه حسب نوع الفطر والوسط الغذائى النامى عليه. وتختلف نسبه الرماد من 2 – 14 % من الوزن الجاف بينما ترتفع الى ثلاثه اضعاف هذه النسبه برماد الجراثيم الفطريه فى عدد كبير من الفطريات. يعتبر الفوسفور، البوتاسيوم، الصوديوم، المغنسيوم، الكالسيوم، الحديد، السليكون والكلور من اهم العناصر المعدنيه الشائعه برماد الغزل الفطرى بينما توجد المولبيدتيم، الكوبلت، البورون، المنجنيز، الزنك، النحاس وغيرها بكميات قليله جدا.

3- المكونات النيتروجينيه Nitrogen Constituent

يختلف المحتوى النيتروجينى فى الانواع المختلفه من الفطريات ، فهو حوالى 2.25% من الوزن الجاف للغزل الفطرى فى حاله كوبرينس رديارينس *Coprinus radianrus* و 5.13 فى حاله تريكودرما ليقنوريم *Trichoderma lignorum* ويتميز الغزل الفطرى الحديث بزياده محتواه النيتروجينى عن الغزل الفطرى المسن. يدخل النيتروجين فى تكوين البروتينات والانزيمات فى الخليه كذلك الاغشيه البلازميه بالاضافه الى الكيتين المكون

للجدار الخلوى، الاحماض الامينيه الحره، اليوريا الذى يكثر وجوده فى الفطريات البازيديه والاحماض النوويه فى الخليه.

4- المواد السكريه Carbohydrates

تكون المواد السكريه والكحولات العليا مثل المانيتول حوالى 12-18 % من الوزن الجاف للخليه الفطريه . تدخل السكريات العديده فى تكوين الجدار الخلوى، بالاضافه الى البروتينات والدهون . كما يخزن فى مكونات الغزل الفطرى العديد من السكريات. ويعتبر اكثر هذه السكريات شيوعا الجلوكوز والجالاكتوز بالاضافه الى الجليكوجين الذى يكون قرابه 5 % من الوزن الجاف للغزل الفطرى والجراثيم . ويوجد سكر المانوز فى فطر الخميره بينما يندر وجوده فى الفطريات الاخرى.

5- الدهون Lipids

تتراوح النسبه الكليه للدهون فى الغزل الفطرى من 10-40 % من الوزن الجاف وتختلف هذه النسبه حسب نوع الفطر وظروف التنميه. وتعتبر الفطريات ذات المحتوى الدهنى اكثر من 20 % من الوزن الجاف لغزلها الفطرى عاليه المحتوى الدهنى ومنها اجناس فيوزاريوم .*Fusarium* sp، اسبرجيلس .*Aspergillus* sp، بنسيليوم .*Penicillium* sp، ميوكر .*Mucor* sp و توريولا .*Torul*a sp.

وتوجد الدهون الفطريه فى عده صور مختلفه منها:

الاحماض الدهنيه Fatty acids و الدهون المتعادله Neutral fat والشموع Waxes و الفوسفولبيدات Phospholipids

وتشكل الاحماض الدهنيه نسبه اكثر من 88 % من وزن الدهون الكلى فى الغزل الفطرى، اما الفوسفولبيدات ففى الغالب تكون اقل من 10 % ، تكون الفطريات ماده الستيرولات Sterols بنسبه لا تتجاوز 1 % من الوزن الجاف وتتاثر هذه النسبه بنوع الوسط الغذائى الذى ينمو عليه الفطر.

التكاثر فى الفطريات Fungal Reproduction

يقصد بعمليه التكاثر انتاج افراد جديده لها نفس الخصائص المميزه لنفس النوع وعاده تتكاثر بطريقتين:

1- تكاثر لا جنسى Asexual Reproduction وهو التكاثر الذى لا يتضمن اندماجا بين انويه او بين خلايا او اعضاء تكاثريه ويعرف احيانا بالتكاثر الخضرى او التكاثر الجسدى.

2- تكاثر جنسى Sexual Reproduction وهو يتضمن اندماجا بين نواتين متالفتين.

تنبثق الاعضاء التكاثريه فى غالبيه الفطريات من جزء من الثالوس بينما تواصل بقيه الاجزاء الجسديه العاديه نشاطها ونموها.

التكاثر اللاجنسى Asexual Reproduction

يعد التكاثر اللاجنسى الاكثر اهميه بل الاكثر شيوعا لتكاثر النوع فى الفطريات وذلك لان

1- تعتبر فتره الدوره اللاجنسيه قصيره فهى تتكرر عده مرات خلال الموسم الواحد.

2- ينتج عنها فطريات عديده.

3- تتم بطرق مختلفه وعديده حيث تعرف احيانا بانها ايه طريقه ينتج عنها افراد جديده دون تزاوج بين الاعضاء الجنسيه او الانويه او الخلايا.

طرق التكاثر اللاجنسى.

1- الطريقه الخضريه او التجزؤ الجسدى (Vegetative or Method Fragmentation)

تفتت وتجزؤ الهيفات وانفصالها هى من الطرق المالوفه للفطريات، بحيث اذا تفتت الخيط الفطرى لعده وحدات كل وحده تحتوى على خليه سليمه، او اكثر فان

هذه الفتاته الفطريه تستطيع ان تعطى غزلا فطريا اذا هيات لها الظروف المناسبه والظروف الفسيولوجيه والبيئيه المواتيه، وفى اغلب الاحيان يستغل تفتت الغزل الفطرى فى المعمل للمحافظه على نمو المزارع الفطريه على المنابت الصناعيه، وذلك بنقل قطعه صغيره من الغزل الفطرى الى منابت جديده لبدء مستعمره جديده.

2- الانشطار المستعرض Transverse Fission

ويحدث هذا النوع من التكاثر غالبا فى الفطريات وحيده الخيه مثل فطريات الخميره، وهو يشبه ما يحدث فى الخلايا البكتيريه، وفيه تاخذ كل خليه فى الاستطاله ثم تنقسم نواتها الى نواتين، ثم يتخصر وسط الخليه حتى تنفصل الى خليتين كل خليه تحتوى على نواه واحده.

3- التبرعم Budding

يبدأ بظهور بروز خارجي من الخلية الأم يسمى البرعم bud، وتنقسم نواه الخلية الأم أثناء تكوين البرعم وتنتقل إحدى النواتين البنويتين إليه، ويأخذ حجم البرعم في الازدياد وهو مازال متصلا بالخلية الأم، ولا يلبث أن ينفصل عنها مكونا فردا جديدا، وقد تنتج في بعض الأحيان سلسله من البراعم لتكون غزلا فطريا قصيرا، ويحدث التبرعم في غالبيه فطريات الخميرة، وفطره التافرينا، وبعض فطريات التفحم.

4- تكوين وحدات خاصة

تستطيع كل وحده لا جنسيه تحت الظروف المناسبة أن تعطى غزلا فطريا جديدا وهذه الوحدات اللاجنسيه ما هي إلا بمثابة طرز نمو بمعنى إنها ليست مهياه للصمود ضد الظروف العدائية، ولكنها تعد بمثابة وحدات لسرعه انتشار الفطر أثناء الظروف المهياه المواتيه، ومن أمثله الوحدات اللاجنسيه التي تعد بمثابة طرز نمو أكثر منها جراثيم حقيقية الاويدات Oidia (مفردها Oidium) أو الجراثيم المفصلية Arthrospores حيث تتكون بالتخصر الجزئي بين الخلايا لكنها تحتفظ كل وحده بكافه خواصها الاصليه، وتنتشر مثل هذه الطريقة بين

بعض الفطريات المتطفلة لكي تستطيع أن تنتشر أثناء وجود العائل وتوفر الظروف البيئية المواتية.

5- تكوين الأجسام الحجرية Sclerotia

بعض الفطريات الحقيقية وخاصة الفطريات الزقيه تتجمع فيها الهيفات الفطرية لتكون جسم صلب محكم يسمى بالجسم الحجري Sclerotium وتمتلئ خلاياه بالمواد الغذائية، وهذه الاجسام ما هى الا تركيبات كامنه او مستريحه تمكن الفطر من تحمل الظروف البيئيه غير المناسبه وعندما تصبح تلك الظروف ملائمه للفطر فان تلك الاجسام الحجريه تنبت معطيه وساده او اكثر (Stroma) الجمع Stromata

6- تكوين جراثيم كلاميديه Chlamydospores

فى بعض الفطريات الحقيقيه تغلف الخلايا بجدار سميك قبل الانفصال عن بعضها البعض مع تخزين مواد غذائيه فتسمى عندئذ بالجرثومه الكلاميديه، وهى اما ان تكون مفرده، او فى سلاسل، او بينيه واحيانا تكون طرفيه وتعمل كجراثيم كامنه او مستريحه وتستطيع بذلك مقاومه الموثرات المناخيه، وعندما تتهيا لها الظروف فانها تنبت معطيه ميسليوم جديد، وتوجد هذه الجراثيم بكثره فى اجناس ميوكر *Mucor* sp.، بيثيوم *Pythium* sp. وفيوزاريوم *Fusarium* sp.

7- انتاج الجراثيم (الابواغ) Spores

تعد الجراثيم او الابواغ اكثر طرق التكاثر اللاجنسى شيوعا بين الفطريات وتتفاوت فى اللون والشكل والحجم وعدد الخلايا، فقد تكون شفافه او غامقه اللون ، ويعتبر الميكرون Micron الوحده المعياريه فى قياس الجراثيم ، وذلك لدقتها. ويختلف طول الجرثومه من ميكرون واحد او اقل الى ملليمتر او اكثر قليلا ، وهى توجد اما منفرده او على صوره تجمعات. وتنقسم الجراثيم حسب الكيفيه التى تحمل بها وطرق تكوينها الى مجموعتين:

أ- الجراثيم الداخليه

وهى تتكون داخل حافظه او كيس ومن اشكالها:-

1- **الجراثيم السابحه Zoospores** وتتكون داخل حافظه يطلق عليها Zoosporangium وتظهر هذه الجراثيم فى دوره حياه كثير من الفطريات المائيه، او التى تميل للعيش فى وسط رطب، والجرثومه السابحه عباره عن كتله بروتوبلازميه عاريه ذات اشكال مختلفه ومزوده بسوط او اكثر يساعدها على العوم والسباحه ويختلف عددها ، ومكانها فتكون اما اماميه او خلفيه او جانبيه.

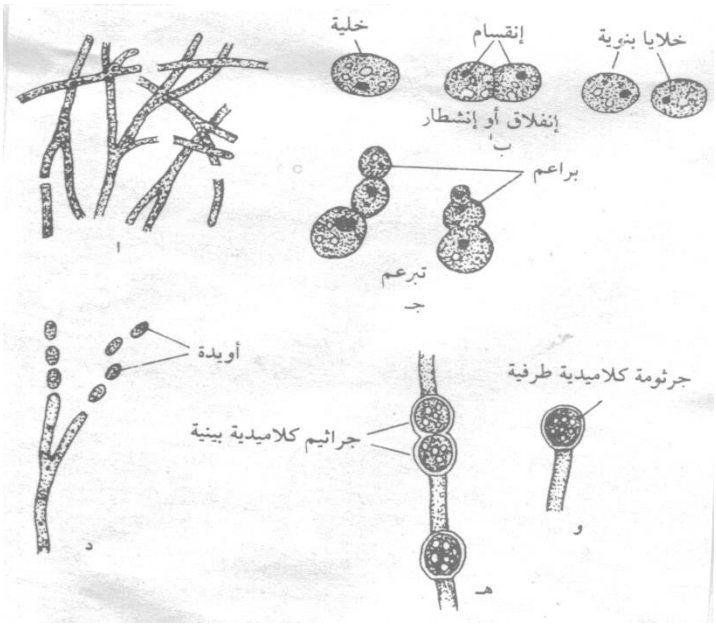
2- **الجراثيم الحافظيه Sporangiospores** وتتكون داخل اكياس او حوافظ جرثوميه Sporangia وتتميز بانها غير مسوطه (Aplanospores) وتحاط عاده بجدار خلوى. وعندما تنضج فانها تنطلق من الحافظه بعد تمزقها او تحللها وتعتمد فى انتشارها على التيارات الهوائيه. وهذا النوع من الجراثيم تنتجها عاده الفطريات الارضيه بوفره حيث تنثرها الرياح وعند تساقطها على بيئه ملائمه تنبت لتعيد دوره حياه الفطر. وتحمل الحوافظ الجرثوميه عاده على هيفا متخصصه تسمى حامل الحافظه الجرثوميه Sporangiophore كما فى فطره عفن الخبز *Rhizopus stolonifer*.

ب- **الجراثيم الخارجيه**

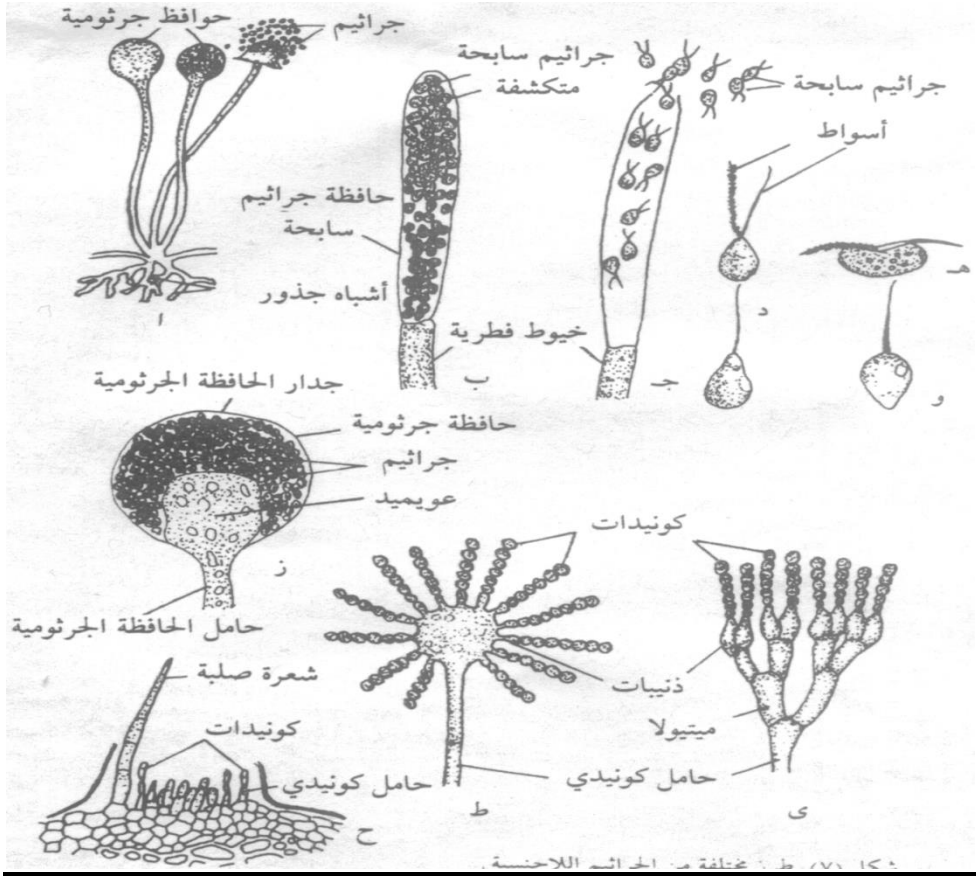
ويطلق عليها الجراثيم الكونيديه Conidiospores او الكونيدات Conidia (المفرد Conidium)، وهذه الجراثيم غير متحركه تنتظم خارجيا على التراكيب المولده لها، او بمعنى اخر على الحوامل الكونيديه Conidiophores كما فى فطرتى الاسبيرجيللس والبنسيليوم وتختلف الجراثيم الكونيديه فى الشكل، واللون والحجم، والترتيب، وعدد الخلايا وهى توجد اما منفرده كما فى فطرتى *Phytosphora* sp. *Pythium* sp. او فى سلاسل كما فى فطرتى البنسيليوم والاسبيرجيللس او فى مجاميع تبقى معلقه داخل قطره مخاطيه على شكل راس لامع سيفالوسبوريوم. وبعض الفطريات ينتج شكلا واحدا من الجراثيم

الكونيديه الا ان معظمها ينتج اكثر من شكل واحد قد يصل فى بعض الاحيان الـى اربعه اشكال.

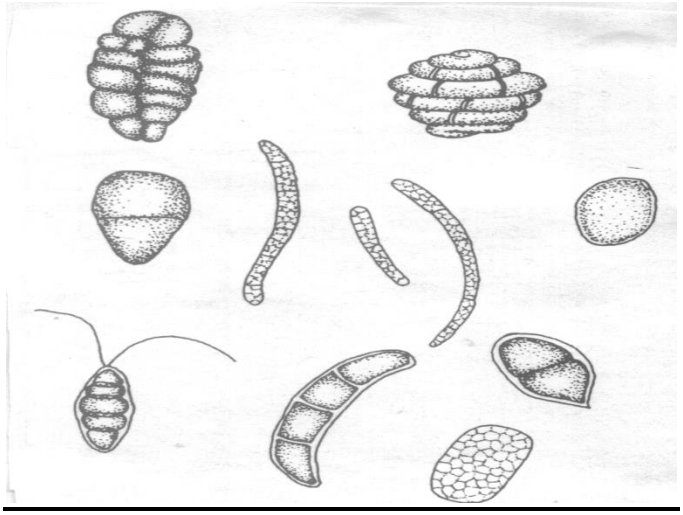
ويتوقف تصنيف كثير من الفطريات على شكل وحجم ولون الجـراثيم الكونيديـه. هذه الكونيدات اما انها تتولد مباشره على الاغزال الفطريه، او على حوامل منبثقه منها جانبيا، وكما سبق فان هذه الكونيدات تختلف من حيث احجامها والوانها ومـا تحتويه من اصباغ، وطريقه انقساماتها الداخليه فهى اما مقسمه بحـواجز عرضـيه الى عدد من الخلايا كما هى الحال فـى الجـراثيم الكونيديـه لفطـر هلمنثوسـبوريوم *Helminthosporium* sp. وفطر فيوزاريـوم *Fusarium* sp. او تظهـر الحواجز العرضيه والطوليه وتصبح الجرثومه كتله من الخلايا كما هو الحال فـى الجراثيم الكونيديه لفطر الترناريا *Alternaria* sp. كل هـذه المعـايير تعـد مـن الاهميه بمكان لتصنيف الفطريات والتعرف عليها فى شتى المجالات .



شكل (5): الطرق المختلفه للتكاثر الخضرى فى الفطريات الحقيقيه: (ا)- التجزؤ، (ب)- الانفلاق، (ج)- التبرعم، (د)- تجزؤ الغزل الفطرى الى اوايدات (هـ)- جراثيم كلاميديه بينيه، (و)- جراثيم كلاميديه طرفيه.



شكل (6): طرز مختلفه من الجراثيم اللاجنسيه: (أ)- حوافظ جرثوميه، حوامل جرثوميه وحوافظ جرثوميه فى فطر رايزوبس ستولونيفر. (ب)- حافظه جرثوميه اسطوانيه تحتوى على جراثيم سابحه مكتشفه. (ج)- حافظه الجراثيم السابحه وقت خروج الجراثيم منها. (د)- جراثيم سابحه ابتدائيه احداها ثنائيه السوط والاخرى احاديه السوط الامامى.(ه)- جراثيم سابحه ثانويه ثنائيه السوط و- جراثيم سابحه ثانويه احاديه السوط الامامى. (ز)- حافظه جرثوميه ناضجه فى فطر رايزوبس ستولونيفر تحتوى على الجراثيم الحافظيه. (ح)- قطاع فى الاسيرفيوله لفطر كوليتوتريكم تبين الشعره الصلبه والكونيدات المحموله على الحوامل الكونيديه. (ط)- حامل كونيدى لفطر الاسبيرجيللس ينتهى بصف واحد من الذنيبات التى تحمل سلاسل من الكونيدات. (ى)- حامل كونيدى شبيه بالفرشاه لفطر البنسيليوم ينتهى بصفين من الذنيبات التى تحمل سلاسل من الكونيدات.



شكل (7): اشكال مختلفه من الجراثيم اللاجنسيه.

وتجدر الاشاره الى ان الحوامل الكونيديه تتكون بصوره منفرده على سطح الميسيليوم، او تتكون بصوره مجتمعه فى الداخل، او على تركيبات خاصه تختلف فى الشكل ومنها:

البكنيده او الوعاء البكنيدى Pycnidium

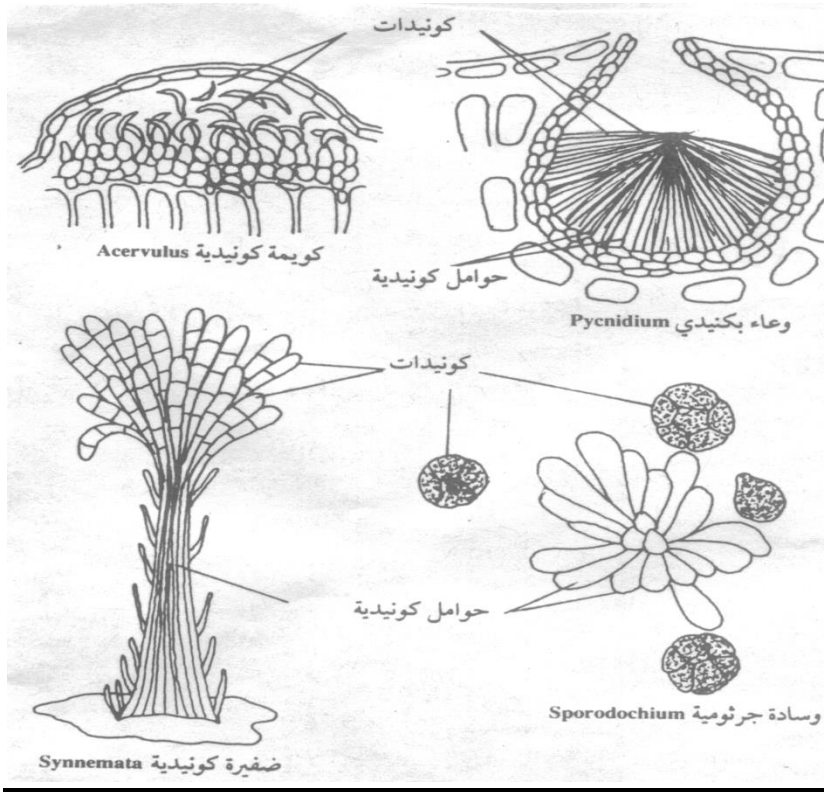
وهو وعاء يشبه الدورق او الفنجان يكون عاده مدفونا فى الوسط الذى ينمو عليه الفطر وبه فتحه Ostiole تخرج عن طريقها الجراثيم التى تسمى الجراثيم البكنديه Pycnidiospores على حاله كتل او لولب طويل او خيوط رفيعه.

اسيرفيوله Acervule

وهو تركيب قليل الانخفاض طبقى الشكل يتكون من وساده هيفيه تحمل حوامل قصيره تتكون عليها الجراثيم الكونيديه، التى تتعرض للخارج بعد تمزق بشره النبات العائل.

اسبورودوكيوم Sporodochium

وهو يشبه التركيب السابق الا ان الوساده الهيفيه واضحه التكوين، والحوامل الكونيديه متزاحمه ومتداخله وطويله، وعاده يظهر هذا التركيب فى كثير من الفطريات كما فى افراد الفصيله Tuberculariaceae ومنها فطر الاكرومنيم *Acromonium* sp.



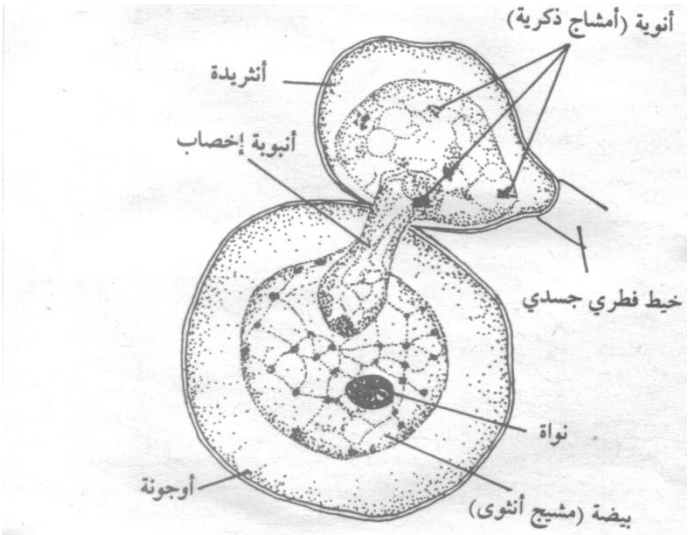
شكل (8): اربعه طرز من الاجسام االثمريه اللاجنسيه التى يمكن مشاهدتها بكثره فى الفطريات الزقيه. (ا) وعاء بكنيدى فى فطر سبتوريا Septoria (ب) كويمه كونيديه (اسيرفيوله) فى فطر مارسونينا Marssonina
(ج) وساده جرثوميه (سبورودوكيوم) فى فطر ابيكوكم Epicoccum
(د) ضفيره كونيديه (سينيماتا) فى فطر ارثروبرتريم Arthrobotryum

التكاثر الجنسى Sexual Reproduction

معظم الفطريات الحقيقيه تتكاثر جنسيا باستثناء الافراد التابعه لمجموعه الفطريات الناقصه (Deutromycetes) Fungi Imperfecti الذى يكون فيها الطور الجنسى غائبا او غير معروف. ويتضمن التكاثر الجنسى فى الفطريات الحقيقيه اندماج نواتين متوالفتين من مشيجتين احداهما او كلاهما متحرك، او من خليتين خضريتين لنفس الثالوس. ويوجد ثلاث مراحل مميزه لعمليه التكاثر الجنسى فى الفطريات والتى تحدث عاده بصوره متتابعه وتتلخص فيما يلى:

1- الاقتران البلازمى Plasmogamy

ويطلق عليه احيانا بالاتحاد الخلوى، وفيه يحدث اندماج بين بروتوبلاستى خليتين مما يعمل على اقتراب النوى داخل نفس الخليه.



شكل (9): اقتران بلازمى بواسطه تلامس الحافظتين المشيجيتين فى احدى الفطريات البيضيه .

2- الاقتران النووى karyogamy

وهو الخطوه الثانيه فى التكاثر الجنسى وفيه تندمج نواتان كل منهما احاديه المجموعه الصبغيه (ن) لتكوين نواه اللاقحه zygote وهى ثنائيه المجموعه الصبغيه (2ن).

3- الانقسام الاختزالى Meiosis

وهو الطور الثالث من اطوار التكاثر الجنسى وهو يتبع الاقتران النووى مباشره او بعد فتره، وفى هذا الطور تبدا النواه الثنائيه المجموعه الصبغيه بالانقسام الاختزالى (والذى ينتج عنه اختزال عدد الصبغيات مره اخرى) الى عدد من الانويه احاديه المجموعه الصبغيه لتدخل فى تكوين الجراثيم الجنسيه. وتحدث تلك العمليات الثلاث فى دوره الحياه الجنسيه الحقيقيه فى تتابع منتظم.

وفيما يلى وصف لمختلف الطرق التى يتم بها اقتراب الانويه المتوالفه فى عمليه الاقتران البلازمى لانه يعد بمثابه بدء هذه العمليه ، ويتحقق عاده باحد الانماط الاربعه التاليه:

1- تزاوج جنسى متشابه الامشاج Isogamy حيث يحدث التزاوج بين امشاج تتشابه فى الشكل والحجم والسلوك.

2- تزاوج جنسى متباين الامشاج Heterogamy .

وفيه يحدث تزاوج بين امشاج تتباين شكلا وحجما ومسلكا حيث تتميز الى امشاج كبيره واخرى صغيره ولا يحدث التزاوج الا بين مشيج كبير واخر صغير وتعرف الحوافظ المشيجيه المنتجه للامشاج الصغيره بالحوافظ المشيجيه الصغيره الذكريه، وتعرف الحوافظ المشيجيه المنتجه للامشاج الكبيره بالحوافظ المشيجيه الكبيره الانثويه ويحدث ذلك عاده فى الفطريات البدائيه التى تنتمى لجنس الوميسس.

3- فقدان الامشاج لاهدابها وبقائها داخل الحافظه المشيجيه الكبيره المنتجه لها فى هذه الحاله يعرف المشيج الكبير بالبيضه Oosphere اما الحافظه المشيجيه الكبيره فتعرف باسم الاوجونه Oogonium او الاسكوجونه Ascogonium اما الحافظه المشيجيه الصغيره فتعرف عندئذ باسم الانثريده Antheridium

وتعرف الامشاج الصغيره التى تنتجها باسم السابحات الذكريه. والخطوه التطوريه فى التناسل الاوجونى ان احد الامشاج يظل ساكنا ومستقرا بينما يتحرك الاخر ومن ثم تزيد فرصه اللقاء بين هذه الامشاج.

وفى التناسل الاوجونى البدائى بين الفطريات تحتوى الاوجونه على عدد كبير من البيضات اما التناسل الجنسى الاكثر رقيا فيختزل عدد البيضات الى بيضه واحده.

4- هناك طراز رابع من التناسل الجنسى تتميز به فطريات الزيجوتيه دون غيرها من الفطريات، وهو يختص بالتزاوج، او بالاتحاد بين اجزاء خضريه من الخيط الفطرى (كما فى فطر *Rhizopus stolonifer*).

وفيما يلى وصفا لطرق التكاثر الجنسى الاكثر شيوعا بين الفطريات:

1- **الجراثيم البيضيه Oospores**

وفيه تنشا الاعضاء الذكريه (الانثريدات) والاعضاء الانثويه (الاوجونات) فى نهايه الخيوط الفطريه ونادرا ما تكون بينيه وتفصلها عن الخيوط الفطريه جدر مستعرضه والاوجونات عاده اكبر حجما من الانثريدات، وتتميز الاوجونات بوجود طبقتان الاولى بروتوبلازميه محيطيه ذات قوام خفيف، وتسمى بروتوبلازم محيطى Periplasm وبروتوبلازم داخلى قوامه كثيف ويسمى بروتوبلازم البيضه Ooplasm الذى يكون البيضه، وتحتوى البيضه على نواه واحده فيما عدا حالات شاذه.

يلتصق عضو التذكير بجانب عضو التانيث، ويرق الجدار فى نقطه الاتصال ويرسل عضو التذكير انبوبه اخصاب تخترق جدار عضو التانيث فى نقطه الاتصال الرقيقه وتصل الى البيضه، ثم يفرغ عضو التذكير محتوياته عن طريق انبوبه الاخصاب Fertilization tube معطيا نواه ذكريه واحده، او اكثر وتتحد النواتان المذكره والمؤنثه وبذلك يتم الاخصاب، ثم ينكمش عضو التذكير ويتلاشى وتنتج جرثومه بيضيه Oospore واحده تحيط نفسها بجدار سميك. ويحتمل ان يقوم البروتوبلازم بتغذيه الجرثومه البيضيه المتكونه، وهو ايضا مسئول عن التغلظ الخارجى للجرثومه والتجعدات التى تترسب على جدارها.

وتحتاج الجرثومه البيضيه الى فتره سكون قبل ان تصبح قادره على الانبات ، وعند انباتها فهى اما ان تنبت انباتا غير مباشر فتعطى جراثيم هدبيه اى انها تسلك سلوك الحوافظ الجرثوميه، او تنبت انباتا مباشرا معطيه انبوبه جرثوميه.

2- **الجراثيم الزيجوتيه Zygospores**

ويحدث نتيجه لاتحاد عضوين مشيجين متماثلين فى الشكل تماما ولكنهما يختلفان فى طبيعتهما الجنسيه. وتبدا عمليه التزاوج عندما تتهيا الفرصه لخيطين فطريين متجاورين ليخرج منهما نتوءا ينمو متجها نحو الاخر حتى تتلامس اطرافهما. ويعرف كل نتوء بالحافظه المشيجيه الاوليه Progametangium ويتكثف السيتوبلازم وتتجمع الانويه بكثره فى طرف كل حافظه مشيجيه اوليه، وتنتفخ هذه النموات، ثم تنفصل بجدار مستعرض الى خليه طرفيه تعرف بالحافظه المشيجيه Gametangium والى جزء قاعدى يعرف بالمعلق Suspensor وتاخذ الجدر الفاصله بين الحافظتين المشيجيتين المتلامستين فى التلاشى عند نقطه التلامس، ويتم اندماج المحتويات السيتوبلازميه والنوويه لهما. وتزداد الخليه حجما ويتغلظ جدارها ويصبح لونها داكنا وتظهرعليها بعض التجعدات وتعرف بالجرثومه الملقحه ، او اللاقحه الجرثوميه Zygospore التى تظل فى حاله سكون، وتصمد ضد الظروف القاسيه ، والمعاكسه التى لا تستطيع ان تصمد ضدها الخيوط الفطريه، وعندما تتهيا لها الظروف البيئيه المناسبه، تنبت لتعطى انبوبه انبات قائمه تنتهى بتكوين حافظه جرثوميه طرفيه، تتكون بداخلها الجراثيم الحافظيه.

والجدير بالذكر ان التزاوج الجنسى فى الفطريات الزيجوتيه يتم بين اعضاء جنسيه متماثله بالشكل ، ولكنها مختلفه بالطبيعه الجنسيه (فسيولوجيا) فاحدها يرمز له بالرمز السالب (-) والاخر يرمز له بالرمز الايجابى (+) كدلاله على هذا الاختلاف.

نمو الفطريات Growth of Fungi

يمكن اعتبار النمو فى الفطريات بانه الزياده التى تحدث فى كل من عدد وكتله الخلايا الحيه. قد تنقسم الخليه الفطريه وتكون خليه جديده ولكن لا يصحب ذلك زياده فى الوزن كما يحدث لجرثومه الفطر حين تنبت فى ماء مقطر وتعطى انبوبه انبات ولكن فى عدم وجود وسط غذائى سرعان ما تتوقف العمليه. وفى حالات اخرى وتحت ظروف خاصه قد تزيد من مادتها المدخره وبذلك يزداد الوزن فقط دون الزياده فى عدد الخلايا. وفى كلتا الحالتين السابقتين لا تعبتر تلك الزياده فى العدد او فى الوزن منفردين نموا بالمعنى الصحيح.

عمليه النمو للفطريات الخيطيه Filamentous fungi تكون معقده عن نمو الفطريات وحيده الخليه Unicellular fungi مثل الخميره وذلك بسبب الاختلافات التركيبه فى اجناس الفطريات التى تعطى خيوطا فطريه هوائيه مثل حوامل الحوافظ الجرثوميه Sporangiophores والحوامل الكونيديه Conidiophores فان تلك الاجزاء يكون اتصالها بالوسط الغذائى عن طريق الغزل الفطرى الخضرى الملامس لسطح الوسط الغذائى كبيرا ، نتيجه لذلك يحدث انتقال للمواد الغذائيه عبر مسافات كبيره نسبيا ويعتبر تكوين التراكيب الثمريه Fruiting structures وتكوين الجراثيم نموا حقيقيا حيث يحدث فيها تكوين خلايا جديده وتكوين التراكيب الثمريه يحدث فى معظم اجناس الفطريات على حساب المواد المدخره والبروتوبلازم المتكون والمختزن فى خلايا الغزل الفطرى الخضرى.

اطوار النمو الفطرى: Phases of Growth

النمو فى الفطريات كما فى غيرها من الكائنات له نظام محدد يتغير معدل النمو ليس فقط بين الانواع المختلفه فى الفطريات ولكن كذلك بين السلالات المختلفه لنفس النوع ويعتمد النمو كذلك على الظروف البيئيه والغذائيه.

اطوار النمو فى الفطريات وحيده الخليه Unicellular Fungi

فى الفطريات وحيده الخليه مثل فطر الخميره Yeast يكون نموها كحاله نمو البكتريا تماما فنجد ان مراحل النمو فى الخميره تطابق تماما مراحل النمو فى البكتريا ومراحل النمو فى الخميره يمكن تقسيمها الى عده مراحل:

1- طور السكون Stationary Phase (Lag Phase)

عند تلقيح وسط غذائى بخلايا الفطر فانه يلى عمليه التلقيح فتره من الوقت لا يظهر فيها تغير فى عدد الخلايا ولكن الخلايا تكبر فى الحجم وتعتبر هذه الفتره فتره تاقلم ومرحله السكون او التاقلم قد تطول او تقصر ويعتمد ذلك على عده عوامل منها عمر وحجم اللقاح ونوع الوسط الغذائى، وكذلك درجه الحراره وغيرها من العوامل الاخرى.

2- طور ازدياد النمو Phase of Accelerated Growth

وفيه يحدث انقسام فى الخلايا ويتكون بروتوبلازم جديد من المكونات الغذائيه الموجوده فى الوسط الغذائى وتتميز هذه المرحله بزياده فى معدل انقسام الخلايا بمعنى اخر ان الوقت اللازم لتخليق خلايا جديده يقل باستمرار.

3- طور الاسيه او اللوغاريتميه Exponential or Logarithmic Phase Log Phase

وتتميز هذه المرحله بان الوقت اللازم لانقسام الخلايا ثابت وبالتالى فانه عند رسم العلاقه البيانيه بين لوغاريتم عدد الخلايا والزمن ينتج خط مستقيم.

4- طور الابطاء Phase of Declining Acceleration

كلما استهلكت المواد الغذائيه وازداد تراكم نواتج الايض الثانويه السامه وغيرها وهى عاده الاحماض العضويه فى الوسط الغذائى ذى المحتوى السكرى العالى وكذلك النشادر فى الوسط الغذائى ذى المحتوى النيتروجينى العالى فى هذه المرحله يزداد مره ثانيه وقت الانقسام. كل هذه العوامل وغيرها يكون نتيجتها ابطاء معدل النمو. اذا اضيف وسط غذائى جديد معقم باستمرار او اذا ازيلت نواتج الايض الثانويه السامه ففى الامكان عدم ظهور هذه المرحله .

5- طور السكون القصوى Maximum Stationary Phase

وهذه المرحله تحدد اقصى وزن وعدد للخلايا الحيه ففى هذه المرحله يموت من الخلايا المسنه عدد يكون مساويا لعدد الخلايا الجديده وبقاء هذه المرحله ومدتها يعتمد على نوع الكائن وعلى مكونات الوسط الغذائى فى هذه المرحله.

6- طور التحلل الذاتى او الموت Phase of Decline (Death) or Autolysis

يلى مرحله السكون القصوى السابقه مرحله التحلل الذاتى. فحين يبدا موت الخلايا تبدا الانزيمات الخلويه فى هضم كل المكونات الخلويه وعند فحص الخلايا ميكروسكوبيا فى هذه المرحله يتضح ان عددا كبيرا من الخلايا خالى تماما من البروتوبلازم.

اطوار نمو الفطريات الخيطيه Filamentous Fungi

مراحل النمو فى الفطريات الخيطيه الناميه على وسط غذائى مهتز Liquid shaker culture او النمو الطولى Surface culture تتميز بثلاث مراحل رئيسيه

1- طور عدم النمو الظاهرى Phase of No Apparent Growth

تمر هذه المرحله بمرحلتين متتاليتين وهما:

أ- طور السكون Lag Phase وهى المرحله التى تسبق انبات الجراثيم.

ب- طور حدوث نمو ولكنه غير محسوس ولا يمكن قياسه بالطرق المعتاده.

2- طور النمو السريع Phase of Rapid Growth

فى هذه المرحله يكون منحنى النمو تقريبا خطا مستقيما وذلك اذا توافرت كل الظروف البيئيه ، الغذائيه والاكسجين بكميات وافره. فى حاله الفطريات الخيطيه لا يحدث لها تضاعف فى عدد الخلايا. لذلك لا يعبر عن النمو بالعدد الكلى للخلايا الموجوده كما هو الحال فى الكائنات وحيده الخليه مثل الخميره والبكتريا انما يعبر عن النمو بعدد قمم الخيوط الفطريه الهوائيه Hyphal Tips والمعدل الذى تصل به المواد الغذائيه الى هذه القمم . خلال هذه المرحله يحدث استهلاك كبير للمواد الغذائيه الكربوهيدراتيه، النيتروجينيه والمركبات الفسفوريه والتى تبدا فى

النقصان خلال هذه المرحله من الوسط الغذائى، كذلك يكون التنفس فى اقصى معدل له خلال هذه المرحله .

3- طور التحلل Phase of No Net Growth or Autolysis

تتميز هذه المرحله باستهلاك جزء كبير من المواد الغذائيه وتناقص فى وزن الغزل الفطرى ، كذلك ظهور النيتروجين والفوسفات فى الوسط الغذائى ويرجع ذلك الى التحلل الذاتى لخلايا الغزل الفطرى والتى فيها يتم هدم الكيتين والمواد الكربوهيدراتيه والبروتينات ويتم الهدم بانزيمات الفطر نفسها، كما تبدا نواتج اخرى للتحلل فى الزياده بالوسط الغذائى ومنها النشادر، الاحماض الامينيه، المركبات الفسفوريه العضويه وكذلك مركبات الكبريت.

الاهميه الاقتصاديه للفطريات فى حياه الانسان

تقوم الفطريات بدور هام فى احداث التغيرات البطيئه، والمستمره التى تحدث بالطبيعه بسبب دوام وجودها، وضخامه اعدادها المدهشه، اذ تعد الفطريات هى المسئوله بوجه خاص الى جانب البكتريا عن تفتت وتحليل الماده العضويه، واطلاق غاز ثانى اكسيد الكربون CO_2 الذى تستخدمه النباتات الراقيه فى عمليات التمثيل الضوئى. ويوجد على سطح التربه كميات هائله من الفطريات، ففى جرام واحد من التربه الزراعيه يوجد عشرات وربما مئات الالوف من الفطريات المجهريه الصغيره. ونتيجه للنشاط المستمر لهذا العدد الهائل ترتفع خصوبه التربه، وبالتالى يرتفع المحصول.

وكثير من الفطريات لها تاثيرات ضاره، وتاثيرات مفيده، فمن تاثيراتها الضاره انها مسئوله عن معظم الامراض التى تصيب النباتات المختلفه ذات الفائده الاقتصاديه كاشجار الفاكهه والزينه ونباتات الخضروات والمحاصيل المختلفه، والتى تسبب عرقله نمو النباتات ومن ثم توثر على جوده المحصول، وتقدر الخسائر التى تحدثها الفطريات للنباتات كل عام بملايين الدولارات، وبعض الفطريات تسبب امراضا كثيره للانسان والحيوان، وان نوعا منها يسبب تسمما يسمى بالتسمم الايرجوتى ergotism الذى يصيب كلا من الانسان، والحيوان

عند تناوله حبوب القمح، والشوفان المصابه، ويسببه الفطر المسمى كلافيسبس بيربوريا *Claviceps purpurea* ويرجع السبب الى ما تحتويه الاجسام الحجريه للفطر من اشباه القلويات السامه. وللفطريات ايضا تاثيرات اخرى على الانسان والحيوان فبعضها يسبب امراضا جلديه، وباطنيه، والتهابات فى المسالك التنفسيه، فقد وجد ان بعض الفطريات يعيش متطفلا على الانسان، ويسبب له بعض الامراض الجلديه مثل مرض القراع العسلى حيث تتم بسببه اصابه الجلد وخاصه فروه الراس والشعر بنوع من الفطر الطفيلى المعروف علميا باسم ترايكوفيتون *Trichophyton* sp. كما ان هناك بعض الامراض الجلديه التى تسببها انواع من فطريات الخميره الخيطيه، كما ان بعض انواع فطره الاسبيرجيللس *Aspergillus* sp. تسبب امراضا والتهابات مختلفه للاذن الوسطى للانسان، حتى اصبح علم الفطريات الطبى احد فروع التخصص فى ميدان الطب.

ومن الاضرار الاخرى للفطريات انها تسبب تلف الاخشاب وتحللها فيتسبب عن ذلك هدم المنازل، والجسور، والسكك الحديديه، واعمده الخطوط السلكيه وخاصه فى المناطق البارده والمناطق الاستوائيه، ومن امثله هذه المجموعه من الفطريات الاجناس *Polyporus* sp. *Fomes* sp. and *Merulius* sp. وكذلك تحلل وتاكل الالياف، والورق والبضائع الجلديه، والمنسوجات وتسبب ايضا تلف المواد الغذائيه وتعفنها وخاصه اذا توفرت لها الرطوبه الكافيه ودرجه الحراره الملائمه.

ولكن على الرغم من الاضرار البالغه التى تسببها الفطريات لمختلف الكائنات الحيه الاخرى، الا ان لبعضها تاثيرات مفيده للانسان، والنبات ويمكن تلخيص هذه الفوائد كما يلى:

1- تسبب تحلل المواد العضويه الى مركبات بسيطه، فتزيد من خصوبه التربه لما تحدثه من تغيرات متعدده يستفيد منها النبات، وبالتالى الحيوان، وبذلك فهى تساهم فى تخليص الكره الارضيه من المواد العضويه والمتراكمه.

2- تفيد فى تحضير بعض انواع الجبن كما فى انواع الجنس بنسيليوم.

3- تدخل بعض الفطريات فى غذاء الانسان الاساسى حيث تستهلك اما بحالتها الطازجه او المجففه او المملحه ، ومن اهمها فطريات عيش الغراب Mushrooms وفطريات الكماه او ما يعرف محليا بالفقع Truffles ذات القيمه الغذائيه العاليه فهى تحتوى على كميات كبيره من البروتينات، والدهون والمواد الغذائيه الاخرى، والفيتامينات. وتنمو الكماه طبيعيا فى صحارى المنطقتين الوسطى والشماليه للمملكه العربيه السعوديه، ويوجد منها عده انواع، تعرف محليا بالخلاسى، الزبيدى، الجبا واجودها النوع المسمى بالخلاسى. وكان الانسان قديما يجمع فطريات عيش الغراب من الحقول والغابات واصبح الان يزرعها ويضاعف انتاجها. اما بالنسبه لفطريات الكماه فلم يتمكن العلماء حتى الان من استنباتها وانتاجها بالطرق الصناعيه. مع انه يوجد حاليا بعض المحاولات الجاده لتنميتها او زراعتها، نظرا لاهميتها الاقتصاديه الكبيره لما تمتاز به من طعم لذيذ وقيمه غذائيه عاليه.

وتجدر الاشاره هنا الى انه يوجد انواع سامه من عيش الغراب يطلق عليها لفظه toadstools لا يمكن تمييزها من الناحيه الشكليه عن الانواع التى تستعمل كغذاء للانسان ولكنها تختلف عنها فى التركيب الكيميائى فيكون بعضها غيرمامون العاقبه تماما ، والطريقه الوحيده المامونه التى يمكن للمرء معرفه الانواع غير السامه toxigenic fungi ، والصالحه للاكل من فطريات عيش الغراب هى الالمام بصفات انواع الافراد المالوفه من الفطر وذلك باستعمال معاجم مناسبه مع التدريب الكافى. وفى اوروبا يستعمل الانسان اكثر من 150 نوعا فى غذائه ، ولكن اشهرها واجودها النوع المسمى بوليتس ايديولس *Bolrtus edulis* واجاريكس بايسبوراس *Agaricus bisporus* واجاريكس كامبستريس *Agaricus campestris*

4- تعتبر الفطريات مصدرا لبعض المواد الكيميائيه الثمينه الاخرى، كالانزيمات وبعض المضادات الحيويه، والتى تنتجه فطريات تابعه لجنس البنسيليوم.

5- تستخدم الفطريات كانواع جنس اسبيرجيللس فى تحضير وانتاج الكثير من الاحماض العضويه كحمض الليمون وحمض الخل.

6- تعتبر الفطريات مصدرا لبعض الفيتامينات مثل فيتامين (ب) المركب

7- تستغل بعض انواع الفطريات صناعيا مثل فطر الخميره فى تحضير المواد الكحوليه فى دول الغرب، بالاضافه الى ان الخميره المضغوطه تضاف الى العجينه المستخدمه فى عمل الخبز، لتخميرها حيث تجعل الخبز خفيفا منتفخا وذا مسام.

8- تستغل الاجسام الحجريه sclerotia فى فطر *Claviceps purpura* صيدلانيا لتحضير عقاقير خاصه لاستحداث تقلصات الرحم، ومنع النزيف اثناء الولاده، مما يجعل امر الولاده ميسرا.

أضرار الفطريات:

1- تسبب أمراض للإنسان كالأمراض الجلدية مثل مرض قدم الرياضي التي تصيب ما بين الأصابع، ومرض القوباء الحلقية، والتهابات الأذن الوسطى.

2- تسبب أمراض للحيوانات مثل بعض الفطريات التي تصيب النمل.

3- تسبب أمراض للنبات مثل مرض البطاطس الذي تسببه بعض الفطريات البيضية، كذلك صدأ القمح، امراض الذبول، وأمراض اللفحة المبكرة.

4- تسبب تلف وتحلل وفساد لكثير من المواد: المواد الغذائية - الأوراق - الأخشاب - الألياف - المصنوعات الجلدية.

الفصل الثانى

تصنيف الفطريات Classification of fungi

يتفق العلماء المعاصرون على وضع الفطريات الحقيقيه فى مملكه خاصه بها يطلق عليها اسم مملكه الفطريات Kingdom: Myceteae (fungi)، ومن الطبيعى ان نجد اختلافا فى الجداول التصنيفيه، لان كل تصنيف يعتمد على وجهه نظر معينه واسس علميه مختلفه ، وليس هناك اتفاق تام بين العلماء فى هذ الشان وسوف نتعرض لاكثر التصنيفات اهميه وشيوعا:

يعتبر العالم بيرسون 1801 هو اول من وضع تصنيف للفطريات حيث قسمها الى طوائف ورتب وفواصل، ثم جاء بعده العالم ايشلر 1886 الذى قسم النباتات الثالوسيه الى طائفتين هما الطحالب والفطريات، وذلك على ضوء وجود او عدم وجود صبغ الكلورفيل، وقسم الفطريات بدورها الى بكتريا، وفطريات عفن هلاميه و فطريات حقيقيه، وبعد ذلك جاء العالم شروتر 1893 حيث قسم الفطريات الى اربع طوائف رئيسيه:

1- الفطريات الطحلبيه Phycomycetes
2- الفطريات الزقيه الحقيقيه Ascomycetes
3- الفطريات البازيديه Basidiomycetes
4- الفطريات الناقصه Deuteromycetes

وذلك وفقا لوجود او عدم وجود حواجز فى خيوط الغزل الفطرى، الى جانب اشكال وخصائص الجراثيم الجنسيه.

وفى عام 1931 قام العالم Saccardo باصدار موسوعته العلميه الضخمه عن هذه الكائنات والتى تضم 25 مجلدا حيث قسم الفطريات الى ست طوائف رئيسيه هى:

1- طائفه الفطريات المنشقه Schizomycetes
2- طائفه الفطريات المخاطيه Myxomycetes
3- طائفه الفطريات الطحلبيه Phycomycetes
4- طائفه الفطريات الزقيه Ascomycetes
5- طائفه الفطريات البازيديه Basidiomycetes
6- طائفه الفطريات الناقصه Deuteromycetes

ومع ان هذا العالم قد وضع البكتريا وفطريات العفن ضمن الفطريات الا ان معظم علماء الفطريات فى ذلك العصر قد استبعدوا البكتريا وفطريات العفن من مملكه الفطريات وذلك نظرا لعدم احتواء البكتريا على النواه الحقيقيه، وايضا عدم احتواء فطريات العفن على جدر سليلوزيه او كيتينيه كالتى تمتاز بها الفطريات الحقيقيه .

وتوالت التصنيفات المختلفه حتى وصل الامر بالعالمان الكسوبولوس وميمز 1979 قد اسهما من خلال مؤلفهما (مقدمه فى علم الفطريات) الذي يعد من احدث واهم ما كتب فى هذا المجال، نظرا لانه يمتاز بالحداثه فى التصنيف، حيث تم فيه تقسيم مملكه الفطريات الى ثلاثه اقسام رئيسيه ينقسم كل منها الى طوائف تندرج تحتها رتب وفصائل واجناس ثم انواع وهذه الاقسام هى:

1- قسم الفطريات العاريه Division: Gymnoomycota
2- قسم الفطريات السوطيه Division: Mastigomycota
3- قسم الفطريات اللاسوطيه Division: Amastigomycota

وقد بنى هذا التقسيم على اساس الصفات الرئيسيه التاليه:-

1- وجود او عدم وجود الاطوار المتحركه فى دوره حياه الفطر
2- شكل وترتيب اسواط الجراثيم السابحه
3- انقسام او عدم انقسام الغزل الفطرى الى خلايا
4- نوعيه وطبيعه الجراثيم الجنسيه، ما اذا كانت زيجوتيه ، بيضيه ، زقيه او بازيديه .

ومن الجدير بالذكر ان علماء الفطريات يعتبرون ان الكائنات التى تعيش فى الوسط المائى بوجه عام اكثر بدائيه من تلك التى تعيش فى الوسط الارضى، وتمشيا مع هذا المبدا فاننا نعتبر ان الفطريات المنتجه لتراكيب متحركه (جراثيم سابحه وامشاج متحركه) اثناء دوره حياتها، والتى تعتمد على الوسط المائى فى وظائفها، اكثر بدائيه من تلك التى ليست لها تراكيب متحركه ، كما تعد الطفيليات داخل مجموعه شكليه اكثر رقيا من الرميات، والطفيليات الاجباريه اكثر رقيا من الانواع الاقل تخصصا.

تقسيم الفطريات Fungal Taxonomy

يهدف علم تصنيف الفطريات الى تسميه الفطريات وفقا لنظام معترف به دوليا حتى يتمكن المهتمون بعلوم الفطريات من الاتصال ببعضهم البعض فيما يختص باستكشافاتهم لفطر ما باقل قدر ممكن من الخطا، وكذلك ابراز مدى علاقه الفطريات بعضها ببعض وبغيرها من كائنات اخرى وكلما ازدادت المعرفه اصبح التقسيم عرضه للتغيير، بل ان اسماء الكائنات لا تظل ثابته مما يتطلب بالتالى اعاده التقسيم مره اخرى وتغيير الاسم.

والفئات او المجموعات المستعمله فى تصنيف الفطريات هى كالتالى:

المملكه Kingdom

الفئه Phylum

القسم Division

الطائفه (الصف) Class

الرتبه Order

الفصيله (العائله) Family

الجنس Genus

النوع Species

تعتبر المملكه من اكبر الفئات وتضم عده اقسام وقد يحتوى كل قسم على عده طوائف لتحتوى على الطوائف فالرتب فالفصائل ثم الجنس فالنوع. وقد تقسم فى بعض الاحيان كل فئه الى تحت مجموعات كتحت قسم Subdivision وتحت رتبه Suborder واحيانا تقسم الانواع الى اصناف Varieties وسلالات Strains. ومن الجدير بالذكر ان اقسام الفطريات تنتهى بلفظ mycota وتحت قسم ينتهى بلفظ mycotina والطائفه بلفظ mycetes والتحت طائفه بلفظ mycetidea اما الرتبه فبلفظ ales والفصيله aceae اما الاجناس والانواع فليس لها معايير ثابته.

وللفطر اسم ثنائى binomial (ثنائى = bi - اسم = nomen) بمعنى انه يتكون من كلمتين الاولى داله على اسم الجنس اما الثانيه تدل على النوع . ويبدا اسم الجنس بحرف ابجدى كبير اما اسم النوع فيبدا بحرف ابجدى صغير وتعبر هذه الاسماء عن صفه الكائن وتشتق عاده من اللغه اليونانيه او اللاتينيه . على سبيل المثال فان شيزوسكارومايسيس *Schizosacchromyces* وهى فطريات السكر المنشقه وهى مشتقه من ثلاث الفاظ شيزو Schizo بمعنى منشقه ، سكارو Saccharon بمعنى سكر لانها تتطلبه لغذائها اما Myces بمعنى فطر. ودائما يوضع تحت الاسماء الثنائيه عند كتابتها خط او تكتب بحروف مائله وعاده يتبع الاسم الثنائى الاسم المختصر للعالم الذى يعتبر اول من قام بعمليه تصنيفها . وقد تكون بعض الاسماء متبوعه باسمين الاول داخل قوسين ويدل على اسم العالم الذى صنفها اولا اما الاسم الاخر الذى يتبع القوسين فانه للعالم الذى قام باجراء بعض التعديلات فى تسميتها وتعتبر تسميته هى المتداوله الان .

تصنف الفطريات على أسس منها :

1- الشكل العام

2- أشكال الأبواغ

3- وجود أو عدم وجود الأطوار المتحركة في دروة حياة الفطر.

4- انقسام أو عدم انقسام الغزل الفطري .

5- نوعية وطبيعة الجراثيم الجنسية وغيرها

تصنف الفطريات الى تحت قسمين:

1- تحت قسم الميكسوميكوتينا او فطريات العفن، او الفطريات الهلاميه (الرخوه)

Subdivision: Myxomycotinae

ويحتوى هذا التحت قسم على طائفتين وهما

أ- طائفه الفطريات الهلاميه الرخوه Class: Myxomycetes (True slime moulds)

حيث تتميز هذه الكائنات بعدم وجود جدار خلوى محدد فى اجسادها الاميبيه شبه الحيوانيه وهى عباره عن كتله بروتوبلازميه عديده الانويه تسمى البلازموديوم Plasmodium تعيش معظمها فى الاماكن البارده الرطبه الظليله من الغابات كذلك على الكتل الخشبيه المتحلله او الاوراق الميته وغيرها من المواد العضويه ذات الرطوبه العاليه.

ب- طائفه الفطريات الرخوه الداخليه (البلازموديوفوريه)

Class: Plasmodiophoromycetes (Endoparasitic slime moulds)الطور الخضرى عباره عن بلازموديوم يتكون داخل خلايا النبات العائل وتتميز نوياته بانها ثنائيه المجموعه الصبغيه ويستنفذ البلازموديوم

باكمله خلال تكوين الاجسام الثمريه التى تحمل جراثيم ناتجه عن انقسام اختزالى وفيما عدا ثلاث انواع فان الجزء من الاجسام الثمريه الحامل للجراثيم يحاط بجراب ثمرى peridium وهو يختفى عند مرحله مبكره من التكوين وهى تنتج بوجه خاص خلايا ذات اسواط.

2- **تحت قسم ايوميكوتينا او الفطريات الحقيقيه**

Subdivision: Eumycotinae (True fungi)

تلك الفطريات الحقيقيه والكائنات التى يتضمنها هذا القسم تحتوى - عدا شواذ قليله - على جدر خلويه وتتميز بكونها فطريات خيطيه ولو ان بعض طرزها وحيده الخليه وهى تتكاثر جنسيا باستثناء طائفه واحده لم يكشف بها هذا النوع من التكاثر، كذا طائفه الفطريات العقيمه Mycelia sterilia وتصنف تحت قسم الفطريات الحقيقيه الى الطوائف التاليه:

1- **طائفه الفطريات المائيه وحيده الخليه (الكيتريديه) Class: Chytridiomycetes** اغلب انواعها كائنات وحيده الخليه الا ان بعضها خيطى، تتكاثر لا جنسيا بانتاج الجراثيم السوطيه وجنسيا بعده طرق مختلفه.

2- **طائفه الفطريات البيضيه Class: Oomycetes**

وهى فطريات تتميز عاده بغزل فطرى غير مقسم Coenocyctic وتام التكوين ولخلاياها المتحركه سوطان وينتج عن التكاثر الجنسى تكوين جرثومه ساكنه تنبثق من البيضه المخصبه Oospore.

3- **طائفه الفطريات التزاوجيه Class: Zygomycetes**

فطريات ذات غزل فطرى مقسم او غير مقسم وينتج عن تكاثرها الجنسى جرثومه ساكنه Zygospore من اندماج حافظتين مشيجيتين اما التكاثر اللاجنسى فبتكوين الحوافظ الجرثوميه Sporangia. رمية غالبيتها تعيش على بقايا المواد العضوية في التربة أو الماء، قليل منها متطفل اختياريا.

4- **طائفه الفطريات الزقيه (الكيسيه) Class: Ascomycetes**

فطريات ذات غزل فطرى مقسم، خيطيه او وحيده الخليه تكون جراثيم نتيجه الاقتران النووى والانقسام الاختزالى وتكون تراكيب تشبه الاكياس تعرف باسم الكيس الزقى Ascospore sac يحتوى على الجراثيم الزقيه Ascospores ويتم التكاثر اللاجنسى بتكوين الجراثيم الكونيديه Conidia. يعيش البعض منها مترمما في التربة أو على الأخشاب المتحللة أو على بقايا أوراق الصحف المتعفنة، والبعض يعيش متطفلاً حيث يسبب كثيراً من الأمراض النباتية كأمراض البياض الدقيقي التي تصيب المحاصيل. تتباين أفراد هذه المجموعة في الشكل والحجم، فمنها وحيدة الخلية كالخمائر، أو الكبيرة ذات التراكيب الثمرية كفطريات الكمأة.

5- طائفه الفطريات البازيديه Class: Basidiomycetes

الثالوس خيطى مقسم بحواجز septa ، التكاثر الجنسى نتيجه الاقتران النووى والانقسام الاختزالى وتكوين جراثيم بازيديه Basidiospores محموله خارجيا على كيس يعرف بالحامل البازيدى Basidium هذا ويتم التكاثر اللاجنسى بتكوين جراثيم كونيديه Conidia. تعتبر الفطريات البازيدية من أكثر المجاميع الفطرية تعقيداً، وتعرف بأسماء شائعة مثل فطريات عيش الغراب، وعيش الغراب السام والكرات النافخة والعرجون ونجمة الأرض.

6- طائفه الفطريات الناقصه Class: Deutromycetes (Fungi imperfectic)

يضم حوالي 3000 نوع تقريبا، رمية في التربة أو فوق بقايا النباتات متطفلة على النباتات و الإنسان والحيوان وتسبب أمراض خطيره وهى فطريات ذات ثالوس خيطى مقسم بحواجز تتكاثر لاجنسيا بواسطه جراثيم كونيديه والتكاثر الجنسى لم يعرف بها بعد.

7- طائفه الفطريات العقيمه Class: Mycelia sterilia

ذات غزل فطرى مقسم بحواجز تتكاثر خضريا عن طريق الخيوط الفطريه او عن طريق الاجسام الحجريه Sclerotium ولم يستكشف بها حتى الان تكوين جراثيم كونيديه او مراحل التكاثر الجنسى.

قسم الفطريات العاريه Division: Gymnomycota

لقد اطلق العالم دى بارى على هذه الكائنات اسم الفطريات الحيوانيه Mycetozoa لانها تتوسط فى الحقيقيه فى خواصها الحيوان والفطر . وتعرف باسم الفطريات اللزجه Myxomycota او العفنيات الهلاميه Slime mold fungi وتظهر هذه الفطريات فى دوره حياتها طورا حيوانيا واخر فطريا ويتعاقب الطوران بانتظام فى دوره حياه الفطر . وعلى الرغم من ان جسم هذه الكائنات يتكون من كتله بروتوبلازميه هلاميه عاريه مليئه بالانويه وتتغذى بطريقه حيوانيه، الا انه نظرا لكونها غير ذاتيه التغذيه وان اجسامها الثمريه وجراثيمها الهدبيه التى تشبه فى مظهرها الاجسام الثمريه والجراثيم الهدبيه الموجوده فى الفطريات الحقيقيه ، فقد درج معظم المتخصصين فى الفطريات على وضع هذه الكائنات تقليديا ضمن مملكه الفطريات . وتعتبر الفطريات اللزجه واسعه الانتشار فى الطبيعه، ويبدو ان الرطوبه ودرجه الحراره هما اكثر العوامل اهميه من حيث التحكم فى انتشار هذه الفطريات ، فهى تعيش عاده مترممه فى الاماكن البارده الظليله الرطبه ، على مواد عضويه مبلله او على الاخشاب المتحلله ، والكتل الخشبيه المتساقطه او الاوراق الميته . وتتواجد بصفه خاصه اثناء موسم سقوط الامطار فى المناطق المعتدله الشماليه والمنطقه الاستوائيه . ويعيش بعض انواعها متطفلا على كائنات حيه اخرى مثل الطحالب، الفطريات الحقيقيه او النباتات الراقيه. وتشتمل الفطريات اللزجه على حوالى 450 نوعا منتشرا فى معظم انحاء العالم، وهى على العموم قليله الفائده الاقتصاديه ويتخذ عاده وجود او عدم وجود الخصله الشعريه Capillitium ولونها وشكلها وطريقه تشابك الخيوط داخلها من المميزات الهامه فى تقسيمها .

الخصائص العامه للفطريات اللزجه :

1- تتميز هذه الفطريات بتكوينها جسم خضرى وهو عباره عن كتله بروتوبلازميه عاريه ، وقادره على الحركه الاميبيه ، وتحتوى على عدد كبير من الانويه ثنائيه المجموعه الصبغيه، ويطلق على هذا الجسم البلازموديوم. والبلازموديوم عباره عن كتله بروتوبلازميه عاريه لا تحاط بجدار خلوى ولكن تحاط بغشاء بلازمى رقيق تتحرك بالاقدام الكاذبه مثله فى ذلك مثل الاميبا ، ويبتلع فى طريقه ما يقابله من الكائنات الصغيره كالبكتريا او البقايا النباتيه المتحلله كما يتغذى البلازموديوم ايضا بالامتصاص من جميع اسطحه. وهذا الجزء من دوره حياه الفطريات اللزجه يشبه البروتوزوا مع اختلاف جوهرى عام ان البروتوزوا وحيده النواه عاده ، ولكن البلازموديوم متعدد الانويه .

2- تختلف الفطريات اللزجه عن الفطريات الحقيقيه اساسا فى ماهيه الطور الخضرى حيث يكون هذا الطور فى الفطريات اللزجه هو البلازموديوم او الطور الحيوانى عديم الجدار الخلوى، بينما فى الفطريات الحقيقيه فانه يتمثل بوجود الاغزال الفطريه.

3- الجسم الخضرى (البلازموديوم) فى دوره حياه الفطريات اللزجه يشبه الحيوانات الاوليه من حيث تركيبه وفسيولوجيته، الا ان هذه الفطريات تكون اجساما ثمريه فطريه بحته، وهذه الاجسام الثمريه ذات اشكال محدده ، تتميز بواسطتها الاجناس والانواع المختلفه.

4- الجراثيم الحافظيه فى هذه الفطريات احاديه المجموعه الصبغيه، وذات جدر خلويه واضحه ومحدده وتحتوى على ماده السليلوز، ولذا فهى تشبه فى هذه الصفه الفطريات الحقيقيه.

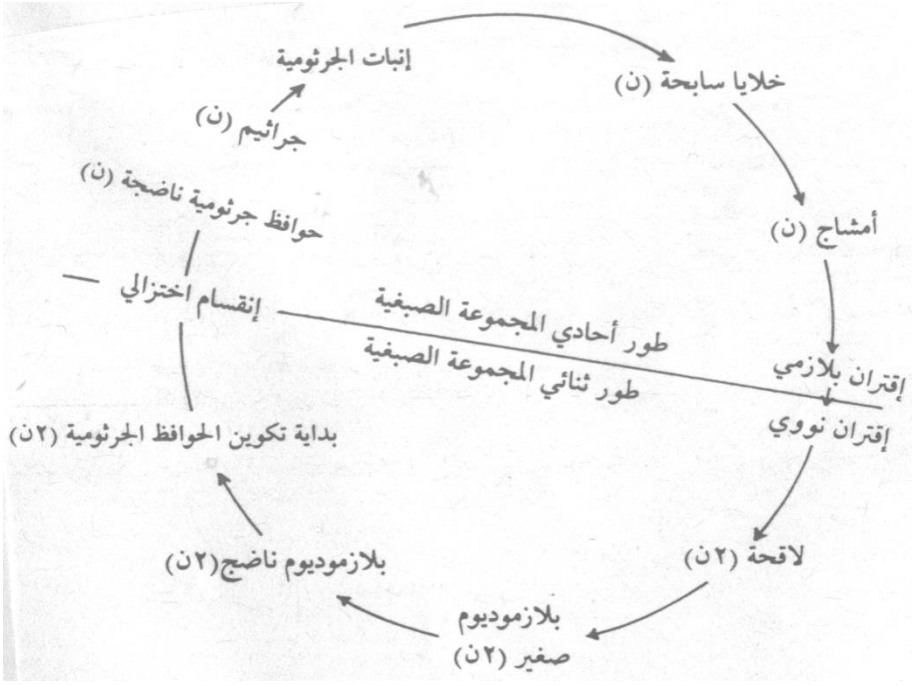
دوره حياه الفطريات اللزجه

تتميز الفطريات اللزجه بظاهره تبادل الاجيال حيث يظهر بها طور ثنائى المجموعه الصبغيه وطور احادى المجموعه الصبغيه وهى كالاتى :

يستمر البلازموديوم فى النمو الخضرى على المواد المتحلله طالما بقيت الظروف البيئيه مناسبه للنمو الخضرى ويكون ذلك مصحوبا بانقسام النواه انقسامات عديده . وقد تصل هذه الكتله البروتوبلازميه الى عده مئات من الجرامات ومحتويه على عده الاف من الانويه. ولكن اذا تعرض البلازموديوم لظروف الجفاف النسبى فى البيئه المحيطه بـه فانـه يكـون اجسـاما ثمريـه ذات اشـكال محـدده تميـز الاجنـاس والانواع المختلفه، وتتكون هذه الاجسام الثمريه بتحول جزء من البلازموديوم الى خلايا وحيده النواه وذات جدر خلويه ترتفع عن سطح البلازموديوم ، ثم تنمو الى اعلى مكونه الاجسام الثمريه من خلايا وحيده النواه وذات جـدر خلويـه . وتحمـل هذه الاجسام جراثيم وحيده النـواه ايضـا . وبعـد تحررهـا مـن الاجسـام الثمريـه ، وعند توفر الظروف المناسبه تنبت الجراثيم مكونه جاميطـات اميبيـه يتحـرك كـل منها بسوط واحد . وتتحد هذه الجاميطـات الاميبيـه فـى ازواج لتكـوين زيجوتـات مزدوجـه الاسـواط . وبعـد فتـره مـن الوقـت يفقـد الزيجـوت الاسـواط ويكـون بلازموديـوم جديـد ذو انويـه ثنائيـه الاسـاس الكروموسـومى ولا يحـدث الانقسـام الاختزالـى الا قبـل تكـوين الجـراثيم فـى الاجسـام الثمريـه ، وتشـبه هـذه الاجسـام الثمريه الفطريات الحقيقيه لحد بعيد .

اما البلازموديوم فهم يشبه البروتوزوا فى عدم وجـود الجـدر الخلويـه. ولا يغيـب عن اذهاننا ان البلازموديوم والميسليوم تركيبان على درجه كبيـره مـن الشـبه ولا يختلفان الا فى غياب الجدار الخلـوى مـن البلازموديـوم . فقـد سـبق ان ذكرنـا ان الميسـليوم عبـاره عـن كتلـه بروتوبلازميـه متعـدده الانويـه تتحـرك بحركـه سيتوبلازميه داخل نظام متفرع من الانابيب (الجدر الخلويه). والبلازموديوم ايضا عباره عن كتله بروتوبلازميه متعدده الانويه تتحرك بالحركه السيتوبلازميه علـى سـطح البيئـه ولا يحـيط بهـا اى جـدر خلويـه. لـذلك فالحركـه السـيتوبلازميه فـى الميسليوم محدده بالجدر الخلويه، اما الحركه السيتوبلازميه فى البلازموديوم فهـى حره فى اى اتجاه نتيجه عدم وجود الجدر الخلويه .

وتشمل الفطريات اللزجه مجموعه صغيره من الكائنات تسمى الاكراسيا Acrasieae وهى تشبه البروتوزوا اكثر من الفطريات اللزجه الاخرى، فالخلايا الخضريه فيها عباره عن خلايا اميبيه وحيده النواه وتنقسم بالانقسام الثنائى، ولا يمكن تمييزها باى طريقه عن الاميبا فى هذه المرحله من مراحل حياتها. ولكن عند توفر الظروف الغير المناسبه تكون الاكراسيا اجساما ثمريه مكونه من خلايا ذات جدر خلويه وحيده النواه. كما تكون جراثيم ذات جدر خلويه وحيده النواه ، وهذه الجراثيم تنبت عند توفر الظروف المناسبه وتفقد الجدار الخلوى وتكمل دوره الحياه فى الصوره الاميبيه وهذا النمط من دوره الحياه يشبه نمط دوره حياه احد الكائنات ذات النواه البدائيه والتى تسمى Myxobacteria.



شكل (10): النمط العام لدوره الحياه فى الفطريات اللزجه (الهلاميه)

قسم الفطريات السوطيه Division: Mastigomycota

يطلق على فطريات هذا القسم بالفطريات الحقيقيه غير الراقيه او الدنيا، وتمتاز بانتاجها للجراثيم المتحركه اثناء دوره حياتها، وينقسم هذا القسم وفقا لعدد الاسواط المتكونه بجراثيمها السابحه الى قسمين هما:

1- تحـــت قســـم الفطريـــات احاديـــه الســـوط Subdivision: Haplomastigomycotina

2- تحـــت قســـم الفطريـــات ثنائيـــه الســـوط Subdivision: Diplomastigomycotina

اولا: الفطريـــــات احاديـــــه الســـــوط Subdivision: Haplomastigomycotina

تتميز الفطريات هذه المجموعه بـان الجرثومـه السـابحه فيهـا تكـون دائمـا احاديـه السوط ويكون سوطها مـن الطـراز الكربـاجى او عـديم الشـعيرات Whiplash وهو يقع فى الجهـه الاماميـه مـن الجرثومـه والتكـاثر الجنسـى متماثـل او متبـاين الامشـاج ويضـم ثـلاث طوائـف، وسـوف نقـوم بدراسـه فطـر ينتمـى الـى طائفـه الفطريات الكيتريديه وهو فطر الوميسس.

الوضع التصنيفى لجنس الوميسس

قسم: الفطريات السوطيه Division: Mastigomycota

تحت قسم: الفطريات احاديه السوط Subdivision: Haplomastigomycotina

طائفه: الفطريات الكيتريديه Class: Chytridiomycetes

رتبه: البلاستوكلاديات Order: Blastocladiales

الفصيله: البلاستوكلاديه Family: Blastocladiaceae

جنس: الوميسس Genus: *Allomyces* sp.

يعيش هذا الفطر مترمما فى التربه او على بقايا النباتات والحيوانات المتحلله حيث وجد انه واسع الانتشار خاصه فى المناطق الاستوائيه والمعتدله والدافئـه. ويتميـز الثالوس المشيجى بوجود قاعده ريزوميه ينبثـق مـن وسـطها مجموعـه مـن اشـباه الجذور Rhizoids التامه التكوين والمتفرعه والتى يتم بواسطتها تثبيـت الفطـر فى الطبقه التحتيه من الوسط الذى يعيش فيه. وتتفرع هذه الريزومـه مـن الاعلـى فى عده فروع جانبيه تكون عاده ثنائيـه التشـعب، وبمـا ان الخيـوط الفطريـه لهـذا

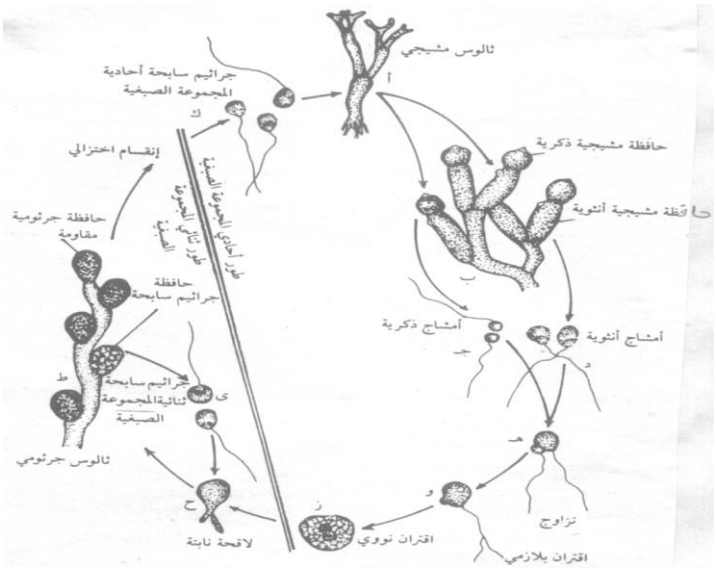
الفطر غير مقسمه الا انه يلاحظ وجود حواجز كاذبه على هيئه حلقات مغلظه فى نقطه منشا تلك الفروع، حيث تنتهى من الاعلى بالحوافظ المشيجيه الذكريه والانثويه للفطر، وتكون مرتبه على شكل سلاسل. اما الثالوس الجرثومى Sporothallus فهو يحمل نوعين من الحوافظ الجرثوميه احداهما رقيقه الجدر الاسطوانيه وعديمه اللون، والاخرى سميكه الجدر، بنيه منقره وتكون عاده كرويه او بيضيه او ليمونيه الشكل. ويتكون بكل منها جراثيم سابحه بسوط واحد خلفى. الجراثيم السابحه الناتجه من الحوافظ الجرثوميه رقيقه الجدر اكبر حجما من مثيلتها الناتجه من الحوافظ الجرثوميه سميكه الجدر.

دوره الحياه:

تتضح فى دوره حياه هذا الفطر ظاهره تبادل الاجيال Alternation of generation النادره الحدوث فى الفطريات. حيث يتبادل الثالوس المشيجى احادى المجموعه الصبغيه Haploid مع الثالوس الجرثومى ثنائى المجموعه الصبغيه Diploid ويصعب على المرء التمييز بين هذين الطرازين الا بعد ان تبدا اعضاء التكاثر فى التكوين.

تنقسم محتويات الحوافظ الجرثوميه الرقيقه الجدر Zoosporangia لتعطى جراثيم سابحه ثنائيه المجموعه الصبغيه (لانها نتجت عن انقسام غير مباشر) وتستطيع كل جرثومه من هذه الجراثيم بعد تحررها ان تسبح لفتره ما ثم تستدير وتنبت لتعطى الثالوس الجرثومى الثانوى وعلى هذا فيمكن اعتبار ان هذه الجراثيم هى وسيله مساعده فى تكاثر الطور الجرثومى (الجيل الثنائى المجموعه الصبغيه) اما حين تنقسم محتويات الحوافظ الجرثوميه الغليظه الجدر Resting sporangia فان انقساما اختزاليا يحدث فيها، وبالتالى تكون الجراثيم الناتجه احاديه المجموعه الصبغيه، وهى اصغر حجما من مثيلتها الناتجه من الحوافظ الجرثوميه الرقيقه الجدر. كل جرثومه بعد انباتها تعطى طورا مشيجيا، هذا الطور المشيجى يشبه فى شكله الطور الجرثومى، ولكنه يختلف عنه فى انه يحمل حوافظ

مشيجيه بدلا من الحوافظ الجرثوميه. وتتكون الحوافظ المشيجيه Gametangia فى ازواج على اطراف الافرع، والحوافظ المشيجيه الذكريه ذات لون برتقالى طرفيه اما الحوافظ المشيجيه الانثويه فهى اكبر قليلا من الحوافظ المشيجيه المذكره وتتكون اسفلها وهى عديمه اللون وتتميز الامشاج الناتجه من تلك الحوافظ الى امشاج ذكريه صغيره متحركه وامشاج انثويه كبيره وعندما تتزاوج تلك الامشاج فانه يتكون بعد ذلك لاقحات سابحه ذات سوطين وهى ثنائيه المجموعه الصبغيه وبعد فتره سكون تنبت هذه اللاقحات معطيه اطوارا جرثوميه تحمل فى نهايه افرعها حوافظ جرثوميه من نوعين رقيقه الجدر وسميكه الجدر وهكذا تتكرر دوره حياه الفطر.



شكل (11): دوره حياه فطر الوميسس ماكروجينس *Allomyces macrogymus*

ثانيـــــا: الفطريـــــات ثنائيـــــه الســـــوط Subdivision: Diplomastigomycotina

تمتاز فطريات هذه المجموعه بان تكاثرها الجنسى من النوع الاوجونى، ويتم عن طريق الالتصاق الجاميطى بين كل من الانثريدات والاوجونات التى تكونت من اغزال فطريه ثنائيه المجموعه الصبغيه، ويحدث الانقسام

الاختزالى داخل الاعضاء الجنسيه قبل تكوين اللاقحه وليس بعدها اى يكون الانقسام الاختزالى جاميطيا مع الخلايا الجسديه ثنائيه المجموعه الصبغيه (2ن) ويتم انعزال الصفات فى هذه المرحله من دوره الحياه. اما تكاثرها اللاجنسى فيتم عن طريق تكوينها لجراثيم سابحه ذات سوطين احداهما امامى املس او عديم الشعيرات والاخر خلفى محاط بشعيرات دقيقه جدا ويسمى بالسوط الشعيرى او الريشى وتعيش افراد هذه المجموعه اما فى الماء او رميه فوق المواد العضويه، او متطفله على النباتات الراقيه ويضم طائفه واحده فقط هى طائفه الفطريات البيضيه.

فطر فيتوفثورا *Phytophthora* sp.

الوضع التصنيفى لجنس فيتوفثورا

قسم: الفطريات السوطيه Division: Mastigomycota

تحت قسم: الفطريات ثنائيه السوط Subdivision: Diplomastigomycotina

طائفه: الفطريات البيضيه Class: Oomycetes

رتبه: البيرونوسبورات Order: Peronosporales

الفصيله: البيثيه Family: Pythiaceae

جنس: فيتوفثورا Genus: *Phytophthora* sp.

تعيش انواع هذا الفطر معيشه رميه عند غياب النبات العائل، ولكنها تتحول سريعا الى فطريات طفيليه عند وجود العائل المناسب، وقد يعيش بين خلايا النبات فيرسل فيها ممصاته، وفى كلتا الحالتين يقضى على النبات باتلافه انسجته الداخليه. ويضم جنس فيتوفثورا حوالى 75 نوع اهمها من الناحيه الاقتصاديه

فطـر فيتوفثـورا انفسـتانس *Phytophthora infestans* الـذى يسـبب تعفنـا لدرنات البطاطس وثمـار الطمـاطم ويطلـق علـى اسم المـرض النـدوه، او اللفحـه المتـاخره فـى البطـاطس والطمـاطم ويعتبـر هـذا المـرض مـن اخطـر امـراض البطاطس.

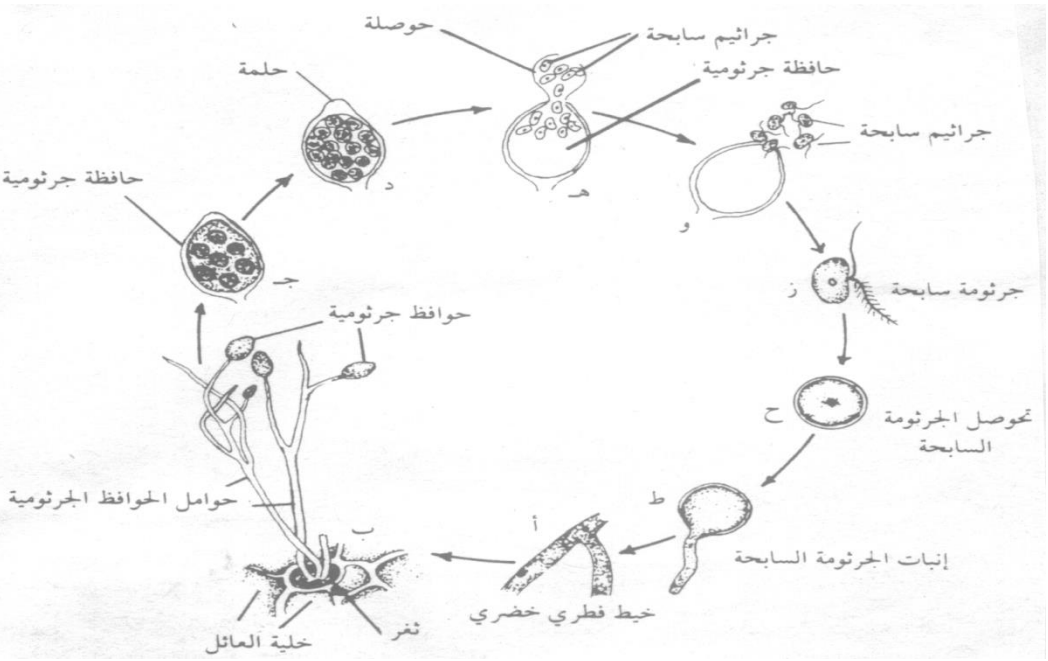
طرق التكاثر

يتكاثر الفطر بطريقيتن هما التكاثر اللاجنسى والتكاثر الجنسى

التكاثر اللاجنسى: يحدث هذا النوع من التكاثر عن طريق تكوين حوافظ جرثوميه Sporangia، والتى تنشا على خيوط فطريه خاصه، وتخرج الحوامل الحافظيه للفطر على شكل مجاميع مكونه من حامل الى خمسه من خلال فتحات الثغور فـى حاله الاوراق، وخلال العديسات او الاماكن المجروحـه فـى حالـه الـدرنات وهـى شفافه عديمه اللون متفرعه تفرعا كاذب المحور وغير محدوده النمو وتحمـل فـى نهايتهـا الحـوافظ الجرثوميـه التـى تكـون ايضـا شـفافه ليمونيـه الشـكل ذات حلمـه طرفيه. ويعتمد انبات الحوافظ الجرثوميه فى فطر فيتوفثـورا علـى عوامـل كثيـره منها الرطوبه والحراره وطبيعه وسط النمو.

1- فعند الرطوبه العاليه والحراره المنخفضه فان محتويات هذه الحوافظ تنقسم لتكوين جراثيم سابحه وتنطلق هذه الجراثيم الى الخارج عن طريق ثقب طرفى وبعد فتـره نشاط تستقر وتتحوصل ثم تنبت وتخترق انسجه العائل لتحدث اصابه جديده.

2- اما فى ظروف الرطوبه المنخفضه والحراره العاليه فان الحوافظ الجرثوميه تسلك مسلك الكونيدات وتنبت مباشره بدلا من تكوين جراثيم سابحه لتعطى انبوبه انبـات تتخذ طريقها خـلال الثغـر، وتسـبب اصـابه جديـده للنبـات، وعلـى هـذا يلاحـظ ان المرض يكون اكثر خطوره فى المناطق الرطبه عنه فى المناطق الجافه.

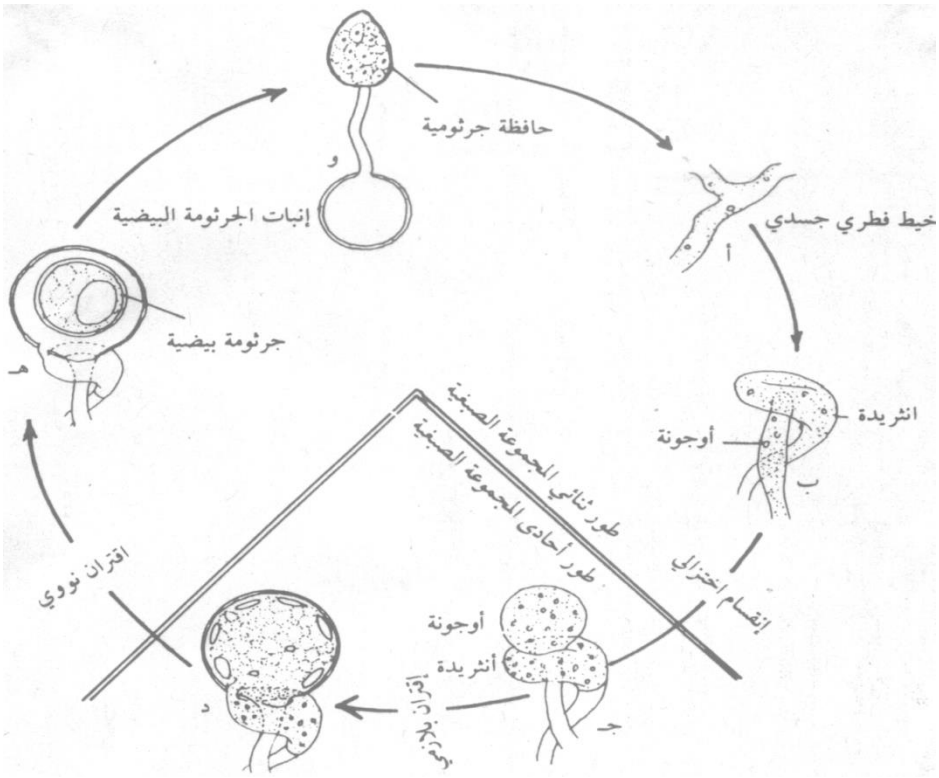


شكل (12): التكاثر اللاجنسى فى فطر فيتوفثورا *Phytophthora* sp.

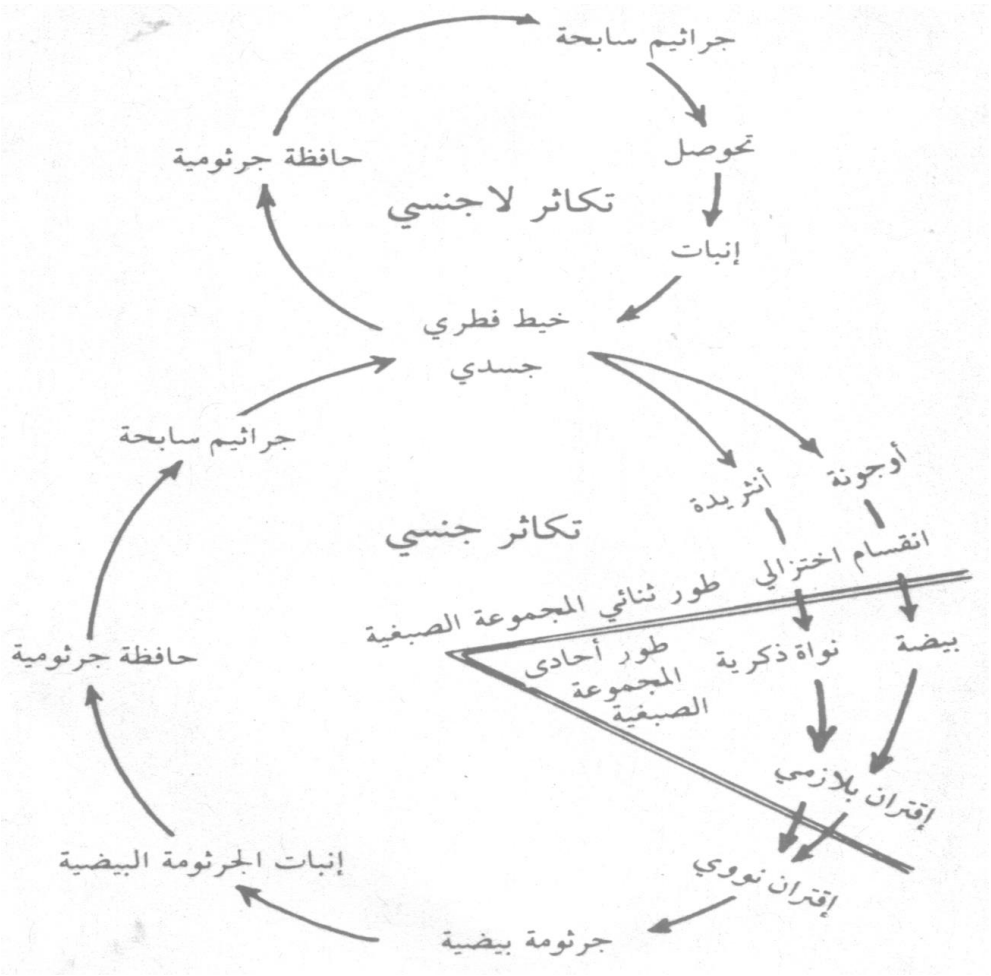
<u>التكاثر الجنسى</u>: وهو نادر الحدوث على النباتات المصابه، لان الفطر عاده يمضى فتره الشتاء فى الطبيعه فى الانسجه المصابه على هيئه ميسليوم ينشط فى بدايه الموسم الجديد. وربما يرجع السبب فى ندره تكون الجراثيم البيضيه فيتوفثورا الى ان الفطر بعض انواعه متباينه الثالوس اى لا يحدث التزاوج الجنسى الا بين خيطين فطريين كل منهما مستمد من غزل فطرى متميز وينبثق من جرثومه واحده. ولذلك فالتكاثر الجنسى فى هذا الفطر يحدث بين انثريدات واوجونات متضاده الطرز التزاوجيه .

يحدث التكاثر الجنسى بين اعضاء جنسيه متميزه انثويه وذكريه وتتكون الاعضاء الانثويه (الاوجونات) فى نهايه فرع الخيط الفطرى، ويبدا تكوينها بتضخم كروى خيطى ثم انتقال الانويه والسيتوبلازم الى الجزء المتضخم وبعد ذلك بقليل يتكون جدار مستعرض يعزل الجزء المنتفخ (الاوجونه) عن بقيه الخيط الفطرى. وتحتوى كل اوجونه على بيضه واحده احاديه النواه تحاط بطبقه من البروتوبلازم

المحيطى، الذى تنحل فيه جميع الانويه الاخرى وفى نهايه خيط فطرى اخر وبالقرب من هذا النوع او بعيدا عنه، تظهر الاعضاء الذكريه (الانثريدات) التى تتكون على هيئه خيوط منتفخه عند النهايه البعيده للخيط كما يظهر جدار مستعرض خلف هذا الجزء المنتفخ مباشره حيث تبدو الانثريده على شكل استطاله ثخينه. ويتبع الفطر فى تكاثره الجنسى النمط العام للفطريات البيضيه الاخرى، فالانقسام الاختزالى يحدث داخل الاعضاء الجنسيه من انثريدات واوجونات (وليس فى الجرثومه البيضيه كما هو سائد) قبل ان يحصل الاندماج بين محتوياتها، لانهما قد تكونا اصلا من اغزال فطريه ثنائيه المجموعه الصبغيه، وينتج عن ذلك الانقسام تكوين امشاج ذكريه وبيضات احاديه المجموعه الصبغيه ويتم الاخصاب بينهما بان تخترق الاوجونه الانثريده والاخيره ما زالت فى طور التكوين. وتظهر الاوجونه فى هذه الحاله فوق الانثريده كتركيب كروى الشكل ولذلك تبدو الانثريده على هيئه قمع حول قاعده الاوجونه الناضجه. وتحصل عمليه الاندماج السيتوبلازمى اثناء اختراق الاوجونه للانثريده، ثم بعد ذلك تحدث عمليه الاقتران النووى، وتتكون الجرثومه البيضيه داخل الاوجونه وهى ذات جدار سميك وغالبا تكون ملساء ومقاومه للظروف غير الملائمه. تنبت الجرثومه البيضيه مباشره بعد نضجها، او بعد فتره كمون ثم تنقسم نواتها المتكونه عده انقسامات غير مباشره ينتج عنها تكوين عدد كبير من الانويه، وعند حدوث الانبات ترسل الجرثومه البيضيه خيطا فطريا قصيرا وغير مقسم ينتهى عاده بكتله كرويه ينتقل اليها البروتوبلاست عديد الانويه ويطلق عليها الحافظه الجرثوميه التى تحوى بداخلها عددا كبيرا من الجراثيم السابحه ثنائيه السوط بالطريقه نفسها التى تتكون بها الحوافظ الجرثوميه من الاغزال الفطريه. وفى بعض الاحيان تنمو انبوبه الانبات المتكون مباشره من الجرثومه البيضيه ويتطور الى غزل فطرى جديد.



شكل (13): المراحل المختلفه للتكاثر الجنسى فى فطر فيتوفثورا انفستانس *P. infestans*



شكل (14): مخطط توضيحى لملخص دوره حياه فطر فيتوفثورا *Phytophthora* sp.

قسم الفطريات اللاسوطيه Division: Amastigomycota

يعتبر هذا القسم من اكبر اقسام مملكه الفطريات، وتعد افراده اكثر تطورا من افراد القسمين السابقين ويضم هذا القسم مجموعه ضخمه من الفطريات التى تتباين فى اشكالها واحجامها، فهى تتدرج فى احجامها من فطريات مجهريه، وحيده الخليه او عديده الخلايا الى فطريات كبيره ذات اشكال مميزه وتتباين افراد هذا القسم فبعضها يعيش كطفيليات اجباريه او اختياريه ، حيث يسبب كثير منها امراضا هامه للنباتات والكثير منها يعيش رميا فى التربه وقد تسبب تحللا للمواد العضويه. جميع الفطريات السابقه تتغذى بالامتصاص وتحتوى جميعها باستثناء الخمائر على غزل فطرى متميز اما مقسما او غير مقسم وبالرغم من تباين اشكال فطريات هذا القسم الا ان كافه افراده يشتركون بصفه واحده مميزه وهى عدم انتاجها لاى تراكيب متحركه (جراثيم سابحه او امشاج متحركه Zoospores or gametes) اثناء دوره حياتها اى ان تكاثرها اللاجنسى اما ان يتم بواسطه جراثيم غير متحركه فى صوره جراثيم حافظيه او كونيدات او بالتبرعم او بتجزؤ الميسليوم، اما تكاثرها الجنسى فيتم اما عن طريق تكوين جراثيم زيجوتيه او جراثيم زقيه او جراثيم بازيديه، وينقسم هذا القسم الى 4 تحت اقسام .

الفطريات الزيجوميكوتينيه Subdivision: Zygomycotina

اهم صفات هذه المجموعه:

1- عدم احتوائها على جراثيم سابحه (سوطيه).

2- خلو غزلها الفطرى (الميسليوم) من الجدر المستعرضه التى تقسم الهيفات الى خلايا، وقد يصبح الميسليوم مقسما مع تقدمه فى السن وخاصه فى التراكيب التكاثريه .

3- يتم التكاثر اللاجنسى لافرادها بواسطه جراثيم غير متحركه Aplanospores فى صوره جراثيم حافظيه تنتج باعداد غير محدوده

داخل حوافظ جرثوميه، او قد تعمل الحافظه الجرثوميه باكملها كجرثومه مفرده تسلك مسلك الكونيده .

4- يتم التكاثر الجنسى عن طريق التزاوج بين حوافظ مشيجيه غير متحركه ومتشابهه عاده فى الشكل والحجم وينتج عنها تكوين جراثيم زيجوتيه Zygospores مقاومه للظروف البيئيه غير الملائمه.

5- معظم الفطريات الزيجوتيه مترممه والقليل منها متطفل وبعضها له اهميه اقتصاديه.

تنقسم هذه الطائفه الى ثلاث رتب وسوف تقوم بدراسه فطر واحد نظرا لاهميه وانتشاره وهو فطر عفن الخبز *Rhizopus* sp.

فطر عفن الخبز

الوضع التصنيفى لجنس عفن الخبز *Rhizopus* sp.

قسم: الفطريات اللاسوطيه Division: Amastigomycota

تحت قسم: الفطريات الزيجوميكوتينيه Subdivision: Zygomycotina

طائفه: الفطريات الزيجويه Class: Zygomycetes

رتبه: الميوكورات Order: Mucorales

الفصيله: الميوكوريه Family: Mucoraceae

جنس: رايزوبس Genus: *Rhizopus* sp.

ينتمى هذا الفطر الى رتبه الميوكورات حيث تعيش معظم افراد هذه المجموعه فى اغلب الاحيان معيشه رميه على اوساط بيئيه غنيه بالمواد العضويه الذائبه او على روث الحيوانات والانسجه النباتيه والحيوانيه الميته وقليل من افراد هذه الرتبه يتطفل على النباتات الخضراء والحشرات. حيث يعد هذا الجنس من ابرز الاجناس التى تنتمى الى هذه الرتبه وهو فطر مترمم واسع الانتشار ويشتمل على حوالى 35 نوعا كلها مترممه.

ويتكون الغزل الفطرى من خيوط فطريه غير مقسمه، كثيره التشعب، ويظهر على البيئه النامى عليها على شكل قطن ابيض اللون ينمو على سطح الماده العضويه، ويتميز الى جزء زاحف يمتد فوق الطبقه التحتيه للماده العضويه النامى عليها الفطر يعرف بالرئد او المداد، ويرسل عند نقطه الطرف الاخر منه بالسطح اشباه جذور فى مجموعات تتفرع داخل الوسط العضوى لتثبيت الفطر، وامتصاص المواد الغذائيه، وتنبثق مقابل كل مجموعه من اشباه الجذور حزمه من الهيفات الهوائيه التى تنمو بصوره عموديه، والتى تصبح فيما بعد الحوامل الجرثوميه Sporangiophores، ويكون كل حامل غير متفرع اول الامر وبعد ان ينمو الى ارتفاع معين ينفصل الجزء الطرفى من هذا الخيط، ثم ياخذ هذا الجزء فى الانتفاخ، وتنقسم محتوياته الى عدد من الجراثيم الغير متحركه Aplanospores ليكون بذلك حافظه جرثوميه كرويه الشكل، ثم ياخذ الجدار المستعرض فى البروز الى داخل الحافظه الجرثوميه مكونا تركيبا قبوى يعرف بالعويميد Columella.

طرق التكاثر

التكاثر اللاجنسى: ياخذ الفطر فى التكاثر لاجنسيا بعد فتره، اذ يصبح الجزء الطرفى من الخيط الهوائى مليئا بالانويه والسيتوبلازم وينفصل عن بقيه الخيط بجدار مستعرض ثم تنقسم محتوياته الى عدد من الجراثيم وياخذ الجدار المستعرض فى البروز الى داخل الحافظه الجرثوميه مكونا ما يعرف بالعويميد وعندما تنضج الجراثيم يستمر العويميد فى الانتفاخ مندفعا الى داخل الحافظه الجرثوميه ويسبب ذلك ضغطا على الجراثيم التى تضغط بدورها على الحافظه الجرثوميه فيؤدى ذلك فى النهايه الى تمزق جدار الحافظه، وتحر رالجراثيم التى تنتشر بواسطه الهواء حتى اذا ما استقرت على وسط غذائى مناسب تاخذ فى الانبات، لتعطى خيوطا فطريه جديده. وهذه الاليه فى انتشار الجراثيم تسبب فى دفع تلك الجراثيم الى مسافات بعيده عن الغزل الفطرى الام لكى لا يحدث تنافس بين الاغزال الفطريه البنويه والغزل الفطرى الام وبين الاغزال الفطريه البنويه

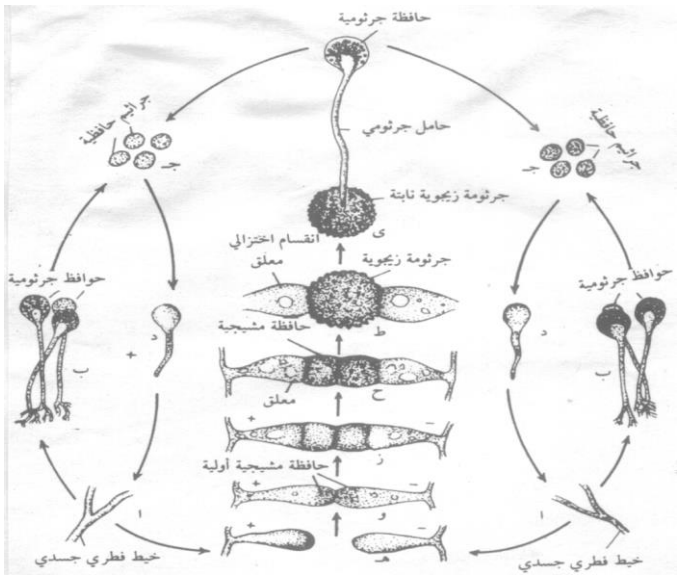
ذاتها. وبعد انتثار الجراثيم الحافظيه يتبق من جدار الحافظه الجرثوميه جزء قاعدى يحيط بالعويميد ويعرف بالياقه Collar.

التكاثر الجنسى: عندما تصبح الظروف البيئيه غير ملائمه لنمو الفطر ، عندئذ يبدا الفطر فى اعداد نفسه للتكاثر الجنسى فياخذ كل خيطين متجاورين لسلالتين مختلفتين فى تكوين فرعين جانبيين ياخذان فى التوجه نحو بعضهما البعض حتى يلتقيا ويطلق على هذين الفرعين الجانبيين بالحوافظ المشيجيه الاوليه Progametangia ثم تنتفخ الحافظتان وتمتلان بالبروتوبلازم ويتكون فى كل منهما حاجز عرضى يقسمها الى جزئين الجزء الطرفى منها يسمى الحافظه المشيجيه Gametangium اما الجزء الذى يقع تحتها فيسمى المعلق Suspensor ثم تتلاشى الحواجز التى تفصل بين الحافظتين المشجيتين (المشيجين غير المتحركين) وتمتزج مادتهما البروتوبلازميه وتتكون اللاقحه Zygote التى تحتوى على انويه ثنائيه المجموعه الصبغيه (2ن) وسرعان ما تحيط نفسها بجدار خشن متثالل وسميك ويصبح لونه فيما بعد اسودا مكونه بذلك الجرثوميه الزيجوتيه Zygospore وعندما يتحلل المعلقان تسقط الجرثومه الزيجويه وتظل ساكنه فتره من الزمن قد تمتد الى عده اشهر تتمكن اثناءها من مقاومه الظروف البيئيه القاسيه كالجفاف والحراره التى لا تستطيع ان تصمد ضدها الخيوط الفطريه العاديه. وعندما تتهيا لها ظروف الانبات المناسبه من جديد تنقسم نواه الجرثومه الزيجويه التى تحتوى على (2ن) من الكروموسومات انقساما اختزاليا مكونه انويه احاديه المجموعه الصبغيه (ن) ثم بعد ذلك تنبت الجرثومه الزيجويه ويتم ذلك بان تمتص الماء فتنتفخ، وتضغط على الجدار فتسبب تمزقه ويخرج منها انبوب انبات ينتهى بتكوين حافظه جرثوميه تحتوى على الجراثيم اللاجنسيه. ثم تاخذ هذه الجراثيم كما فى حاله التكاثر اللاجنسى فى التحررمن جدر الحوافظ الجرثوميه، وتنتثر فى الهواء مسببه انتشار الفطر. ويلاحظ فى فطر الرايزوبس ان التكاثر الجنسى لا يحدث الا نادرا حيث يستلزم

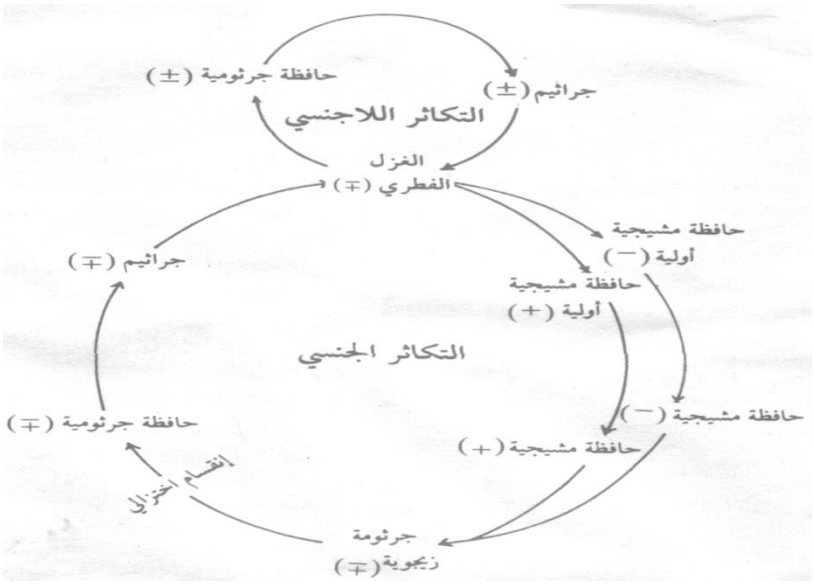
ظروفا معينه ولذلك فهو لا يمثل النوع الرئيسى للتكاثر بينما يمثل التكاثر اللاجنسى الوسيله الرئيسيه لذلك .

فى بعض انواع فطر رايزوبس يحدث التزاوج الجنسى بين خيطين فى نفس الغزل الفطرى او من سلاله واحده اى ناشئين اصلا من جرثومه واحده تعرف مثل هذه الانواع بمتشابهه الثالوس Homothallic او متجانسه الجسم الخضرى وفى انواع اخرى فيحدث التزاوج بين خيطين من غزلين فطريين مختلفين فسيولوجيا ناشئين من جرثومتين مختلفتين وراثيا يعرف احداهما بالسلاله الموجبه (+) والاخر بالسلاله السالبه (-)، وتعرف هذه الانواع بمتباينه الثالوس Heterothallic او الجسم الخضرى ويجب وجود وتزاوج سلاله موجبه وسلاله سالبه لضمان تكوين وانتاج الجراثيم الزيجويه . وينطبق هذا النظام على معظم الفطريات الاخرى التابعه لرتبه الميوكورات.

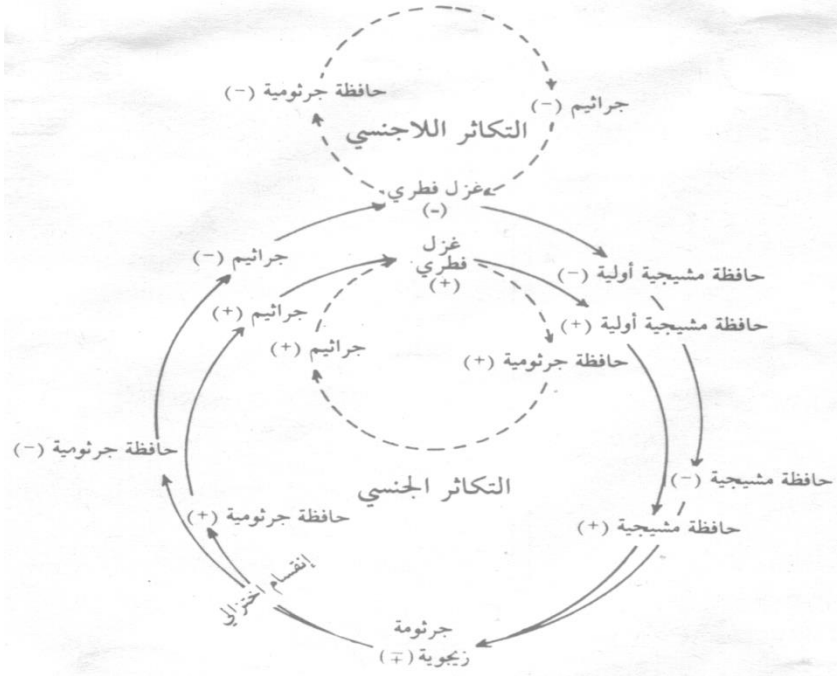
وتجدر الاشاره الى ان فطر رايزوبس له القدره ايضا على التكاثر خضريا، فاذا نقل جزء من الغزل الفطرى النامى الى وسط غذائى مناسب فانه ينمو ليعطى خيوطا فطريه جديده، والغالبيه العظمى من الفطريات المترممه يمكنها ان تتكاثر بهذه الطريقه الخضريه.



شكل (15): دوره حياه فطر رايزوبس ستولونيفر *R. stolonifer*



شكل (16): رسم تخطيطى يوضح النمط العام لدوره الحياه فى الانواع متشابهه الثالوس فى جنسى رايزوبس وميوكر.



شكل (17): رسم تخطيطى يوضح النمط العام لدوره الحياه فى الانواع متباينه الثالوس فى جنسى رايزوبس وميوكر.

الاهميه الاقتصاديه لفطر رايزوبس

يحتوى جنس رايزوبس على عدد من الانواع ذات الاهميه الاقتصاديه نذكر منها

1- رايزوبس ستولونيفر *R. stolonifer* يسبب عفنا طريا Soft rot للثمار والخضروات المختلفه اثناء تخزينها مثل البطاطا الحلوه ، العنب والطماطم وبعض البذور المخزنه .

2- بعض انواع جنس رايزوبس مثل (*R. stolonifera*, *R. sinesis* and *R. nodosus*) تستغل تجاريا لمصلحه الانسان فى مجال الفطريات الصناعيه حيث يستفيد منها فى عمليه تصنيع حمض الفيوماريك ولاتمام بعض خطوات فى تصنيع ماده الكورتيزون الطبيه كما تستطيع تكوين كميات كبيره من حمض اللاكتيك اثناء عمليه التخمر اللالتيكى Lactic fermenation.

الفطريات الزقيه (الكيسيه) Subdivision: Ascomycotina

وجودها واهميتها

تتضمن الفطريات الزقيه او ما يطلق عليها احيانا بالفطريات الكيسيه Sac fungi عددا كبيرا من انواع الفطريات التى يتراوح عددها ما بين 25000 الى 30000 نوع موصوف، وموزعه فى حوالى 1800 جنس، وهى واسعه الانتشار فى الطبيعه وتوجد فى بيئات مختلفه فى معظم فصول السنه، وتتفاوت فيما بينها تفاوتا كبيرا فى الشكل الخارجى والتركيب الداخلى وطريقه التغذيه فمنها انواع دقيقه التركيب وحيده الخليه كالخمائر، فى حين انه يوجد منها انواع ذات تركيبات ثمريه كبيره الحجم.

تعيش الفطريات الزقيه اما مترممه على بيئات متباينه، اذ ينمو العديد منها على التربه الغنيه بالدبال او على كتل الاخشاب المتحلله او على بقايا اوراق الصحف المتعفنه، اما البعض الاخر فيعيش متطفلا اما تطفلا اجباريا داخل انسجه العائل، او ينمو سطحيا على جسم العائل حيث تسبب كثيرا من الامراض النباتيه المعروفه كامراض البياض الدقيقى التى تصيب كثيرا من انواع المحاصيل الاقتصاديه.

والبعض الاخر اختيارى التطفل ويسبب امراض نباتيه عديده مثل مرض العفن البنى Brown rot والاخضر فى ثمار الفاكهه وعفن الكوز ear rot فى الذره، ومرض جرب التفاح Apple scab ومرض تجعد اوراق الخوخ Peach leaf curl ومرض الارجوت Ergot disease فى الشليم ومرض التبقع الورقى لنبات البرسيم Leaf spot كما انه يوجد منها فطريات مترممه ترمما اجباريا ولا تسبب امراضا نباتيه. وهناك عدد منها يكون محبا للروث فلا تنمو الا على روث حيوانات معينه.

وتكون هذه الفطريات عند نموها ثمارا زقيه Ascocarp باحجام واضحه للعين المجرده، واشكال محدده، وقد تنتج هذه الفطريات ثمارها الزقيه على سطح الارض كما فى حاله الفطريات القرصيه او قد تكون ثمارا زقيه تحت سطح الارض كما فى فطريات الكماه Truffles. وتنمو بعض الفطريات الزقيه مثل الخمائر والاعفان الزرقاء على اسطح الفواكه والخضروات والجلود الرطبه ومختلف المواد النباتيه والحيوانيه مسببه فسادها . وتسبب الفطريات الزقيه كذلك بعض الامراض المشتركه التى تصيب الانسان وبعض الحيوانات الاليفه فبعضها يسبب للانسان امراضا جلديه، وباطنيه والتهابات فى الجهاز التنفسى. وبالرغم من ان انواعا كثيره من فطريات هذه المجموعه كثيره الضرر لنا، وذلك نتيجه لما تسببه من تلف للنباتات الاقتصاديه، وفسادا للاغذيه ، فانها تضم كذلك انواعا مفيده لنا كالخمائر التى تدخل فى صناعه الخبز، وانواع العجين كما تدخل فى تحضير الفيتامينات ، وبخاصه فيتامين (ب المركب). فطر البنسيليوم الذى له القدره على انتاج المضاد الحيوى المعروف بالبنسيلين الذى له القدره على ايقاف نمو الكثير من البكتيريا، ولهذا الفطر ايضا شهرته الواسعه حيث ان احد انواعه يستخدم فى صناعه الجبن وخاصه جبن روكفورت حيث يضفى هذا الفطر له اونا ونكهه مميزتين. وينتمى الى الفطريات الزقيه بعض الفطريات الصالحه للاكل مثل فطر مورشيلا Morchella ، وفطريات الكماه Truffles التى تتمتع بشهره واهميه خاصه بين الفطريات، وهى تنمو طبيعيا فى صحارى المملكه

العربيه السعوديه فو موسم سقوط الامطار وهى لذيذه الطعم وذات قيمه غذائيه عاليه نظرا لما تحتويه من فيتامينات وبروتين. وهناك ايضا فطر كلافيسبس بيربوريا *Claviceps purpurea* الذى يصيب نبات القمح، والشليم ويسبب لهما مرضا يسمى الارجوت ولكنه ذو فائده وشهره طبيه كبيره حيث يستخلص من الاجسام الحجريه لهذا الفطر ماده الايرجومترين وهى ماده سريعه الذوبان فى الماء توخذ عن طريق الفم حيث تمتص سريعا فى القناه الهضميه، وهى تعطى للام اثناء عمليه الولاده المتعسره لتسهيلها. كما تساعد هذه الماده على الاقلال من النزيف الذى يعقب الولاده بسبب تاثيرها القابض للرحم والاوعيه الدمويه، هذا بالاضافه الى ان ماده الايرجومترين تستخدم فى علاج بعض انواع الام الراس. الى جانب ذلك فان كثيرا من الفطريات الزقيه تستغل صناعيا فى انتاج الاحماض العضويه مثل احماض الستريك، والاوكساليك وغيرها. وكذلك فى انتاج مختلف الفيتامينات والانزيمات.

التركيب الخضرى

باستثناء الخمائر وبعض الفطريات القليله الاخرى، يكون الثالوس فى الفطريات الزقيه من الطراز الغزلى حيث يتكون الغزل الفطرى من هيفات مقسمه الى خلايا بواسطه جدر عرضيه، وتوجد عاده نواه واحده او اكثر فى كل خليه، وهذه الفطريات لا تكون جراثيم سوطيه على الاطلاق، كما انها لا تكون جراثيم حافظيه داخل الحوافظ الجرثوميه، ولكن تتم فيها عمليه التكاثر اللاجنسى عاده بتكوين كونيدات Conidia اما بحاله مفرده او على هيئه سلاسل وتحمل هذه الكونيدات على حوامل كونيديه Conidiophores. وقد تنشا الحوامل الكونيديه على اجزاء متفرقه من الميسيليوم او تكون داخل تركيبات خاصه تعرف بالبكنيده، او الوعاء البكنيدى Pynidium وهو وعاء قارورى الشكل، او دورقى الشكل يكون عاده مدفون فى الوسط الذى ينمو عليه الفطر، وتتكون بداخله حوامل كونيديه تحمل على اطرافها الجراثيم التى تعرف فى هذه الحاله بالجراثيم البكنيديه Pycnidiospores. من التراكيب المالوفه ايضا فى الفطريات الزقيه التركيب

المسمى اسيرفيولس Acervulus وهو عباره عن تركيب قليل الانخفاض طبقى الشكل يتكون من وساده من نسيج هيفى متماسك تنشا عليه الحوامل الكونيديه القصيره والمتزاحمه، والتى تحمل على اطرافها الجراثيم الكونيديه التى تتعرض الى الخارج بعد تمزق بشره النبات العائل.

وتتميز الفطريات الزقيه عن الفطريات الاخرى بنوع خاص من التكاثر الجنسى الذى ينتج عنه تكوين جراثيم جنسيه خاصه تتكون بعد تزاوج جنسى تسمى بالجراثيم الزقيه Ascospores، وتوجد داخل اكياس خاصه تعرف بالاكياس الزقيه (الزقاق) Asci. وتتميز الاعضاء الجنسيه فى الفطريات الزقيه الى اعضاء ذكريه واعضاء انثويه، ويتكون الفرع الانثوى، او الجسم القوسى Archicarp من شعيره جنسيه Trichogyne وحيد، او متعدد الخلايا ومولد زقى يسمى الاسكوجونه Ascogonium وتنبثق من الاسكوجونه عند الطرف العلوى منها شعيره تعرف بالشعيره الانثويه، وهى تعد بمثابه عضو استقبال للانثريده . اما الفرع الذكرى فيتكون من عنق انثريدى، وانثريده طرفيه، ويحدث الاخصاب بتقارب الانثريده من الشعيره الانثويه والاتصال بينهما، وتنتقل انويه الانثريده اولا الى الشعيره الانثويه ثم الى ما تحتها من اسكوجونه.

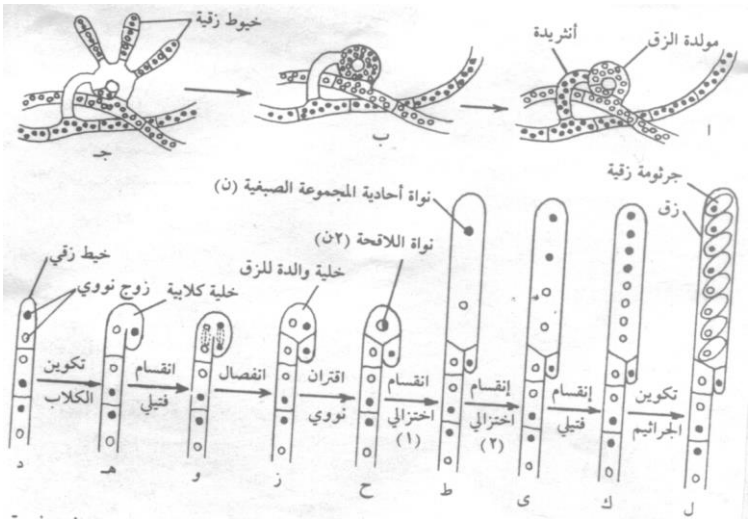
سيتولوجيه تكوين الزق فى الفطريات الزقيه:

تختلف سيتولوجيه تكوين الزق فى الفطريات الزقيه باختلاف الاجناس، ففى جنس بزيزا فيزيكيولوزا *Peziza vesiculosa* المتشابهه الثالوس تتكون من اسكوجونه مخصبه وعده خيوط مولده للزقاق، وهنا تكون الاسكوجونه والانثريده عديده الانويه، وبعد انتقال انويه الانثريده الى الاسكوجونه فانها لا تندمج مع الانويه الاسكوجونيه بل تنتظم معها فى ازواج ويتكون كل زوج من نواه انثريديه واخرى اسكوجونيه وبعد تكوين الخيوط المولده للزقاق ينتقل زوج واحد من بين هذه الانويه الى الطرف المنثنى من الخيط المولد للزقاق ثم تنقسم كل نواه منه الى نواتين، وتتكون جدر فاصله للتمييز بين كل من الخليه الطرفيه وحيده النواه، والخليه تحت الطرفيه ثنائيه النواه والخليه العنقيه وحيده النواه. وتستطيل الخليه

تحت الطرفيه Penultimate cell وتندمج فيها النواتان وتتكون نواه مدمجه ثنائيه المجموعه الكروموسوميه، وتنقسم هذه النواه فى البدايه انقساما اختزاليا، ويودى الى تكوين اربعه انويه احاديه المجموعه الصبغيه، يعقبه انقساما فتيليا، وينتج عن ذلك تكوين ثمان انويه كل منها احاديه المجموعه الكروموسوميه، وتنتظم الانويه الثمان فى صف واحد، وتحاط كل نواه بجدار لتكوين جرثوميه زقيه، اما الخليه تحت الطرفيه المستطيله فتكون الزق. وقد يحدث اتصال بين الخليه العنقيه والخليه الطرفيه، ومن ثم تحتوى الاخيره على نواتين تندمجان، وتكون الخليه الطرفيه فى هذه الحاله زقا اخر وتنتظم هذه الزقاق، وينتشر بينها شعيرات عقيمه. وتعرف الطبقه المكونه من الزقاق وما ينتشر بينها من شعيرات عقيمه باسم الطبقه الخصيبه Hymenium.

اما فى جنس Sphaerotheca فنجد ان كلا من الانثريده والاسكوجونه وحيدتا النواه، وتندمج النواتان فى الاسكوجونه المخصبه، وتكون حينئذ نواه ثنائيه المجموعه الكروموسوميه ثم تاخذ هذه النواه فى الانقسام الفتيلى لتكون انويه ثنائيه المجموعه الكروموسوميه وتندمج النواتان فى الخليه تحت الطرفيه لتكون نواه رباعيه المجموعه الكروموسوميه وهذه الخليه تحت الطرفيه هى التى تكون الزق، وتنقسم نواتها ثلاث مرات، اولها انقسام اختزالى ثم انقسام اختزالى اخر (يعرف ايضا بالانقسام الاختزالى المضاعف) ثم يتبعها انقسام غير مباشر (فتيلى)، وبذلك تتكون ثمان انويه يحيط كل منها نفسه بقدر من السيتوبلازم ثم يتكون حوله جدار، وبذلك تتكون ثمان جراثيم زقيه داخل كل زق.

وهناك من الفطريات الزقيه ما هى متباينه الثالوس مثل جنس اسكوبولوس ماجنيفيكس *Ascobolus magnificus* ، وتكون كل سلاله هنا احاديه المسكن بمعنى انها تحتوى على اعضاء جنسيه ذكريه وانثويه، ولكن لا يحدث تزاوج بين الاعضاء الجنسيه فى السلاله الواحده بل يحدث التزاوج بين سلالتين مختلفتين جنسيا احداهما موجبه والاخرى سالبه.

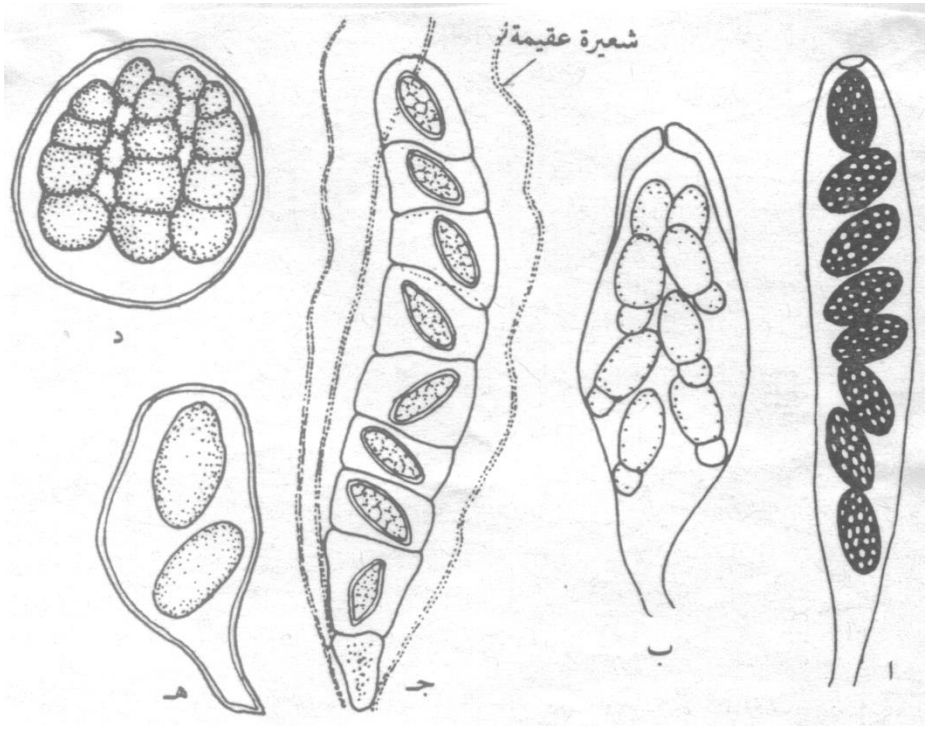


شكل (18): رسم تخطيطى يمثل تكشف الكيس الزقى فى احد الفطريات القرصيه النموذجيه. مراحل تكوين الزق من طرف الخيط الزقى ، الانويه الموجبه مبينه كنقاط سوداء كبيره والانويه السالبه كدوائر بيضاء.

الاكياس الزقيه (الزقاق) Asci

فى الغالبيه العظمى من الفطريات الزقيه تكون الزقاق مستطيله، او اسطوانيه، او بيضيه الشكل، ويلاحظ ان الزقاق الكرويه، او البيضيه تميز بعض المجموعات اما الزقاق المستطيله فهى تميز مجموعات اخرى. والزقاق اما ان تكون جالسه واما ان تكون معنقه، وفى معظم الاحيان تكون هذه الزقاق اما عاريه او داخل ثمره زقيه، وتتكون على شكل طبقه عاديه يطلق عليها الطبقه الخصيبه التى تحتوى بالاضافه الى الزقاق على الشعيرات او الخيوط العقيمه Paraphyses (المفرد Paraphysis) حيث تتبادل هذه الشعيرات مع الزقاق وتشكل جزءا من الطبقه الخصيبه، ويعتقد بانها تساعد على انتثار الزقاق والجراثيم الزقيه. وعاده فان كل زق يتكون من تجويف واحد تتكون بداخله الجراثيم الزقيه، ولكن فى بعض الحالات النادره يكون هذا التجويف مقسما. ويعد تركيب الغلاف او الجدار الزقى من اهم الصور المميزه لشكل الزق، وهو يعتبر اساسا لتقسيم الفطريات الزقيه، ويمكن ان نتبين وجود طرازين مختلفين من الزقاق التى يمكن تمييزها عن بعضها البعض وفقا لتركيب غلافها الخارجى ، فهى اما ان تكون ثنائيه

الغلاف Bitunicate asci او قد تكون وحيده الغلاف Unitunicate asci فالزق الثنائى يحتوى على طبقتين جداريتين متميزتين، الجدار الخارجى يكون سميكا وصلبا، اما الجدار الداخلى فيكون رقيقا وقابلا للامتداد. اما الزق الوحيد الغلاف فيكون رقيقا نسبيا ويتكون من طبقتين رقيقتين تكونان على ما يبدو وكانه جدار واحد.

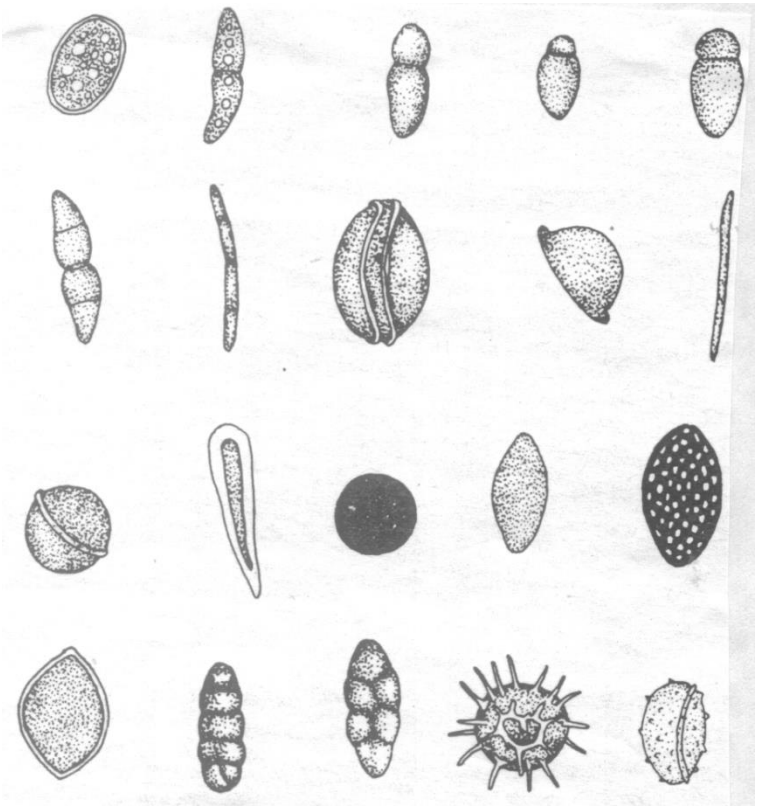


شكل (19): طرز متنوعه من الزقاق التى تمثل بعض الاجناس فى الفطريات الزقيه: (أ) زق اسطوانى Cylindric، (ب) زق دبوسى الشكل Clavate، (ج) زق مقسم Septate، (د) زق كروى Globose، (ه) زق بيضى ومعنق Broadly ovate with stalk

الجراثيم الزقيه Ascospores

يحتوى كل زق عاده على ثمان جراثيم زقيه، ولكن هذا العدد من الجراثيم فى الزق الواحد يتفاوت على حسب عدد الانقسامات غير المباشره للانويه التى تحدث فى الزق فقد يكون عددها 4 او 16 او 32 او اكثر من ذلك (مضاعفات العدد 4)

ويكون العدد النموذجى للجراثيم الزقيه فى كل زق ثمان جراثيم زقيه. وفى احوال نادره تستمر انويه الزق فى الانقسام حتى يبلغ عددها فى الزق الواحد اكثر من 700 نواه تصبح فيما بعد جراثيم زقيه، كما فى فطر ترايكوبولوس Trichobolus، وتتباين الجراثيم الزقيه فيما بينها تباينا كبيرا من حيث الشكل، الحجم، اللون، والفواصل او الحواجز، والزخرفه، وغير ذلك من المميزات، فهى اما ان تكون كرويه الى شبه خيطيه، وتتراوح فى حجمها من ضئيله الى ما يزيد طولها على الالف ميكرون. وذات لون اسود او مجرده من اللون، وهى اما ان تكون وحيده الخليه، او عديده الخلايا. ويمكن استغلال مثل تلك المميزات المختلفه للجراثيم الزقيه كمعايير مناسبه تساعد المهتمين، والمشتغلين فى مجال تصنيف الفطريات فى تقسيم اجناس، وانواع الفطريات الزقيه.



شكل (20): طرز متنوعه من الجراثيم الزقيه (الكيسيه)

الطبقه الخصيبه Hymenium

وهى الطبقه التى تتالف من خلايا متطاوله، تكون عموديه على سطح الثمره وتتكون من الزقاق والخيوط العقيمه، وهى اما ان تكون عاريه Nacked كما فى فطريات الخميره او تحاط بجدار او غلاف ثمرى خاص، لتكوين ما يسمى بالجسم الثمرى او الثمره الزقيه Ascocarp.

الثمره الزقيه Ascocarp

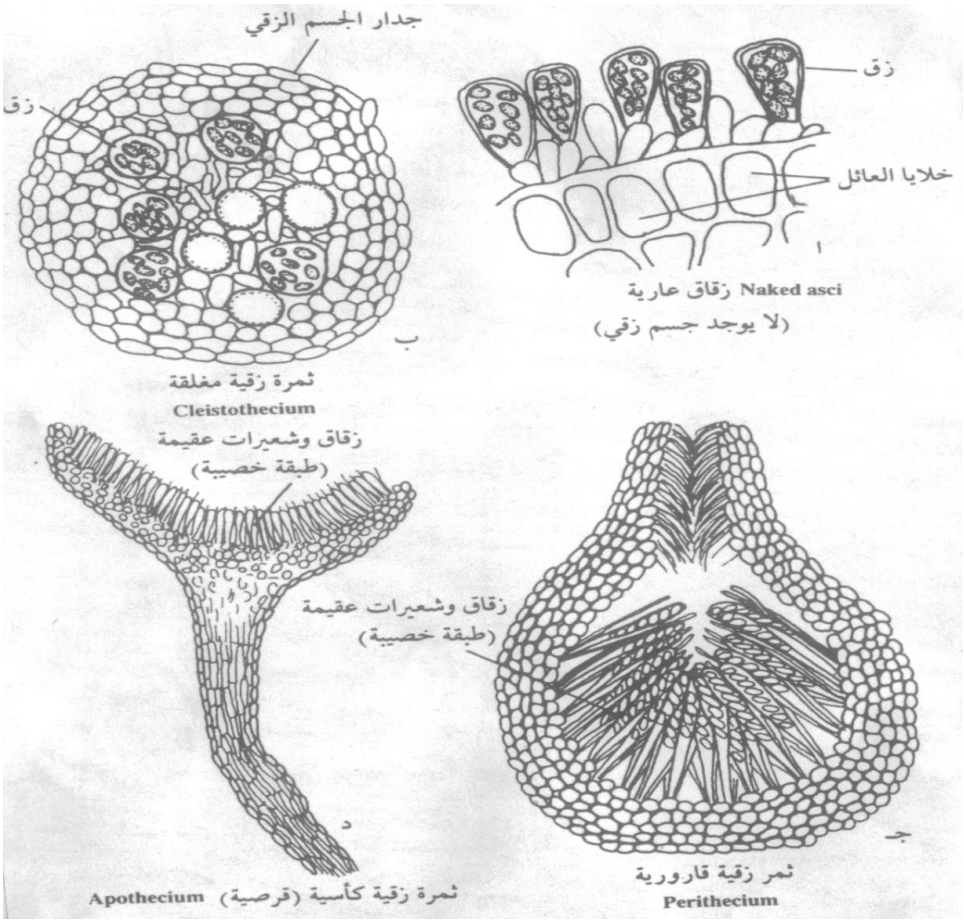
فى الفطريات الزقيه الحقيقيه تحاط الخيوط الزقيه، والزقاق المحموله عليها بنسيج مغلف. وتتكون الزقاق والخيوط او الخيوط والنسيج المغلف المكون من الخيوط الفطريه فى مجموعها ما يسمى بالجسم الثمرى او الثمره الزقيه .

وهناك ثلاثه طرز عامه من الثمار الزقيه فى الفطريات الزقيه تختلف فيما بينها من حيث الشكل وهى كما يلى :

1-الثمار الزقيه المغلقه Cleistothecia وهى عاده كرويه الشكل وليس لها فتحه للخارج ، وتكون الزقاق بداخل هذا النوع من الثمار الزقيه مبعثره فى غير انتظام وتنتشر هذه الزقاق والجراثيم بتحلل جدار الثمره الزقيه او بتمزقه ، وتشاهد الثمار الزقيه المغلقه فى جنس الاسبرجيللس، البنسيليوم والميكرواسكس.

2- الثمار الزقيه القارورية (او الدرقيه) Perithecia وهى عاده تكون كمثريه او على شكل قاروره مستطيله لها عنق وتفتح للخارج عند النضج بفتحه علويه ضيقه تسمى فوهه Ostiole وتكون الزقاق فى داخلها مرتبه بانتظام ومتوازيه، وتشاهد الثمار الزقيه القارورية فى فطرالكيتوميوم .

3-الثمار الزقيه القرصيه (او المكشوفه) Apothecia وهى قد تكون قرصيه او قمعيه او كاسيه الشكل، وهى ايضا ذات تجويف مبطن بطبقه عماديه من الزقاق المرتبه عاده بشكل متوازى على سطحها كما فى فطر البيزيزا.



شكل (21): اربع طرق لحمل الزقاق فى الفطريات الزقيه.

وسوف ندرس فطرين احدهما وحيد الخليه والثانى عديد الخليه من الفطريات الزقيه:

الخميره

فطريات الخميره من الفطريات التى تتميز بقدرتها على التكاثر بالتبرعم ، سواء كانت وحيده الخليه، او كانت خيطيه. ويبدا البرعم صغيرا ثم يكبر حتى يصل الى حجم الخليه الام قبل ان يتم انفصاله، ويظهر موضع الاتصال على الخليه الام كندبه تسمى ندبه البرعم Bud scar يقابلها فى الخليه الجديده ندبه الميلاد Birth scar، ويظهر النوعان من الندبات بشكل واضح فى صور المجهر الالكترونى المساح، وقد يوجد اكثر من موقع فى الخليه للتبرعم، وبالتالى ندبات التبرعم وعددها يدل على مرات الانقسام .

وفطريات الخميره انواع وهى (1) وحيده الخليه، (2) خيطيه، (3) مولده لجراثيم زقيه، (4) غير مولده لجراثيم زقيه وهناك طرق شتى لتصنيف فطريات الخميره منها ما يلى:

1- تصنيف جميع فطريات الخميره غير المولده للجراثيم الزقيه تحت طائفه الفطريات الناقصه.

2- تصنيف جميع فطريات الخميره المولده للجراثيم الزقيه تحت طائفه الفطريات الزقيه.

هنالك نظام اخر للتقسيم مشابها لما يحدث فى فطريات الاسبيرجيللس، والبنسيليوم، فليس جميع انواع الاسبيرجيللس، وبنسيليوم تستطيع ان تعطى جراثيم زقيه، ولكن تقتصر هذه القدره على انواع قليله. ولما كان البعض من هذه الفطريات له القدره على انتاج اجسام زقيه، وجراثيم زقيه لذلك فقد صنفت جميع اجناس الاسبيرجليللس والبنسيليوم تحت طائفه الفطريات الزقيه، وعلى نفس المنوال فقد صنفت جميع فطريات الخميره، سواء كانت مولده او غير مولده لجراثيم زقيه تحت الفطريات الزقيه. ثم توالت الدراسات على فطريات الخميره وثبتت اهميتها فى مجالات طبيه، وصناعيه وزراعيه كثيره، كما كثرت انواعها

فظهر اتجاه جديد لفصل فطريات الخميره كليه عن الطوائف المعروفه للفطريات الحقيقيه، ووضعها تحت طائفه خاصه هى طائفه الفطريات المتبرعمه Blastomycetes. ولعل اكثر هذه الطرق المتداوله هى الطريقه الثانيه، وهى وضع جميع فطريات تحت (طائفه الفطريات الزقيه).

وتتكاثر فطريات الخميره جنسيا بعده طرق مختلفه، الطريقه المثلى لهذا النوع من التكاثر هى اتحاد خليتين خضريتين، يتبع ذلك اندماج هاتين الانبوبتين بتحلل الحاجز الفاصل بينها، وتتحد نواتا الخليتين عاده فى الانبوبه ثم تتكون اللاقحه الثنائيه المجموعه الكروموسوميه ويلى ذلك تكوين الجراثيم الزقيه، وعددها 4 الى 8. احيانا تضمحل بعض الانويه الناتجه عن انقسام النواه الاولى وبذلك يحوى الزق 4 جراثيم زقيه. والزقاق فى هذه الفصيله عاريه، وينشا الزق كما اسلفنا اما من لاقحه، او بالتوالد البكرى من خليه خضريه فرديه، اما اشكال الجراثيم الزقيه فتختلف حسب الانواع فهى اما بيضيه او قبعيه كما فى فطر *Hansenula* sp. ، او مستديره او ابريه كما فى فطر *Nematospora* sp. او مسننه. وتبعا لشكل الجراثيم الزقيه جرى تقسيم هذه الفصيله الى 17 جنسا وحوالى 100 نوع واشهر هذه الاجناس , *Hansenula* , *Saccharomyces* *Nematospora* and *Schizosaccharomyces*

الوضع التصنيفى لجنس سكارواميسس

قسم: الفطريات Division: Amastigomycota اللاسوطيه

تحت قسم: الفطريات الاسكوميكوتنيه Subdivision: Ascomycotina

طائفه: الفطريات Class: Ascomycetes الزقيه

طويئفه: الفطريات الزقيه Subclass: Hemiascomycetidae الاوليه

رتبه: الاندوميسيتات Order: Endomycetales

Family: Saccharomycetaceae الفصيله: السكارواميسيتيه

Genus: *Saccharomyces* جنس: سكارواميسس

يعد هذا الجنس من اهم اجناس الفصيله السكارواميسيتيه، وقد اكتشفه لاول مره العالم الانجليزى روبرت هوك ومنذ ذلك الحين، وعدد الانواع التابعه لهذا الجنس فى ازدياد مستمر حتى بلغت 41 نوعا، او يزيد وقد استند فى ذلك على الصفات الفسيولوجيه للنوع اى القدره على تخمير انواع معينه من السكريات . واشهر الانواع التابعه لهذا الجنس النوع *Saccharomyces cerevisiae* الذى يستعمل فى صناعه البيره والمعجنات ، وهو يقوم بتخمير السكريات البسيطه الى كحول بتركيز يتراوح ما بين 10 الى 20 % وهو ذو فائده طبيه لاحتوائه على فيتامين (ا) ويعيش جنس سكارواميسس مترمما حيث توجد المحاليل السكريه، فهو يوجد فى الاطعمه ورحيق الازهار، وافرازات الاشجار وسطوح الاوراق، والثمار، كما يوجد فى التربه. ويعيش البعض منها اما متكافلا، او متطفلا على حيوانات متعدده لا سيما الحشرات، والفطر لا يحتوى على ميسيليوم كالمعتاد بل يتكون من خلايا فرديه متشابهه تقريبا، مستديره او بيضيه الشكل. واحيانا تتصل خلايا الخميره بعضها ببعض فتتكون سلاسل من الخلايا ومشكله ما يسمى بالغزل الفطرى الكاذب Pseudomycelium ويبلغ قطر الخليه حوالى 10 ميكرون، ويختلف شكل الخلايا الفرديه وحجمها تبعا لعمر الخلايا، وطبيعه البيئه الغذائيه ويحيط بالخليه جدار رقيق، ويصبح سميكا فى البيئات غير الملائمه، ويتكون جدار خليه الخميره من الجلوكان glucan (متبلمر معقد) من وحدات الجلوكوز، ويوجد فى الطبقه الداخليه من الجدار ملاصقا للغشاء البلازمى، والمنان mannan (متبلمر معقد من سكر المانوز ويوجد اساسا فى الطبقه الخارجيه للجدار وله علاقه بصلابه الجدار) والكيتين chitin (متبلمر من ان - استيل جلوكوز امين، ويوجد مرتبطا بندبه البرعم ويكون حلقه حول الندبه) وبروتين (ويمثل 10% من وزن الجدار الجاف) ويوجد فى البروتين بعض

الانزيمات المرتبطه بالجدار مثل الجلوكاناز glucanase والمناز mannase ويساعدان فى تليين ماده الجدار قبل التبرعم، وهذا الجدار يغلف كتله بروتوبلازميه . وتمتاز خليه الخميره بانها غنيه بالسيتوبلازم الذى يحتوى على حبيبات جليكوجينيه ، وفوليوتينيه، ودهون حيث تعد بمثابه مواد غذائيه مدخره . وتوجد بالخليه نواه واحده محاطه بغشاء مزدوج مثقب (نواه حقيقيه)، والكروموسومات صغيره جدا، فالواحده منها فى حجم كروموسوم النوع البكتيرى ، ولا يوجد جسم شعاعى خارج النواه، ولكن يوجد بديل له فى صوره رقعه صغيره فى الغشاء النووى يوجد فيها قرص عديد الطبقات تمتد منه انابيب دقيقه فى داخل النواه وكذلك السيتوبلازم، وهى المقابل للتركيب المغزلى، ويستطيع فطر الخميره ان يتكاثر باحد الطرق الاربعه التاليه:

1- التبرعم Budding

وهو يمثل طريقه من طرق التكاثر الخضرى، ويحدث عندما يكون الوسط الموجود به الفطر غنيا بالمواد الغذائيه السكريه ، وفى كثير من انواع الخميره يمثل النوع الوحيد للتكاثر. ويظهر التبرعم عند احد القطبين او بالقرب منه كنتوء صغير من جدار الخليه، وتنقسم النواه اثناء تكون البرعم الى نواتين بنويتين تظل احداهما فى الخليه الاصليه، والاخرى تنتقل الى البرعم الذى ياخذ فى التخصر التدريجى حتى يتم انفصاله عن الخليه الاصليه، او قد يعطى برعما جديدا، وهو مازال متصلا بالخليه الام. وقد تتكرر هذه العمليه بحيث يصل عدد الخلايا المتصله ببعضها على هيئه سلسله قصيره متفرعه او غير متفرعه وغير منتظمه الى عدد كبير من الخلايا.

2- تكوين جراثيم داخليه Endospores

ويحدث هذا الطراز من التكاثر تحت الظروف البيئيه غير الملائمه لنمو الفطر حيث تاخذ الخليه شكلا كرويا ويتغلظ جدارها وتنقسم محتوياتها الداخليه الى اربع جراثيم داخليه، فتنقسم النواه مرتين لتكون اربع انويه تكون كل واحده منها جرثومه داخليه ذات جدار سميك. وفى بعض الانواع تنقسم محتويات الخليه الى

ثمانيه جراثيم ذات جدر سميكه، وهكذا تصبح الخليه الاصليه كعلبه جرثوميه، وتظل هذه الجراثيم محتبسه داخل الخليه الاصليه طالما الظروف البيئيه غير ملائمه، فاذا ما اصبحت الظروف مواتيه فان غلاف الخليه الاصليه ينشق ، وتتحرر الجراثيم التى تنمو لخمائر جديده.

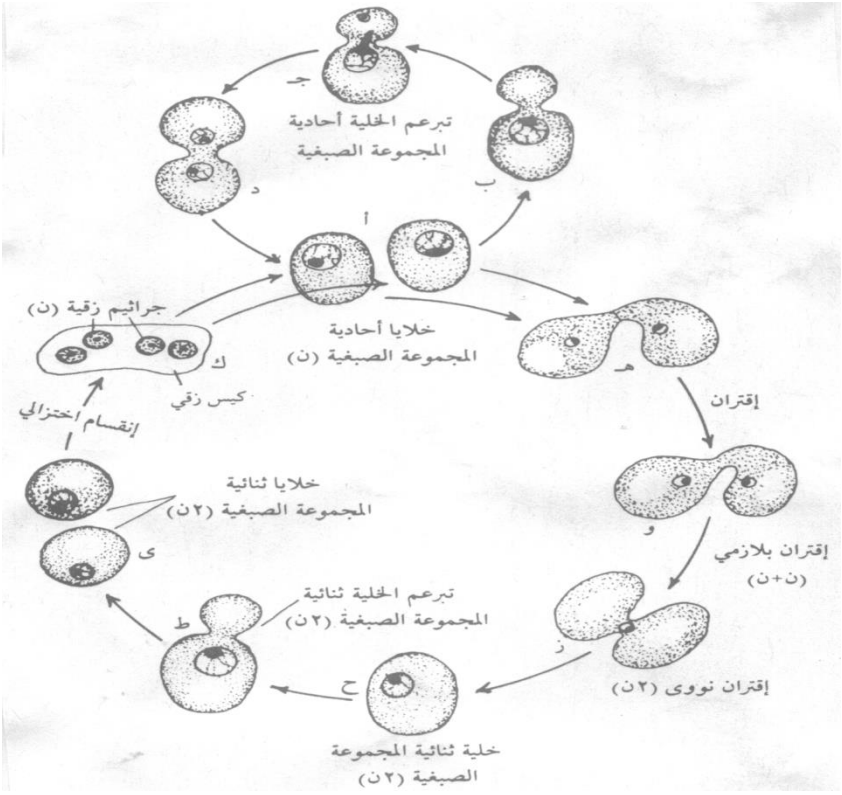
3- الانقسام المستعرض Transverse fission

ويشبه هذا الانقسام ما يحدث فى الخليه البكتيريه، وفيه تاخذ خليه الخميره فى الاستطاله، ثم تنقسم نواتها الى نواتين، والانقسام ميتوزى، الا انه لا يوجد تركيب مغزلى وانما يوجد التركيب السابق ذكره (رقعه صغيره) فى الغشاء النووى من اقراص متعدده تمتد منها انابيب دقيقه الى داخل النواه والسيتوبلازم) وهو ذو علاقه بالانقسام الخلوى الذى يتكون نتيجه له حاجز عرضى فى الخليه يقسمها الى قسمين ينفصلان عن بعضهما ليعطيا خليتين خضريتين. ويقتصر هذا النوع من الانقسام على جنس واحد من فطريات الخميره وهو جنس الخميره المنشقه Schizosaccharomyces

4- التكاثر الجنسى (التزاوج) Sexual reproduction (Conjugation)

يحدث هذا الطراز من التكاثر عندما يكون الغذاء قليلا فى البيئه الغذائيه او الجافه، وعموما فهذا النوع من التكاثر غير شائع فى فطريات الخميره، ولا يحدث الا فى انواع قليله منها حيث انه فى فطريات الخميره عموما لا تتشكل اى اعضاء جنسيه متخصصه كتلك التى تشاهد فى الفطريات الراقيه الاخرى. ويحدث الاتحاد الجنسى فى فطريات الخميره اما بين خليتين خضريتين احاديتى المجموعه الصبغيه، واما بين جرثوميتين زقيتين تقومان بوظيفه حافظتين مشيجيتين متزاوجتين، فاما ان تكون هذه الامشاج متشابهه ويطلق عليها Isogamic conjugation او تكون متباينه Heterogamic conjugation وتبدا هذه العمليه بان تقترب كل خليتين خضريتين من بعضهما البعض، ويخرج من كل منهما بروز او نتوء صغير، ثم يلتقى البروزان، ويذوب الجدار الفاصل بينهما

لتتكون قناه تزاوج تلتقى فيها النواتان فتندمجان ويلتحم بعد ذلك السيتوبلازم فى الخليتين لتتكون نواه ثنائيه المجموعه الصبغيه (2 ن) تسمى الزق Ascus ثم تنقسم نواه الزق الثنائيه المجموعه الصبغيه انقساما اختزاليا ، ليتكون فى النهايه اربع انويه احاديه المجموعه الصبغيه كل نواه منها هى نواه جرثومه زقيه ، ثم تتغلف كل نواه منها بسيتوبلازم، وجدار سميك، وبذلك ينتج اربع جراثيم زقيه فى كل زق كما فى نوع *Saccharomyces cerevisiae* ويتوقف عدد هذه الجراثيم الزقيه على عدد الانقسامات النوويه التى حدثت، وما يتبع ذلك من تكوين الانويه ، والعدد المعتاد هو اربع او ثمان جراثيم زقيه فى كل زق.



شكل (22): دوره حياه فطر الخميره.

الاهميه الاقتصاديه للخمائر

على الرغم من الحجم الدقيق للخمائر الا انها تعد فى مقدمه الفطريات من حيث الاهميه الاقتصاديه، ومن منافعها الكثيره نلخص ما يلى:

1- التخمر الكحولى ويعد التخمر الكحولى اهم استغلال صناعى، وهو عمليه تحويل بعض السكريات الاحاديه من الجلوكوز والفركتوز الى كحول، وثانى اكسيد الكربون وذلك بمساعده مجموعه من الانزيمات التى تنتجها خليه الخميره، وتسمى هذه المجموعه من الانزيمات بمعقد الزايمير zymase، وينتج عن هذه العمليه التى تتضمن تكسير السكر الى مركبات ابسط منه تحرير طاقه تستغلها الخميره فى القيام بمختلف اوجه نشاطها حسب المعادله الاتيه: $C_6H_{12}O_6$ ----------

$2CO_2 + 2C_2H_5OH + Energy$

2- لبعض انواع الخميره فوائد علاجيه اذ تستعمل كعلاج لامراض الجلد وتستخدم الخميره المضغوطه كملين ، ومعالجه امراض الامعاء .

3- لبعض انواع الخميره القدره على انتاج بعض انواع الفيتامينات، وخاصه فيتامين (ب) المركب، وفيتامين (ج)، وكذلك يتكون فيتامين (د) فى بعض انواع الخميره التى تتعرض خلاياها للاشعه فوق البنفسجيه.

4- تضاف بعض انواع الخميره المضغوطه الى العجينه المستخدمه فى عمل الخبز لتخميره فعند اضافه الماء الى الدقيق يعمل انزيم الدياستيز الموجود بالخميره على تحويل جزء من نشا الدقيق الى سكر، وتعمل الخميره على تخمير هذا السكر فيتصاعد غاز ثانى اكسيد الكربون الذى يجعل الخبز خفيفا ذا مسام .

اضافه الى ما للخميره من فوائد كثيره للانسان الا ان بعض انواعها ضار للانسان والحيوان والنبات وتسبب لهم امراضا مختلفه منها :

1- بعض انواعها يعتبر مسئولا عن فساد الاجبان، ومنتجات الطماطم وبعض المواد الغذائيه الاخرى.

2- يتطفل عدد قليل من انواع الخميره على النباتات الراقيه ويسبب لها امراضا مختلفه كامراض ثمار الطماطم ، الفاصوليا، القطن ، ثمار البندق وغيرها.

3- بعض انواع الخمائر تسبب عددا من الامراض الخطيره للانسان فمثلا الفطرين *Torulopsis*, *Blastomycosis* تسببان امراضا للجلد، والجهاز العصبى للانسان، اما النوع Yeast vaginili فيسبب التهابات وتشققات فى مهبل المراه. والنوع *Cryptococcus neoformans* فيسبب مرض الاختلال العقلى للانسان ويسمى هذا المرض Cryptococeosis واخيرا فان النوع المسمى *Candida albicans* يسبب مرض يدعى Moniliasis الذى يوثر على الغشاء المخاطى للجلد والاصابع والرئه.

فطر الاسبيرجيللس

يتبع فطر الاسبيرجيللس رتبه Eurotiales والتى تعرف لدى كثير من العلماء باسم Aspergillales وكذلك البلكتاسكات Plectascales وتشتمل على حوالى 50 جنسا وبضع مئات من الانواع والاصناف، ويعيش معظم افرادها معيشه رميه على الخبز، والجبن، والفواكه وغيرها وقد توجد بكثره على المواد العضويه المتحلله . والقليل منها يعيش متطفلا على النباتات والحيوانات والانسان. والاطوار الكونيديه لكثير من انواعها واسعه الانتشار، وتعرف عند العامه باسم العفن الازرق او الاخضر او الاسود، وبعض انواعها ذو فوائد اقتصاديه وصناعيه كبيره وبداخل هذه الرتبه الكبيره يتضح ان فطر الاسبيرجيللس يتبع الفصيله Eurotiaceae او الفصيله Aspergillaceae وتسمى هذه الفصيله بالفصيله الاسبيرجيلليه نظرا لان الاطوار الكونيديه فى الفطريات التى تنتمى اليها هى من الوضوح والشهره، مما يجعل دراسه هذه الفطريات تكون

على اساس اطوارها الكونيديه، وصارت لها الافضليه على الاطوار الكامله. وتعتبر فطريات هذه الفصيله من اوسع الفطريات انتشارا فى الطبيعه وهى تضم عددا من الاجناس الفطريه ذات الشهره الكبيره والتى من اهمها جنس يروشيام Eurotium (ويعرف طوره الكونيدى باسم اسبيرجيللس) وجنسى تالاروميسيس Talaromyces يوبنيسيليوم Eupenicillium (ويعرف الطور الكونيدى لكل منهما باسم بنسيليوم Penicillium) وكثير من فطريات هذه الفصيله تسبب انواعا مختلفه من عفن الثمار، والفواكه، كما تسبب فسادا لمختلف المواد الغذائيه المخزونه، وخاصه الابصال، البذور، والحبوب وغيرها.

وتتميز هذه الفصيله بان الزقاق فى الاطوار الكامله تنتظم دائما داخل اجسام ثمريه كرويه الشكل توجد بداخلها الزقاق مبعثره دون انتظام . وللثمره الزقيه فى هذه الفصيله غلافان:-

(1) خارجى سميك يتكون من خيوط غير متماسكه.

(2) داخلى يتكون من خلايا ذات جدارين رقيقين، وهذان الجداران تحت تاثير الامتداد، ونمو الخيوط المخصبه تندفع جانبا وتتمزق ثم تزول.

ويبدو توزيع الزقاق فى النهايه مبعثرا داخل تجويف الثمره الزقيه، وبالاضافه الى ذلك كثيرا ما يحصل ذوبان خلايا الجدار الداخلى للثمره الزقيه وكذلك جدران الزقاق ، والخيوط الزقيه مما يودى الى تبعثر الجراثيم الزقيه داخل الثمره. ولا تستطيع جميع انواع جنسى الاسبيرجيللس والبنسيليوم ان تكون زقاق ، او ثمار زقيه، ولكن تقتصر هذه القدره على بعض الانواع فقط ويعطى كما اسلفنا لانواع الاسبيرجيللس القادره على تكوين الثمار الزقيه اسم خاص هو يروشيام.

الوضع التصنيفى لجنس الاسبيرجيللس

قسم: الفطريات Division: Amastigmycota اللاسوطيه

تحت قسم: الفطريات Subdivision: Ascomycotina الاسكوميوتينيه

طائفه: Class: Ascomycetes

الفطريات الزقيه

طويئفه: Subclass: Plectomycetidae

الفطريات الكرويه

رتبه: Order: Eurotiales (Aspergillales)

اليوروشيات

Family: Eurotiaceae (Aspergillaceae)

الفصيله: اليوروشيه

جنس: الاسبيرجيللس Genus: *Aspergillus*

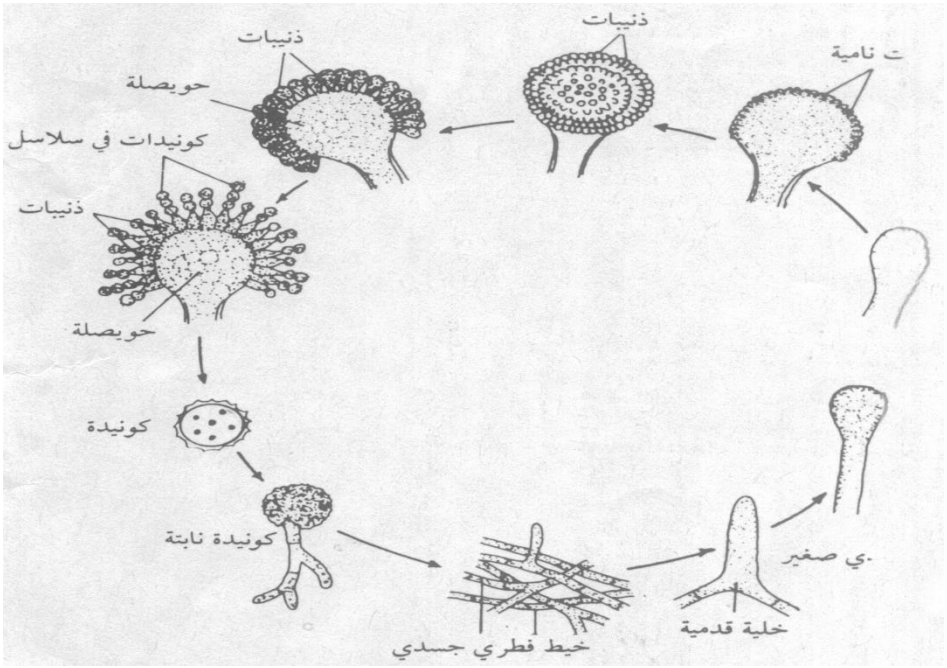
يعد فطر الاسبيرجيللس من اوسع الفطريات انتشارا فى الطبيعه، حيث توجد جراثيم الفطر فى التربه والهواء وينمو على وسط غذائى غير حى. وعلى جميع البقايا النباتيه والحيوانيه الرطبه، وينمو الكثير من انواعه على الخضروات والفواكه، واللحوم وغيرها من المواد الغذائيه اثناء تسويقها مسببا تعفنها. كما تتلف بعض انواعه الجلود والملابس، والاوراق اذا تعرضت للرطوبه والحراره الملائمه لنمو الفطر، وذلك مما يقلل بطبيعه الحال من قيمتها الاقتصاديه، وتضفى على الملابس والاحذيه رائحه العفن. وبعض انواع الاسبيرجيللات مثل *A. fumgatius* و *A. niger* *A. flavus* تسبب امراضا جلديه، وتصيب الاعضاء التنفسيه والسمعيه فى الانسان والحيوان، ويطلق على هذه الامراض مجتمعه بالامراض الاسبيرجيلليه Aspergilloses. ويشتمل جنس اسبيرجيللس على عدد كبير من الانواع تصل الى 200 نوع بالاضافه الى وجود عدد كبير من الاصناف التابعه لكل نوع . ويمكن التعرف على الانواع المختلفه من شبه جنس اسبيرجيللس بلون الجراثيم الكونيديه اذ ان لون المستعمره يعد من بين المقاييس الاخرى التى يعتمد عليها فى تحديد النوع التابع لكل جنس . وتعد مجموعه العفن الاسود، او الاسبيرجيللس نيجر *A. niger* من اشهر فطريات الاسبيرجيللس،

ويستغل صناعيا فى انتاج بعض الاحماض العضويه مثل حمض الستريك Citric acid والاكساليك Oxalis acid من السكر، وذلك لاحتوائه على الانزيمات الخاصه بذلك .ويتميز فطر الاسبيرجيللس بانه غزير النمو، متفرع ومقسم داخليا الى خلايا، وتحتوى كل خليه على عدد من الانويه تنتشر فى السيتوبلازم الذى يحيط بفجوه عصاريه. ويوجد الغذاء المختزن على هيئه حبيبات زيتيه، ويختلف لون الغزل الفطرى باختلافه انواعه فمنه الابيض، والاخضر، والاسود، والاصفر.

طرق التكاثر

<u>التكاثر اللاجنسى</u>: يوجد عدد كبير من انواع الاسبيرجيللس التى ليس لها القدره على تكوين الاطوار الكامله او التراكيب الثمريه اثناء دوره حياه الفطر، وانما تتكاثر هذه الانواع فقط عن طريق الاطوار الكونيديه التى تكونها بصوره سريعه. ولذلك فان معظم المشتغلين بعلم تصنيف الفطريات يضع هذه الانواع ضمن مجموعه الفطريات الناقصه التى تفتقر الى تكوين التراكيب الجنسيه. ومن ابرز هذه الانواع فطر اسبيرجيللس نيجر الذى ينتج كونيات داكنه فى وقت قصير. حيث انه عند زراعه فطر الاسبيرجيللس على وسط غذائى فقير نوعا ما بالمواد السكريه حيث يخرج من بين هذه الخيوط الفطريه الزاحفه فروع هوائيه مستقيمه غير متفرعه، وغير مقسمه، وتسمى هذه الفروع بالحوامل الكونيديه Conidiophores، ثم تنتفخ نهايه كل حامل على شكل راس مستديره تسمى الحويصله او الفقاعه وهى عديده الانويه وينبثق منها عدد كبير من الزوائد القصيره، او الذنيبات التى تغطى سطحها باكمله، وتوجد طبقه واحده او طبقتان من الذنيبات على حسب نوع الفطر ويحمل كل ذنيب منها سلسله من الجراثيم الكونيديه التى تنتظم فى تعاقب قمى acropetal succession اى ان الكونيدات المسنه تكون بعيده عن الذنيب والحديثه قريبه منه. وتكون الكونيدات كرويه وحيده الخليه متخشنه الجدار من الخارج وتبدا وحيده النواه ثم ما تلبث ان تصبح عديده الانويه بتعاقب الانقسام النووى، او تبقى كما هى وحيده النواه كما

فى بعض الانواع. وعند نضج الكونيده قد يتحد جدارها، او جزء منه بجدار االذنيب، وفى نفس الوقت يبدا البروتوبلازم فى تكوين كونيده جديده اسفلها تدفعها الى الخارج دون ان تنفصل عنها ويودى ذلك الى تكوين سلسله من الكونيدات باستمرار نمو السيتوبلازم، وتكوين الواحده اسفل الاخرى. وعندما تنفصل هذه الكونيدات تنتشر بسهوله بواسطه الهواء حتى اذا ما استقرت فى وسط غذائى مناسب نبتت، وانتجت مباشره غزلا فطريا جديدا، ويظهر شكل النمو بالوان زاهيه تختلف باختلاف انواع الفطر وذلك بسبب الصبغات الموجوده فى الكونيدات. ويجدر الاشاره الى ان سبب انتشار هذا الفطر فى الطبيعه بشكل كبير وفى معظم البيئات، والظروف المناخيه المتباينه، ربما يرجع الى انه ينتج عددا كبيرا من الجراثيم الكونيديه الصغيره الحجم ، الخفيفه الوزن التى يسهل انتشارها بواسطه الرياح ، وهى تتحمل الظروف البيئيه القاسيه من حراره، وجفاف وغير ذلك بالاضافه الى قدره الفطر على النمو فى محاليل مركزه من السكريات، والاملاح التى لا تستطيع اغلبيه الفطريات الاخرى ان تنمو عليها.

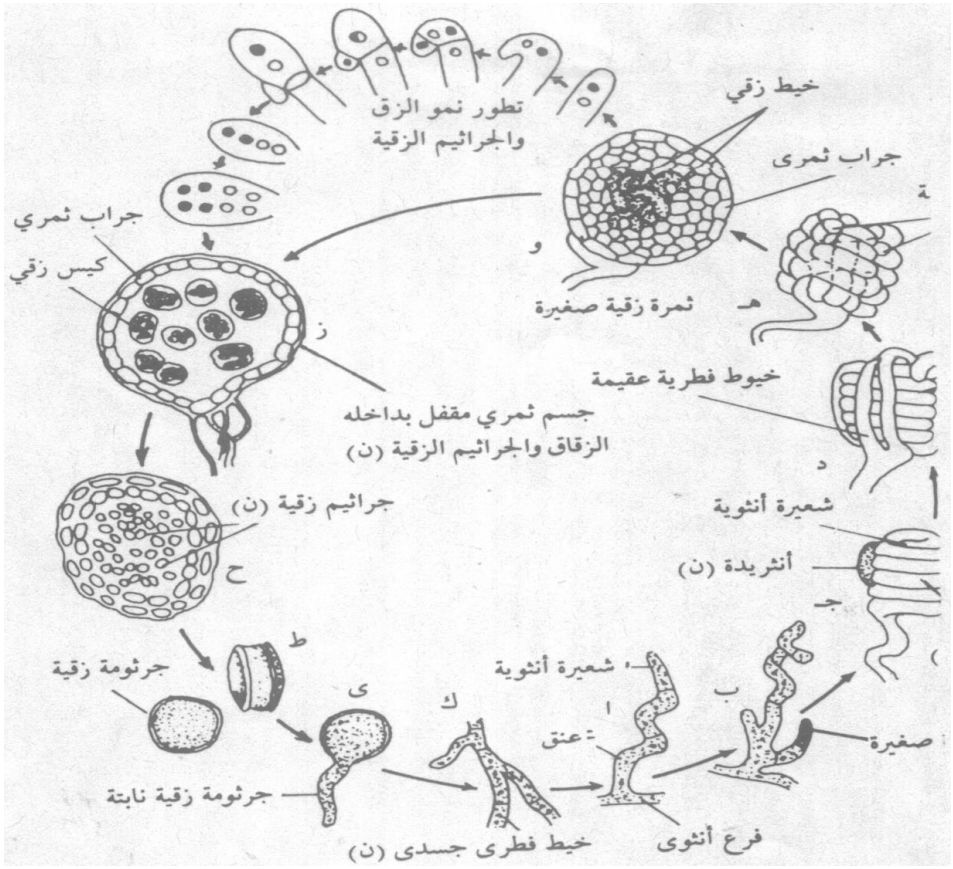


شكل (23): المراحل المختلفه للتكاثر اللاجنسى فى فطر اسبيرجيللس *Aspergillus* sp.

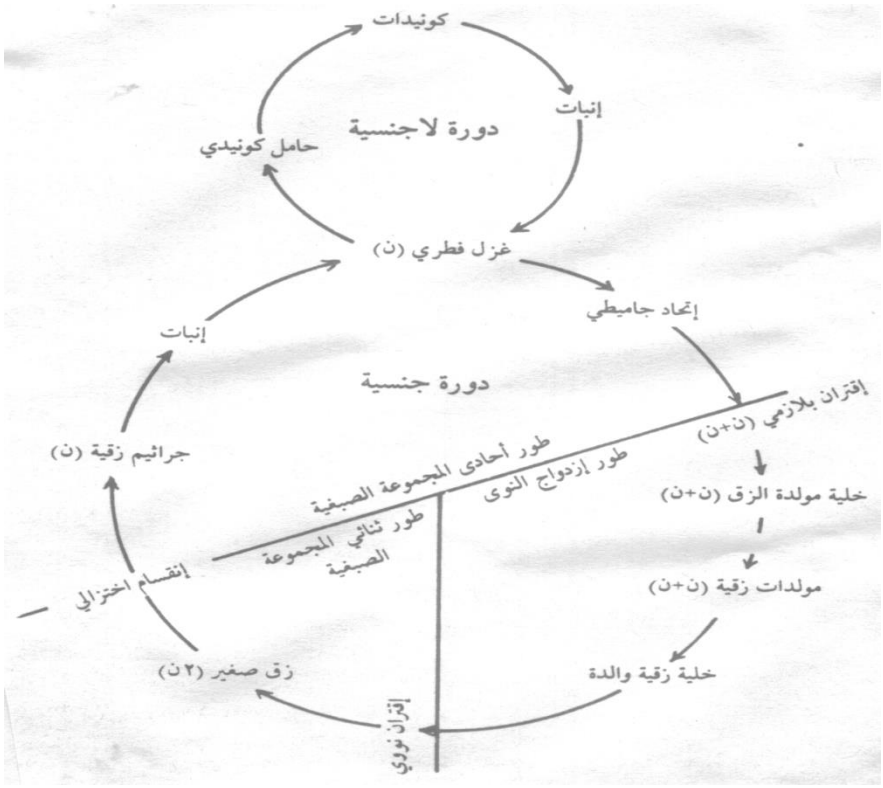
التكاثر الجنسى: لا يزال الطور الكامل لبعض انواع الاسبيرجيللس غير معروف الى الان، ومن المحتمل ان تكون هذه الانواع قد فقدت قدرتها على التكاثر الجنسى، ولكن الاطوار الكامله فى دوره حياه هذا الفطر قد لوحظت فى بعض الانواع مثل *Aspergillus herbarioum* و *Aspergillus repens* وقد تبين من التجارب العديده التى اجريت ان مراحل التكاثر الجنسى تختلف من نوع الى اخر، فقد تختفى الانثريده تماما فى بعض الانواع، او تصبح عديمه الفائده، ومن ثم تتكون الزقاق من مولده الزق (الاسكوجونه) وحدها. وفى بعض الانواع الاخرى لا تتكون اعضاء جنسيه على الاطلاق حيث يبدو ان الثمره الزقيه قد تنشا من خيوط فطريه ملتفه ومفككه. يلاحظ ان معظم انواع الاسبيرجيللس متشابهه الثالوس Homothallic، ولا يوجد سوى نوع واحد متباين الثالوس Heterothallic هو النوع *A. heterothallicus*.

لحدوث التكاثر الجنسى يجب ان ينمى الفطر على وسط غذائى غنى بالمواد السكريه وتبدا هذه العمليه بالتفاف والتصاق عضوى التذكير (الانثريده) والتانيث (مولده الزق Ascogonium) الحلزونيين حول بعضهما فى اتجاه قوقعى، وهما وحيدا الخليه ثو تذوب الجدر الفاصله بينهما، ويحدث ازدواج الانويه داخل مولده الزق عن طريق الانثريده، او بدونها، وبعد ازدواج الانويه تاخد مولده الزق فى انتاج عدد من الخيوط الزقيه التى تتفرع داخل الثمره الزقيه المتكونه. وتكون فروعها متفاوته الاطوال بحيث تقع الزقاق التى تتكون من اطرافها عند مستويات مختلفه. ويبدا تكوين الطور الزقى، او الثمره الزقيه المغلقه Cleistothecium على هيئه طبقه من الخلايا حول اعضاء الجنس ثم تنضج، وتصبح ثمره زقيه كرويه صغيره الحجم حيث يتراوح قطرها ما بين 150 الى 200 ميكرون وهى ملساء الجدر صفراء اللون، وتوجد الزقاق بشكل مبعثر داخل الثمره الزقيه ،

ويحتوى كل زق على 8 جراثيم زقيه، و هذه الزقاق تكون عاده كرويه او بيضيه الشكل. وتتحلل جدرها بمجرد ان تتكون الجراثيم الزقيه التى تتحرر داخل الثمره الزقيه المغلقه. ثم تتحلل هذه الثمره الزقيه وتتحرر الجراثيم الزقيه، وعند انبات هذه الجراثيم تعطى انابيب تنمو لتعطى الغزل الفطرى حيث يعيد الفطر دوره حياته من جديد.



شكل (24): المراحل المختلفه للتكاثر الجنسى فى فطر اسبيرجيللس ريبنز *A. repens*



شكل (25): النمط العام لدوره الحياه فى الفطريات الزقيه.

الاهميه الاقتصاديه للاسبيرجيللس

أ- الاضرار

1- معظم انواع الاسبيرجيللس مثل *A. repens*, *A. flavus*, *A. glaucus* تعد مسئوله بصفه خاصه عن تلف، وتعفن المواد الغذائيه المخزونه مثل الفواكه واللحوم والمواد السكريه التى تنمو عليها. كما انها تتلف الجلود، الورق والمنسوجات، والتبغ والسجاير، وغير ذلك من المنتجات العضويه اذا تعرضت للرطوبه والحراره الملائمه لنمو الفطر.

2- بعض انواع الاسبيرجيللس مثل *A. niger*, *A. fumgatius*, *A. glaucus* و غيرها تسبب امراضا مختلفه للانسان، والحيوان ويطلق عليها مجتمعه اسم الامراض الاسبيرجيلليه Aspergilloses، وهى تصيب الرئه وتشبه اعراضها اعراض الدرن بحيث يحتمل ان يخطئ بعض الاطباء

فيشخصوا المرض الاسبيرجيللى على انه تدرن رئوى. وتظهر هذه الامراض بكثره على الطيور ولكنها تصيب ايضا الماشيه ، والاغنام والخيول ، كما تصيب الانسان فى حالات نادره .

3- يتطفل النوع *A. parasiticus* على بشره الانسان، ويسبب لها امراضا تسمى بالامراض الفطريه Mycosis.

4- بعض انواع الاسبيرجيللس مثل *A. niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus* تسبب امراضا فى اذن الانسان قد تكون لها خطورتها فى بعض الاحيان، ويسمى المرض باسم Otomycosis ولذلك يعد هذا الفطر من ضمن الفطريات الطبيه ذات الاهميه الخاصه فى مجال الطب.

ب- الفوائد

1- معظم انواع الاسبيرجيللس ذات فوائد اقتصاديه ، وصناعيه عظيمه فهى تستعمل فى صناعه انواع معينه من الاجبان .

2- يستعمل نوع A. niger فى اكتشاف ماده النحاس، او اى اثار من تلك الماده ولذلك فهو يستعمل فى الاختبارات الاحيائيه.

3- بعض انواع الاسبيرجيللس تعتبر مصدر لانتاج انواع معينه من المضادات الحيويه ذات الاهميه الطبيه مثل Flavicin, Aspergillin, Geodin, Patulin and Ustin

4- يستعمل النوع *A. gossypii* فى انتاج بعض الفيتامينات مثل فيتامين ب.

5- بعض انواع الاسبيرجيللس تستعمل لانتاج بعض الدهون .

6- يستغل النشاط الانزيمى للاسبيرجيللات فى الكثير فى العمليات الصناعيه فيتم انتاج كل من حمض الستريك وحمض الجليكونيك، وغيرها من الاحماض والكيماويات التى يتم انتاجها على نطاق واسع فى الصناعه بواسطه عدد كبير من انواع فطر الاسبيرجيللس .

الفطريات البازيديه Subdivision: Basidomycotina

تعد الفطريات البازيديه من ارقى المجاميع الفطريه، واكثرها تعقيدا، وتضم مجموعه متباينه من الفطريات التى تختلف فى اشكالها واحجامها، ويتراوح عدد انواعها ما بين 20.000 الى 25.000 نوع موزعه فى اكثر من 550 جنسا. اغلبها فطريات كبيره الحجم ، تعيش عاده متطفله او مترممه على التربه الغنيه بالمواد العضويه وعلى بقايا جذوع الاشجار وكتل الاخشاب المتساقطه فى ارضيه الغابات. وتشاهد هذه الفطريات عاده فى الربيع والخريف فى الحقول المفتوحه والغابات وتعرف باسماء شائعه منها فطريات عيش الغراب Mushrooms التى تؤكل، وعيش الغراب السام Toadstools، والكرات النافخه Puff balls و القرون العفنه Stink horns، وفطريات الارفف Shelf fungi و الفطريات الجيلاتينيه Jelly fungi والنجوم الارضيه Earth stars وفطريات اعشاش الطير Nest's fungi وغيرها. بالاضافه الى ما سبق فان هذه الطائفه تضم فطريات مجهريه ومعروفه وهى فطريات الصدا Rust fungi وفطريات التفحم Smut fungi التى تتطفل داخل انسجه النباتات الزهريه.

وللفطريات البازيديه اهميه اقتصاديه كبيره، اذ انها تضم انواعا ضاره واخرى نافعه. فمن انواعها الضاره فطريات تسبب تلفا وخساره كبيره للمحاصيل الزراعيه مثل امراض الصدا والتفحمات، وبعض الفطريات البازيديه الراقيه تتطفل على اشجار الغابات واشجار الظل، والبعض الاخر يعيش مترمما على الخشب الخام وخصوصا اخشاب ونوافذ المنازل، واخشاب قضبان السكك الحديديه، واعمده التليفون وخاصه فى المناطق الاستوائيه التى ترتفع فيها الرطوبه الجويه طول الوقت حيث تسبب الاجسام الثمريه لتلك الفطريات تاكلا وتعفنا للاخشاب المختلفه يعرف بتعفن الاخشاب Wood rotting .

وعلى الرغم من الاضرار الكبيره التى تسببها الفطريات البازيديه والتى تقدر قيمتها بعشرات الملايين من الدولارات سنويا، الا ان لبعضها فوائد اقتصاديه كبيره، حيث انها تضم عددا من انواع فطريات عيش الغراب التى تؤكل، وهى

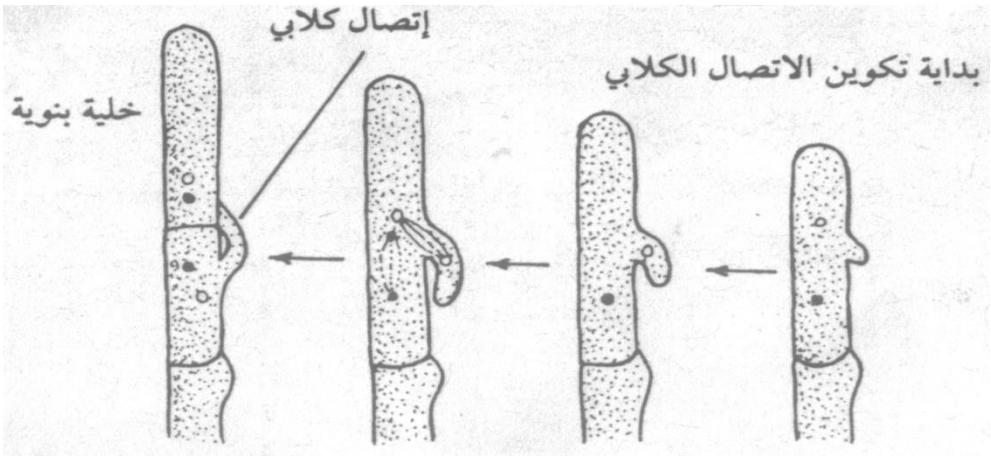
ذات انتشار عالمى ومعروفه للانسان منذ القدم ، وقد نشات فى بعض البلدان المتقدمه مثل اليابان ودول اوروبا والولايات المتحده صناعات تعتمد على زراعه الانواع ذات القيمه الغذائيه الجيده من فطريات عيش الغراب وذلك على نطاق تجارى واسع لغرض استهلاكها كغذاء للانسان .

وتشترك الفطريات البازيديه مع الفطريات الزقيه التى سبق الحديث عنها فى ان غزلها الفطرى يتكون من خيوط فطريه غزيره النمو، متفرعه ومقسمه بحواجز عرضيه مثقبه، ولكنها تختلف عنها بتكاثرها الجنسى عن طريق تكوين جراثيمها البازيديه Basidiospores التى تختلف جوهريا عن الجراثيم الزقيه بانها تتولد خارج تركيب خاص صولجانى الشكل يعرف بالبازيديوم او الدعامه Basidium وهو يقابل الزق فى الفطريات الزقيه، وهو اما ان يكون مقسما او غير مقسم . اما التكاثر اللاجنسى فى الفطريات البازيديه الذى يتم عن طريق تكوين جراثيم كونيديه فهو اقل انتشارا من الفطريات الزقيه.

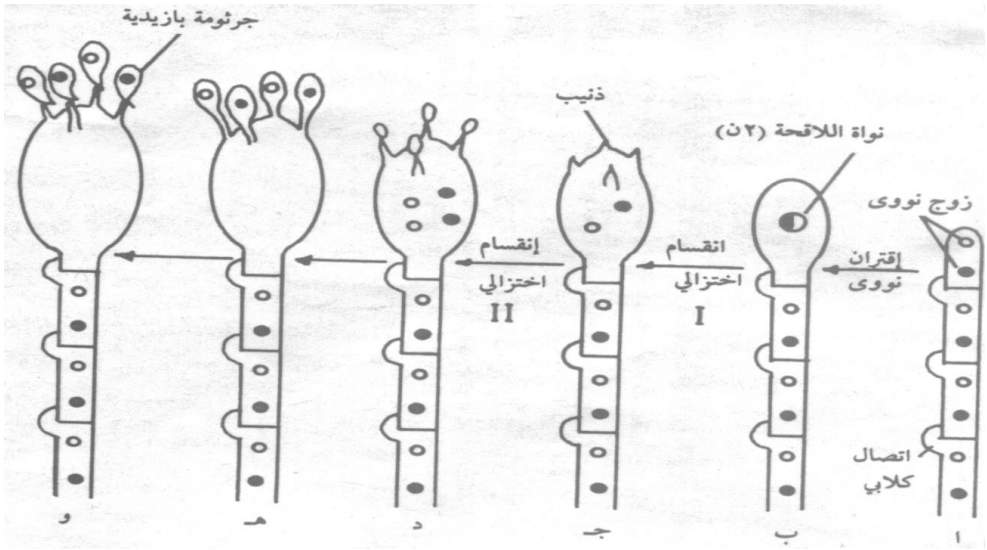
المراحل المختلفه لتكوين البازيديوم والجراثيم البازيديه

عند انبات الجراثيم البازيديه كل على حده فانه ينشا عن انباتها غزل فطرى ابتدائى خلاياه احاديه النواه Monokaryons ولكن لا تلبث ان تتقابل الهيفات التى نشات من انبات جرثومتين بازيديتين مختلفتين فسيولوجيا فتندمجان ويحدث ترافق للانويه، وذلك عن طريق تكوين الروابط الكلابيه، وينتج عن ذلك تكوين غزلا فطريا ثانويا خلاياه ثنائيه النواه Dikaryons. وينشا الحامل البازيدى (البازيديوم) الحديث من خليه طرفيه فى خيط فطرى ثنائى النواه، تنفصل عن بقيه الخيط الفطرى بحاجز عرضى يتكون عليه عاده رابط كلابى Clamp connection، ويحتوى كل بازيديوم على نواتين احاديتا المجموعه الصبغيه، وتتحد هاتان النواتان مع بعضهما لتكونا نواه واحده ثنائيه المجموعه الصبغيه، ولا تلبث ان تنقسم هذه النواه انقساما ميوزيا ينتج عنه تكوين اربع انويه كل منها احاديه المجموعه الصبغيه. وتتكون الجراثيم البازيديه عند نهايه عنق يسمى ذنيب او زائده Sterigma تمر خلاله النواه الى الجرثومه المتكونه . وعاده يكون

عدد الجراثيم البازيديه المتكونه على سطح البازيديوم اربعه ونادرا اثنتين، وكل جرثومه بازيديه تحتوى على نواه واحده احاديه المجموعه الصبغيه .



شكل (26): الخطوات المختلفه لتكوين الاتصال الكلابى فى الفطريات البازيديه.



شكل (27): سته اطوار متتاليه فى تكوين البازيديوم: (أ) طرف خيط فطرى ثنائى النواه، (ب) اقتران نووى، (ج) الانقسام الاختزالى الاول (طور من نواتين)، (د) الانقسام الاختزالى الثانى (طور الانويه الاربعه)، (ه) تكوين الجراثيم البازيديه الحديثه على الذنيبات ، وتهيؤ الانويه للانتقال الى الجراثيم، (و) بازيديوم ناضج عليه اربع جراثيم بازيديه احاديه النواه.

وسوف نهتم فى دراستنا بدراسه فطر يرى بالعين المجرده وهو فطر عيش الغراب كما ندرس فطر من الفطريات المجهريه وهو باكسينا جرامينيس .

فطر عيش الغراب

فطر عيش الغراب ينتمى الى رتبه الاجاريكات التى يطلق عليها احيانا الفطريات الخيشوميه Gill fungi وتضم هذه الرتبه حوالى 7000 نوع موزعه فى حوالى 200 جنس يعيش معظمها مترمما فى تربه الغابات الغنيه بالمواد الدباليه وعلى كتل الاشجار الميته وفى الحدائق وبعض منها يدخل فى علاقه خاصه مع جذور بعض اشجار الغابات كالصنوبر والزان تعرف بالجذر فطريات Mycorrhiza وتتميز افرادها بان الحامل الجرثومى Sporophore يتركب من حامل صلب وقوى يحمل فى طرفه قلنسوه مستديره على شكل مظله، تتدلى منها الى اسفل صفائح او انابيب خيشوميه. والانواع المختلفه لفطريات عيش الغراب تنتج ثمارها البازيديه فى الفصول المختلفه من السنه، ولكن يكثر وجودها فى فصلى الربيع والخريف وخاصه فى المناطق المعتدله الشماليه. والثمار البازيديه لهذه الفطريات لحميه طريه قابله للتحلل والتعفن السريع، وحواملها البازيديه غير مقسمه، صولجانيه الشكل، وتحمل عاده اربع جراثيم بازيديه، على ذنيبات تنشا فى قمه الحامل البازيدى.

الوضع التصنيفى لجنس اجاريكس

قسم: الفطريات اللاسوطيه	Division: Amastigomycota
تحت قسم: الفطريات البازيديوميكوتيه	Subdivision: Basidiomycotina
طائفه: الفطريات البازيديه	Class: Basidiomycetes
طويئفه: الفطريات البازيديديه الكامله (المتماثله)	Subclass: Holobasidiomycetes
مجموعه: الفطريات الخصيبه	Series: Hymenomycetes
رتبه: الاجاريكات	Order: Agaricales

Family: Agaricaceae الفصيله: الاجاريكيه

Genus: *Agaricus* الجنس: اجاريكس

يعيش جنس اجاريكس مترمما فى التربه الرطبه الغنيه بالمواد الدباليه وعلى كتل الاخشاب وبقايا جذوع الاشجارالمتساقطه فى ارضيه الغابات . وتشاهد انواعه بكثره فى الحقول العامه والغابات وذلك خلال فصل الربيع والخريف خاصه فى المناطق المعتدله الشماليه . ويضم هذا الجنس عددا من الانواع الصالحه للاكل مثل اجاريكس كامبسترس *Agaricus campestris* و اجاريكس رودمانى *A. rodmani* واجاريكس سيلفاتيكس *A. silvaticus* واجاريكس بلاكوميسس *A. placomyces*. ويتكون الجسم الخضرى للفطر من هيفات متفرعه ومقسمه بحواجز عرضيه الى خلايا ، وكل خليه تحتوى على نواتين ، ويعيش غالبا مطمورا فى التربه او فى الماده العضويه التى ينمو عليها الفطر ليحصل على غذائه العضوى منها ولهذا السبب فانه لا توجد فطريات عيش الغراب الا فى الاماكن التى يوجد فيها كميه كبيره من المواد العضويه.

طرق التكاثر

التكاثر اللاجنسى : رغم ان هذا النوع من التكاثر يعد نادرا فى فطريات عيش الغراب، الا انه عندما يحدث يكون عن طريق تكوين الجراثيم الكلاميديه Chlamydiospores التى تنبت لتعطى الغزل الفطرى .

التكاثر الجنسى : كما سبق ذكره فان الفطريات البازيديه جميعها لا تكون اعضاء جنسيه مميزه، ولذا فان التكاثر الجنسى فى هذه الفطريات يتم عندما تكون درجه الحراره والرطوبه ملائمه، وخيوط الجسم الخضرى قد امتصت قدرا كافيا من الغذاء، عند ذلك تتقابل هيفات الغزل الفطرى الابتدائى ذو الخلايا احاديه النواه والتى نشات من انبات جرثومتين بازيديتين من سلالتين مختلفتين جنسيا (+ و -) وينشا عن ذلك اندماج بروتوبلاستى الخليتين احاديتى النواه دون حدوث اقتران نووى فينتج عن ذلك تكوين خليه بها زوج من الانويه Binucleate cell وبعد

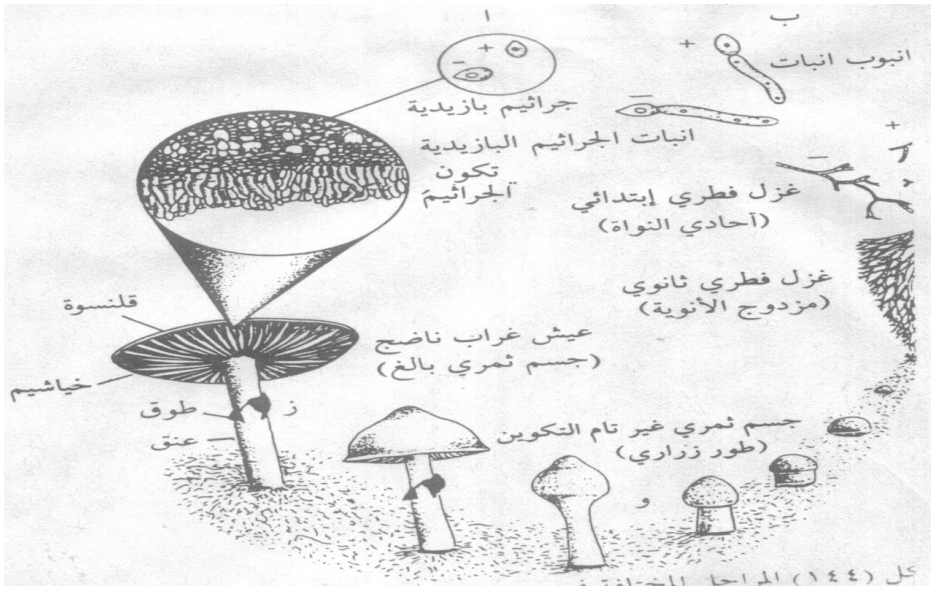
ذلك تتكون الاتصالات الكلابيه Clamp connections على الحواجز العرضيه نتيجه لنمو فرع قصير خلف كل حاجز عرضى مباشره ، وهذا الفرع ينحنى الى ان يلامس الخليه التى على الجانب الاخر من الحاجز العرضى، وينتقل عن طريق زوج الانويه ثم تمتزج محتويات الخليتين المتجاورتين معا ويحدث ترافق للانويه ويكون الناتج غزل فطرى ثانوى خلاياه ثنائيه النواه Binucleate mycelium، ثم يبدا تكوين الثمره البازيديه كانتفاخ صغير على هيئه عقده ضئيله من خلايا الخيوط الفطريه ثنائيه النواه، لا تلبث ان تزيد فى الحجم وتتحول بعد ذلك (خاصه عندما تكون التربه رطبه والظروف ملائمه) الى جسم صغير كروى او بيضى الشكل يظهر فوق سطح التربه ويسمى عاده بالطور الزرارى Button stage وعندما يتابع هذا الطور نموه فان الجزء الاعلى منه ينتفخ مكونا قلنسوه Pileus اما الجزء الاسفل فيكون العنق Stalk or Stipe وبذلك يتحول الى الثمره البازيديه الناضجه .

وتظهر الثمار البازيديه لفطر اجاريكس عاده فى بدايه الربيع فى الحقول الخضراء وارضيه الغابات الغنيه بالدبال وتختفى فى بدايه الصيف .

ويتكون الحامل الجرثومى Sporophore للثمره البازيديه الناضجه من عنق اسطوانى قد يوجد عليه طوق Annulus ينتهى عند طرفه العلوى بقبعه او قلنسوه منتفخه، وتمتد افقيا بشكل المظله، وتنتظم على السطح السفلى للقلنسوه صفائح خيشوميه gills عديده ورقيقه تصل ما بين العنق وحافه القلنسوه، وهذه الصفائح هى التى تحمل البازيديات والجراثيم البازيديه . وتكون الخياشيم فى مراحلها الاولى مغطاه بغلاف يعرف بالقناع الداخلى، وهو يعمل على حمايه المكونات الداخليه فى بدايه تكوينها، ويصل ما بين حافه القلنسوه الى الجزء العلوى من العنق. وعندما يزداد امتداد القلنسوه افقيا فان هذا القناع يتمزق عند حافه القلنسوه، فتتعرض الخياشيم للجو الخارجى، ويتبقى الجزء الممزق منه عالقا بالعنق مكونا ما يسمى بالحلقه او الطوق .

وبدراسه قطاع عمودى على السطح السفلى للقلنسوه مارا بالصفائح الخيشوميه، يتبين ان هذه الصفائح تكون باطوال غير متساويه، وتتخذ فى اغلب الاحيان شكل مخروطى بحيث تسقط الجراثيم البازيديه المتكونه على البازيديات التى فى الجزء العلوى من الخيشوم دون ان تصطدم بالجراثيم الساقطه من الجزء السفلى لها ويتضح ان الخيشوم يتكون من منطقه وسط تسمى التراما Trama، وهى تتكون من خيوط فطريه مفككه، تقع خارجها عن كل من الجانبين طبقه من خيوط فطريه متماسكه تميل خلاياها الى الاستداره وتسمى بالطبقه تحت الخصيبه Subhymenium ويلى هذه الطبقه من الخارج طبقه اخرى تسمى بالطبقه الخصيبه Hymenium وهى تتكون من خلايا صولجانيه الشكل تسمى البازيديات او الحوامل البازيديه Basidia وتتكون باعمار مختلفه وتكون مختلطه بخلايا تشبهها فيما عدا انها لا تحمل جراثيم بازيديه وتسمى بالخيوط العقيمه Paraphysis ويبرز من قمه كل بازيديوم اربع نتوءات او ذنيبات يحمل كل منها جرثومه بازيديه كرويه او بيضيه الشكل .

وعندما تنضج الجراثيم البازيديه فانه يتكون عند قاعدتها قطره صغيره من الماء، يتزايد حجمها بالتدريج الى ان يصل الى خمس حجم الجرثومه تقريبا، وعند ذلك تنطلق كل جرثومه بازيديه بعنف من ذنيبها حامله معها القطره المائيه وتحمل بواسطه الهواء الى مسافات بعيده فاذا سقطت على تربه مناسبه فانها تنبت بوجود الماء لتعطى كل جرثومه غزلا فطريا ابتدائيا خلاياه احاديه النواه. وهو اما ان يكون سلاله موجبه (+) او يكون سلاله سالبه (-) حسب نوع الجرثومه .



شكل (28): المراحل المختلفه فى دوره حياه فطر عيش الغراب

فطر باكسينا جرامينيس

يتبع هذا الفطر رتبه الاصداء وهى تضم حوالى 130 جنسا تضم ما يقرب من 4000 نوع مختلف ، وجميعها اجباريه التطفل اى لا يمكنها ان تعيش الا على النبات العائل الخاص بكل منها ، ولا يمكن تنميتها على بيئات غذائيه صناعيه الا فى حالات نادره جدا . وتعتبر الاصداء من اهم المسببات المرضيه الخطيره، اذ انها تصيب عددا من المحاصيل الهامه مسببه لها خسائر كبيره ، وخاصه فى محاصيل الحبوب. وسميت هذه الفطريات بفطريات الصدا نظرا لظهور بعض اطوارها الجرثوميه على سوق واوراق عوائلها فى بثرات بلون مشابه لصدا الحديد، ويرجع لون الفطر والجراثيم الصفراء الى وجود قطرات دهنيه توجد داخل الفطر والجراثيم.

وتتميز فطريات الصدا بعدم انتاجها للثمار البازيديه، ويتكون البازيديوم او ما يسمى بالميسليوم الاولى من انبات جرثومه تيليتيه ساكنه سميكه الجدار، وهو فى معظم الاحيان يكون مقسما الى اربع خلايا ، يبرز من كل واحده منها ذنيبا يحمل جرثومه بازيديه احاديه الخليه. بها نواه واحده احاديه المجموعه الصبغيه. ويتكون

الغزل الفطرى من خيوط فطريه متفرعه تنمو فى المسافات البينيه لانسجه النبات العائل ونادرا جدا داخلها، وترسل ممصاتها داخل الخلايا لامتصاص احتياجات الفطر الغذائيه وتظهر فى فطريات الصدا ظاهره التخصص الفسيولوجى بوضوح، اى ان الفطر المعين يختص باصابه اصناف معينه دون غيرها . كما تتميز بدوره حياتها المعقده، واطوارها الجرثوميه المتعدده حيث يظهر فى دوره حياه الاصداء النموذجيه خمسه اطوار جرثوميه مختلفه، وهى تتعاقب بانتظام

1- الطور البكنيدى Pycnidial or pycnial stage ويسمى ايضا بالطور البذيرى (الاسبيرموجونى) Spermogonial stage ويتصف الفطر بتكوين تراكيب او اوعيه دورقيه الشكل تسمى الاوعيه البكنيه Pycnia وتتكون هذه الاوعيه عاده على السطوح العليا لاوراق النبات العائل. ويوجد بداخلها خيوط خصيبه تحمل الجراثيم البكنيه pycniospores. والجرثومه البكنيه احاديه الخليه بها نواه واحده احاديه المجموعه الصبغيه، وهى تقوم بوظيفه اعضاء جنسيه مذكره، كما يوجد بداخل هذه الاوعيه ايضا خيوط تسمى هيفات الاستقبال Receptive hyphae وتقوم بوظيفه اعضاء جنسيه مؤنثه.

2- الطور الاسيدى Aecial stage ويمتاز بوجود تراكيب كاسيه الشكل تعرف بالكؤوس الاسيديه Aecia، وهى تتكون عاده على السطوح السفليه لاوراق النبات المصاب فى الجهه المقابله للاوعيه البكنيه وتتكون داخلها الجراثيم الاسيديه Aecidiospores فى سلاسل يفصلها عن بعضها خلايا بينيه فاصله، كل جرثومه اسيديه بها نواتين منفصلتين، كل منها تحتوى على العدد الاحادى من الكروموسومات.

3- الطور اليوريدى Uredial stage ويطلق عليه ايضا الطور المتكرر Repeating stage اى ان الفطر يكرر نفسه من خلال هذا الطور عده مرات خلال موسم نمو المحصول مما يؤدى الى انتشار المرض، وهو يعتبر من اخطر اطوار هذه الفطريات على المحاصيل الزراعيه. ويتمثل بوجود

بثرات Sori تسمى البثرات اليوريديه Uredio sori، ويوجد بداخلها الجراثيم اليوريديه Urediospores، والجرثومه اليوريديه احاديه الخليه ذات نواتين مترافقتين، وتحمل كل جرثومه على حامل تنفصل عنه بسهوله ويوجد بين الجراثيم اليوريديه عاده خيوط عقيمه.

4- الطور التليتى Telial stage وهو يتمثل بوجود بثرات تيليتيه Teleuto sori تتكون قرب نهايه موسم نمو المحصول المصاب ، ويوجد بداخلها الجراثيم التيليتيه Teleuto spores ويختلف شكل وتركيب الجرثومه التيليتيه باختلاف الجنس الذى تنتمى اليه .

5- الطور البازيدى Basidial stage ويمثله الجراثيم الجنسيه التى تسمى بالجراثيم البازيديه Basidiospores وهى لا تتكون داخل البثره بل تنشا على البازيديوم او ما يسمى بالميسليوم الاولى والذى يتكون من انبات الجرثومه التيليتيه، او احدى الخلايا المكونه لها ويحمل الميسليوم الاولى الجراثيم البازيديه. والجرثومه البازيديه احاديه الخليه، صغيره الحجم بها نواه واحده احاديه المجموعه الصبغيه، ويسبق تكوين هذه الجراثيم حدوث انقسام اختزالى فى خلايا الميسليوم الاولى، وهى لا تصيب النبات العائل الذى نشات عن جراثيمه التيليتيه، ولكنها تصيب عائلا اخر، فينتج عن ذلك تكوين الطور البكنى الذى سبق وصفه.

<u>المميزات العامه لفطريات الصدا.</u>

تمتاز فطريات الصدا ببعض الصفات العامه التى يمكن تلخيصها فيما يلى:

1- جميع فطريات الصدا اجباريه التطفل فلا يمكنها ان تنمو الا على عائل حى، ولا يمكن تنميتها الى بيئات غذائيه صناعيه الا فى حالات نادره جدا كما اشير الى ذلك سابقا.

2- وغزلها الفطرى مقسم ومتفرع وخلاياه احاديه النواه فى اطوار النمو الاولى، ولكن فى مراحل النمو المتاخره تصبح الخلايا ثنائيه النواه، وقد اوضحت الدراسات الحديثه بواسطه المجهر الالكترونى ان السيتوبلازم فى خلايا

فطريات الصدا يحتوى على الريبوسومات، الميتوكوندريا، الشبكه الاندوبلازميه والاجسام الدهنيه . وينمو الغزل الفطرى فى المسافات البينيه لانسجه النبات العائل (اى انه بين خلوى) ونادرا جدا داخلها، ويرسل ممصاته داخل خلايا العائل لاستيفاء احتياجاته الغذائيه عن طريقها.

3- تعتبر فطريات الاصداء من الفطريات البازيديه الدنيا، نظرا لافتقارها للثمار البازيديه التى تمتاز بها الفطريات البازيديه الراقيه.

4- تتميز فطريات الاصداء بدوره حياه معقده، واطوارها الجرثوميه المتعدده حيث يظهر فى دوره حياه انواع الاصداء النموذجيه خمسه اطوار جرثوميه مختلفه، وقد يختفى طور او اكثر من هذه الاطوار الا انه يتكون فيها جميعا الطور التيليتى.

5- انبات الجرثومه التيليتيه، التى تتكون غالبا من اكثر من خليه، فيخرج من كل واحده منها هيفا قصيره محدوده النمو تسمى بالحامل البازيدى، او ما يطلق عليه احيانا بالميسليوم الاولى، وهو عاده مقسما الى اربع خلايا تحمل كل خليه منها جرثومه بازيديه على حامل دقيق يسمى بالذنيب.

6- وجود ظاهره تباين العوائل فى انواع معينه منها، اى تكوين انواع الجراثيم المختلفه لفطر ما منها، على عائلين منفصلين لا علاقه ولا صله بينهما.

7- وجود ظاهره التخصص الفسيولوجى فى بعض فطريات الصدا بوضوح، اى ان الفطر المعين يختص باصابه اصناف معينه دون غيرها.

<u>دوره حياه فطر باكسينا جرامينيس</u>

تمر دوره حياه الفطر بالخمس مراحل المذكوره سابقا حيث تبدا الدوره بانتقال الجراثيم البازيديه Basidiospores والتى تحمل بواسطه الرياح حتى تسقط على اوراق نبات البربريس، فتعطى انبوبه انبات تخترق جدار خليه البشره فتنمو ثم تتفرع الى هيفات عديده تنتشر خلال خلايا الميزوفيل والغزل الفطرى فى هذه الحاله يتميز بخلايا وحيده النواه. وبعد اربعه ايام ينتج الميسليوم البكنيدات

Pycnidia وهى اجسام قارورية الشكل تظهر على السطح الخارجى لورقه البربريس ولها فتحه وتخرج من جوانب البكنيدات هيفات طويله رقيقه تسمى هيفات مستقبله وتختلط معها هيفات اخرى تنقطع اطرافها لتعطى الجراثيم البكنيه كما تحتوى البكنيده على خيوط عقيمه Paraphyses وتتجمع الجراثيم البكنيه فى سائل رحيقى عند فتحه البكنيده يجذب الحشرات والتى تنقل الجراثيم البكنيه من بكنيده الى اخرى.

وهناك نوعان من الجراثيم البكنيه: جراثيم بكنيه موجبه تنشا من بكنيدات موجبه وتنتج ميسليوم موجب، وجراثيم سالبه تنشا من بكنيدات سالبه وميسليوم سالب وتلتحم جرثومه بكنيه من النوع الموجب مثلا مع هيفا مستقله من النوع السالب او العكس، لا يحدث ابدا التحام جرثومه وهيفا من نفس النوع. وينتج عن الالتحام هيفات ثنائيه النواه، وتنمو وتتفرع داخل نسيج ورقه البربريس ثم يتجمع الميسليوم ثنائى النواه على السطح السفلى للورقه ليكون الكاس الاسيدى Aecial cup ويتكون الكاس الاسيدى من جدار وهو عباره عن هيفات منضغطه، ويملا تجويفه هيفات عديده وتتقطع هذه الهيفات من اطرافها لتعطى الجراثيم الاسيديه Aeciospores ثم تنفصل هذه الجراثيم عن بعضها وتحمل بواسطه الرياح حتى تستقر على اوراق نبات القمح فتنبت لتعطى هيفات تخترق الثغور، وينتشر الميسليوم فى الفراغات البينيه وهذا الميسليوم مقسم ذو خلايا ثنائيه النواه.

بعد عده ايام من الاصابه يبدا الغزل الفطرى فى تكوين تجمعات لجراثيم وحيده الخليه صفراء اللون خشنه الملمس تسمى بالجراثيم اليوريديه Uredospores وهذه تضغط على البشره فتمزقها وتبرز الجراثيم فى مجموعات كبيره خارج الورقه، وبذلك تظهر على الورقه بثرات مستطيله لونها اصفر تسمى بالبثرات اليوريديه Uredosorus وتنتشر الجراثيم اليوريديه بواسطه الهواء وتسقط على اوراق اخرى مسببه ظهور اجيال اخرى من الطور اليوريدى ويلاحظ ان الجراثيم اليوريديه يمكنها ان تصيب اوراق القمح الخضراء ويبدا ظهور الطور التيليتى عند اصفرار اوراق القمح فتبرز الجراثيم التيليتيه Teleutospores

من الغزل الفطرى فى الورقه المصابه على شكل تجمعات تسمى البثره التيليتيه Teleutosorus وهى بثرات سوداء والجرثومه التيليتيه تتكون من خليتين كل منهما ذات نواتين وجدار سميك ولكنه ناعم الملمس والجرثومه التيليتيه ليست لها القدره على اصابه القمح او البربريس بل تسقط فى التربه وتظل ساكنه خلال فصل الشتاء وقبل سقوطها تتحد النواتان داخل كل خليه لتكون نواه واحده ثنائيه الكروموسوم.

فى الربيع تبدا فى الانبات وتنقسم النواه مرتين اولهما اختزالى والثانى انقسام غير مباشر، لتنتج اربع نويات ثم تنبت كل خليه لتعطى انبوبه انبات طويله تسمى بازيده تترتب داخلها الاربع نويات وتترسب جدر فاصله تقسم البازيده الى اربع خلايا وتخرج من كل خليه ذنيب صغير ينتفخ طرفه ليستقبل النواه الموجوده فى الخليه ثم ينفصل الطرف المنتفخ ليكون الجرثومه البازيديه وبذلك تتكون اربع جراثيم خارج البازيده المقسمه وتنتشر الجراثيم البازيديه بواسطه الهواء الى ان تصل الى اوراق نبات البربريس لتبدا دوره حياه الفطر من جديد.

الفطريـات الناقصـه Class: Deuteromycetes (fungi imperfect)

تعرف هذه الفطريات بالفطريات الناقصه وذلك لعدم وجود الدوره الجنسيه بها ولكن يتم التكاثر فقط لاجنسيا بانتاج الجراثيم الكونيديه على تراكيب مختلفه.

تحوى هذه الطائفه مجموعه كبيره من الاجناس والانواع الفطريه المترممه غير ان بعض انواعها يسبب فساد اللحوم حتى عند درجات الحراره المنخفضه والبعض الاخر متطفل وتحدث امراض للانسان مثل مرض ال Geotrichosis الذى يصيب الجهاز التنفسى والجلد والبعض الاخر يحدث امراض لكثير من النباتات الاقتصاديه مثل امراض اللفحه ، تبقع ثمار البسله Blight and pod spot ومرض انثراكنوز الفاصوليا Bean anthracnose وغيرها. وقد ثبت مؤخرا مقدره عدد كبير من انواع فطريه تنتمى الى هذه الطائفه على افراز انواع مختلفه من السموم الفطريه Mycotoxins ذات التاثير الضار على صحه كل من الانسان، الحيوان والنبات.

وتتميز افراد هذه الطائفه بانها ذات غزل فطرى يتكون من مجموعه من الخيوط الفطريه المقسمه لامعه او ملونه.

تصنيف طائفه الفطريات الناقصه.

تصنف افراد هذه الطائفه حسب تركيب اجسامها الثمريه الخضريه الى ثلاث رتب وهى :

1- رتبه السفيرباسيدلات Order: Sphaeropsidales

حيث تتكون جراثيمها الكونيديه داخل اوعيه خاصه تعرف بالاوعيه البكنيديه Pycnidia.

2- رتبه الملانكونلات Order: Melanconiales

تتكون الجراثيم الكونيديه حره داخل تركيب شبه الوساده او شكل الطبق، تتكون من جسم الفطر وتسمى اسيرفيولس Acervulus .

3- رتبه المونيليلات Order: Moniliales

تتكون الجراثيم حره على حوامل كونيديه مختلفه بسيطه او متفرعه او فى حزم Synnema او على سطح تركيب يشبه الوساده من الحوامل الجرثوميه المتجمعه تعرف بالحشوه Sporodochium.

وسوف نقوم بدراسه فطر ينتمى الى رتبه المونيليلات.

فطر الفيوزاريوم

فطر الفيوزراريوم *Fusarium* من الفطريات التى تتبع الفصيله التيوبركيولاريه Tuberculariaceae والتى تتميز افرادها بوجود تراكيب مميزه لاطوارها اللاجنسيه تعرف بالوسائد الجرثوميه Sporodochia (المفرد Sporodochium) وهى عباره عن حشيات ثمريه فى صوره وسائد تتلون بالوان ناصعه. وتتكون الكونيدات داخل التراكيب على اعناق قصيره للغايه بسيطه او متفرعه وتتالف من عده خلايا تسمى Phialides تولد كل منها كونيدات متتاليه ولكنها ليست بسلاسل، بل تحاط بماده هلاميه .وتضم هذه الفصيله حسب الاحصاءات 160 جنس اهمها جنس الفيوزاريوم الذى يعتبر من اهم واكبر الاجناس التابعه لها. وهو من اوسع الفطريات انتشارا فى الطبيعه حيث يضم عدد كبير من الانواع التى يصعب فيها تمييز المتطفل عن الرمى . ويعتبر جنس الفيوزاريوم من الناحيه التصنيفيه من اصعب واعقد المجاميع الفطريه الاخرى نظرا للاختلافات الكبيره التى توجد بين اشباه الانواع التابعه له. والقليل فقط من علماء الفطريات هم الذين لهم القدره بما يبذلونه من جهود كبيره فى سبيل تعريف الانواع التابعه له. وتسبب انواعه المتطفله امراضا للنباتات المصابه تعرف بامراض الذبول Wilt diseases مثل مرض ذبول القطن الفيوزاريومى والذى يسببه فطر *Fusarium oxysporum* ومرض الذبول الفيوزاريومى فى الطماطم المتسبب عن فطر *Fusarium lycopersici* ويعتبر هذا الفطر من الفطريات اختياريه التطفل، حيث انه يعيش عاده مترمما فى التربه ، ولكنه اذا صادف النبات العائل فانه يتطفل عليه وهو يكون تراكيب تعرف بالوسائد

الجرثوميه ، ذات الوان ناصعه، وتحوى عدد كبير من حوامل كونيديه قصيره بسيطه او متفرعه تتولد على اطرافها الكونيدات .

ويمتاز فطر الفيوزاريوم بانه يكون ثلاث انواع من الجراثيم وذلك تبعا للظروف المناخيه وهى :

أ- جراثيم كونيديه صغيره Microconidia وهى تعتبر اكثر انواع الجراثيم التى ينتجها الفطر حيث يكونها تحت معظم الظروف، وهى الجراثيم الوحيده التى تتكون داخل الاوعيه الناقله للعائل. وتتكون من خليه واحده او خليتين، وهى كرويه او بيضيه او هلاليه الشكل وتتولد على حوامل كونيديه توجد مفرده وقد تكون بسيطه او متفرعه.

ب- جراثيم كونيديه كبيره Macroconidia وهى مغزليه او هلاليه الشكل وقد تكون منحيه فى اطرافها وتحتوى على حواجز عرضيه تصل الى 8 حواجز، وهى اكثر وجودا على سطوح النباتات المصابه ولكنها عاده لا تتكون بكثره.

ت- جراثيم كلاميديه Chlamydospores وتتالف من خليه او خليتين، وذات جدران سميكه، وتتكون نتيجه لانتفاخ احد الخلايا الهيفيه وتحوصلها، وهى اما ان تكون وسطيه او تكون طرفيه على الميسليوم، وقد تتكون فى شكل سلاسل او ازواج او تكون منفرده، وعندما تنبت الجراثيم الكلاميديه فانها تكون ميسيليوم له القدره على اختراق المجموع الجذرى للنبات اما اختراقا مباشرا عن طريق القمم الناميه للجذور الصغيره، او قد تدخل العائل عن طريق الجروح التى تحدثها بعض الديدان النيماتوديه ثم ينمو ويمتد الى ان يصل الى الاوعيه الخشبيه التى ينتشر فيها متجها الى اعلى فيعم النبات كله. وقد يؤدى الى انسداد الاوعيه التوصيليه للنبات العائل الامر الذى ينشا عنه عرقله صعود العصاره من اسفل الى اعلى، وبالتالى ذبول النباتات المصابه وموتها، كذلك يفرز الفطر حمض الفيوزاريك Fusaric acid وهى ماده سامه لانسجه النبات، وتودى الى اصفرار الاوراق وذبولها، وقد تم عزل هذا

الحمض مع بعض السموم الاخرى وعند موت النبات المصاب يظهر الميسليوم على سطح الانسجه الميته خاصه عندما تتوفر له الرطوبه المرتفعه ويظهر على الميسليوم عدد كبير من الجراثيم الكونيديه الكبيره والصغيره التى تسقط على التربه المحيطه بالنبات فتلوثها، مما يسهل انتقال العدوى من نبات مصاب الى النباتات السليمه المجاوره.

مصطلحات فطريه

Acervulus للجمع acervuli : كويمه كونيديه : حصيره من خيوط فطريه تعطى حوامل كونيديه قصيره متراصه على شكل حشيه ، مما يميز رتبه الميلانكونيالات (Melanconiales)

Achlorophyllous: لا يخضورى : تحتاج اليخضور

Aeciospore : جرثومه اسيديه: جرثومه ثنائيه الانويه تتكون داخل اسيده

Aecium (للجمع aecia) اسيده: تركيب مكون من خلايا خيطيه ثنائيه الانويه ، لها جدار او خاليه من الجدار، تنبثق منه سلاسل جرثوميه تتركب من جراثيم اسيديه متبادله مع خلايا مفككه ، وناتجه عن الانقسام التزاوجى المتتابع للانويه.

Akaryote عديم اللون: طور فى دوره حياه البلازموديوفورالات (plasmodiophorales) يفقد خلاله بلازم النواه قابليته للاصطباغ.

Anisogamous planogametes امشاج متحركه متباينه: امشاج متحركه تتشابه فى الشكل وتتباين فى الحجم.

Annulus (للجمع annuli) طوق: حلقه توجد على ساق بعض انواع فطريات عيش الغراب وهى بقيه من القناع الداخلى

Antheridium (للجمع Antheridia) انثريده: حافظه مشيجيه ذكريه.

Antibiotic مضاد حيوى: ماده ينتجها كائن حى ، تضر او تقتل كائنات حيه اخرى .

Aplanetic : غير متحرك.

Aplanospore : جرثومه ساكنه.

Apothecium: (للجمع Apothecia) كاس زقى: جسم زقى كاسى الشكل.

Arthrospore جرثومه مفصليه: جرثومه تنشا عن تجزو الخيط الفطرى ويطلق عليها ايضا اويده (Oidium).

Ascocarp: ثمره زقيه: جسم ثمرى يحوى الزقاق.

Ascogenous hypha خيط زقى: خيط فطرى مميز يعطى واحدا او اكثر من الزقاق.

Ascogonium (للجمع Ascogonia) مولد زقى: الحافظه المشيجيه الانثويه للفطريات الزقيه.

Ascospore جرثومه زقيه: جرثومه تنتج من الانقسام الاختزالى وتتولد داخل زق.

Ascostroma (للجمع Ascostromata) حشيه زقيه: جسم ثمرى زقى يحمل الزقاق مباشره داخل غرف خاصه.

Ascus زق: تركيب يشبه الكيس يحتوى عاده على عدد محدود من الجراثيم الزقيه (العدد النموذجى ثمانيه) تتكون عاده نتيجه اقتران نووى يليه انقسام اختزالى ، وهو من مميزات الفطريات الزقيه.

Ascus mother cell خليه اميه زقيه: الخليه الخطافيه ثنائيه الانويه فى الفطريات الزقيه التى يتم فيها الاقتران النووى ويتكون منها الزق.

Basidiocarp ثمره بازيديه: جسم ثمرى يحمل البازيديوم .

Basidiospore جرثومه بازيديه: جرثومه تتولد خارج البازيديوم ناتجه عن اقتران نووى يليه انقسام اختزالى.

Basidium (للجمع Basidia) بازيديوم: تركيب يحمل على سطحه عددا محددا من الجراثيم البازيديه (العدد النموذجى اربعه) يتكون عاده نتيجه اقتران نووى يليه انقسام اختزالى .

Binomial: تسميه ثنائيه: الاسم العلمى للكائن يتكون من كلمتين الاولى تدل على الجنس والثانيه تحدد النوع.

Bipolarity ثنائيه القطب: حاله من التوالف الجنسى فى بعض الفطريات البازيديه يحمل البازيديوم الواحد زوجين من الجراثيم البازيديه كل منهما ينتمى الى سلاله مختلفه.

Bitunicate مزدوج الغلاف: زق يكون فيه الجدار الداخلى مرنا ويستطيل الى درجه كبيره اعلى من الجدار الخارجى عند الانطلاق الجرثومى.

Blastospore جرثومه برعميه: جرثومه لاجنسيه تتكون بالتبرعم.

Budding تبرعم: تكوين نتوء صغير (برعم) من الخليه الاصليه وهى طريقه للتناسل اللاجنسى.

Capillitium (للجمع Capillitia) خصليه شعيريه: تراكيب عقيمه شبه خيطيه تختلط بالجراثيم فى الاجسام الثمريه لكثير من الفطريات الهلاميه والفطريات المعونيه Gasteromycetes.

Chlamydospore جرثومه كلاميديه: خليه من الفطر يحوطها غلاف سميك وتنفصل عن الخيط لتصبح جرثومه ساكنه.

Clamp connection اتصال كلابى: خيط يشبه الجسر يميز الغزل الفطرى الثانوى فى الكثير من الفطريات البازيديه.

Cleistothecium (للجمع Cleistthecia) ثمره زقيه مغلقه: جسم زقى كامل الانفلاق .

Coenocyctic مدمج خلوى: غير مقسم انابيب مملوءه بالسيتوبلازم فيها الانويه سائبه دون حواجز فاصله بينها ، بمعنى ان الانويه مستقره فى قالب مشترك .

Colony مستعمره: مجموعه افراد من نفس النوع تعيش فى اتصال وثيق ويرمز فى الفطريات الى خروج خيوط الفطر من مركز مشترك بحيث يتخذ جسمه العام شكلا دائريا او كريا .

Collumella (للجمع Columellae) عويميد: تركيب عقيم داخل الحافظه الجرثوميه او اى جسم ثمرى ويكون عاده امتدادا للساق (الحامل).

Conidiophore : حامل كونيدى: خيط خاص يحمل جراثيم كونيديه .

Conidium (للجمع Conidia) كونيده: جرثومه للتناسل اللاجنسى تتكون عاده عند اطراف او على جوانب الخيط الفطرى .

Dermatophyte فطريات جلديه: احدى الفطريات العديد المسببه للامراض الجلديه.

Dikaryotic مزدوج الانويه: يختص بخليه تحتوى على زوج نووى.

Dimorphic ثنائى التشكل: ينتج طرازين من الجراثيم السابحه .

Diploid ثنائى المجموعه الصبغيه: يحتوى على العدد الزوجى للصبغيات (2 ن).

Fission انشقاق: انشقاق الخليه الى خليتين.

Fragmentation تجزؤ: تقطع الثالوس الى عده اجزاء كل منها قادر على تكوين فرد جديد وهى طريقه للتكاثر اللاجنسى.

Fruiting body: جسم ثمرى.

Haustorium (للجمع Haustoria) ممص: عضو ماص ينبثق من الخيط الفطرى للطفيل وينفذ الى خليه العائل ويصاحب فى الاغلب الفطريات الاجباريه التطفل ولكنه يوجد ايضا فى بعض الفطريات اختياريه التطفل.

Hymenium (للجمع Hymenia) طبقه خصيبه: طبقه خصبه تتكون من البازيديومات او الزقاق.

Isogametangia (المفرد Isogametangium) حوافظ مشيجيه متشابهه: حوافظ مشيجيه قد تكون متضاده الجنس ولكنها متماثله فى الشكل.

Isogametes امشاج متشابهه: امشاج قد تكون متضاده الجنس ولكنها متماثله فى الشكل .

Microcyst حوصله صغيره: جزء صغير متحوصل من البروتوبلاست يرمز عاده الى تحوصل الاميبا الهلاميه فى الفطريات الهلاميه والاكراسيالات (Acrasiales) .

Micron: ميكرون : وحده للقياس مقدارها 1 / 1000 من المليمتر او حوالى 1 / 25000 من البوصه .

Oidium (للجمع Oidia) اويده: خليه رقيقه الجدار تنفصل بتجزا خيط جسدى الى مكوناته الخلويه او تجزا حامل اويدى وتنتهج مسلك الجرثومه .

Oosphere بيضه: مشيج انثوى كبير ، عار وغير متحرك .

Oospore جرثومه بيضيه: جرثومه سميكه الجدار تتكون من البيضه نتيجه الاخصاب او بالتوالد البكرى .

Perithecium (للجمع Perithecia) ثمره زقيه قارورية: جسم زقى مقفل له بويب حقيقى يفضى الى فتحه فى قمته وله جدار خاص به.

Phialid زائده قارورية: تركيب يشبه قنينه صغيره منه تنتج الجراثيم التى تتميز بتكونها داخل القاروره ثم بروزها الى الخارج .

Pseudoparenchyma (للجمع Pseudoparenchymata) برنشيما كاذبه: نوع من الانسجه المحوكه مكون من خلايا بيضيه الشكل او متساويه الاقطار وفيه تفقد المكونات الخيطيه ذاتيتها.

Pycnidium (للجمع Pycnidia) وعاء بكنيدى: جسم ثمرى لا جنسى مجوف تبطنه حوامل كونيديه .

Sclerotium (للجمع Sclerotia) جسم حجرى: جسم صلب كامن يقاوم الظروف غير المواتيه ، قد يطول كمونه وينبت عند عوده الظروف المواتيه .

Teleutospore جرثومه تيليتيه: جرثومه ساكنه سميكه الجدار فى بعض الفطريات البازيديه المتباينه ، وعلى الاخص الاصداء وفطريات التفحم ، يحدث داخلها اقتران نووى وهى جزء من الجهاز البازيدى .

Telium (للجمع Telia) منشئ الجرثومه التيليتيه: مجموعه خلايا ثنائيه الانويه تنتج الجراثيم التيليتيه .

Thallophyte نبات ثالوسى: نبات يفتقر طوره الجسدى الى كل من الساق والورقه والجذر ، ويتكاثر بواسطه الجراثيم .

Uredium (للجمع Uredia) منشئ الجرثومه اليوريديه: مجموعه خلايا ثنائيه الانويه تنشا منها الجراثيم اليوريديه .

Uredospore جرثومه يوريديه: جرثومه ثنائيه النواه متكرره ، توجد فى رتبه الاصداء

Vesicle فقاعه: تركيب رقيق يشبه الفقاعه تتميز بداخله او تتحرر فيه الجراثيم السابحه ، وهى ايضا الراس المنتفخ الذى يقع عند طرف الحامل الكونيدى فى الاسبيرجيللس .

Zoosporangium حافظه الجراثيم السابحه: حافظه جرثوميه تحتوى على جراثيم سابحه

Zoospore جرثومه سابحه، جرثومه متحركه تتكون لا جنسيا .

Zygophore حامل لقحى: فرع متخصص من الخيط الفطرى يحمل لاقحات جرثوميه.

Zygosporangium (للجمع Zygosporangia) حافظه اللاقحه الجرثوميه.

Zygospore جرثومه لاقحيه: جرثومه ساكنه تنتج عن اندماج حافظتين مشيجيتين فى الفطريات اللاقحه (zygomycetes).

Zygote لاقحه: خليه ثنائيه المجموعه الصبغيه تنتج عن اتحاد خليتين كل منهما احاديه المجموعه الصبغيه.

الجزء العملى الخاص بالفطريات

Kingdom: Mycophyta

Division (1): Myxomycophyta

Division (2): Eumycophyta

تنقسم الفطريات الحقيقه الى

	Class(1) Phycomycetes Zygomycetes	**Class(2) Ascomycetes**	**Class(3) Basidiomycetes**	**Class(4) Deutromycetes**
Mycelium	Aseptate	Septate	Septate	Septate
Asexual spores	Zoospores Sporangiospores	Conidia	Conidia	Conidia
Sexual spores	zygospores	Ascospores	Basidiospores	Absent

الفطريات الزيجوتيه (الطحلبيه)

Kingdom : Mycophyta

Division : Eumycophyta

Class (1): Phycomycetes

Subclass: Zygomycetes

Order : Mucorales

Family(1): Mucoraceae

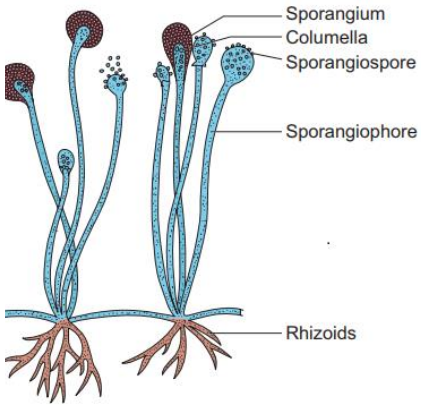
e.g : *Rhizopus* sp.

e.g: *Mucor* sp.

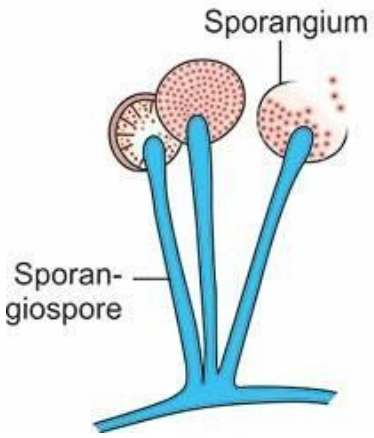
e.g : *Circinella* sp.

Family(2): Cephalidiaceae

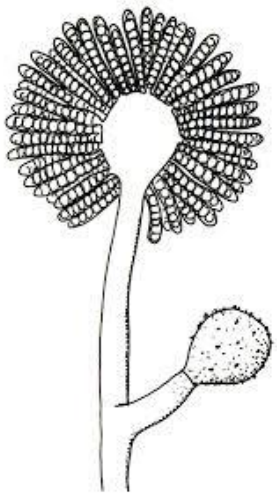
e.g: *Syncephalastrum* sp.



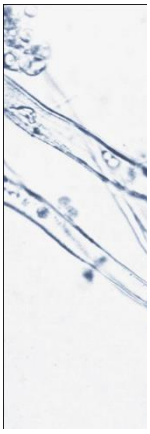
Rhizopus sp.



Mucor sp.



Syncephalastrum sp.



Circinella sp.

الفطريات الزقيه

Kingdom: Mycophyta

Division: Eumycophyta

Class(2): Ascomycetes

Subclass: Euascomycetes

Order : Aspergillales

Family: Aspergillaceae

e.g : *Aspergillus* sp.

e.g: *Penicillium* sp.

الصفات العامه لفطر الاسبيرجيلس

1- لون المستعمره (Colony color)

2- خلفيه المستعمره (Colony reverse)

3- الحويصله (Vesicle)

4- الذنيبات (Stregmata)

5- الراس الكونيديه (Conidial head)

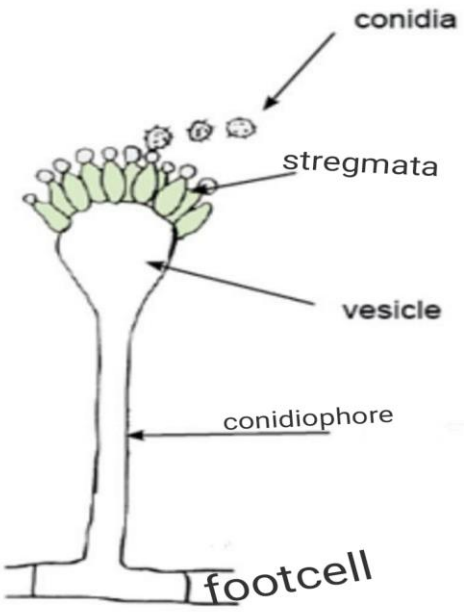
6- الحامل الكونيدى (Conidiophore)

7- الكونيدات (Conidia).

8- الجراثيم الزقيه (Ascospore)

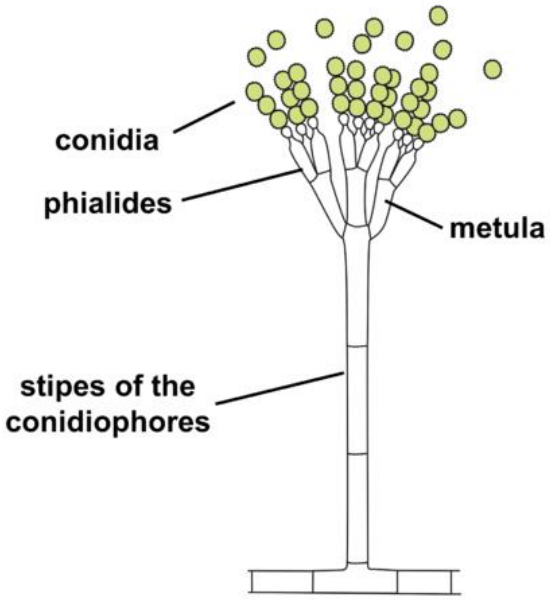
9- خلايا الهيول (Hull cell).

10- الاجسام الحجريه (Sclerotia).



الصفات العامه لفطر البنيسيليوم

1- Colony color
2- Colony reverse
3- Matullae: Absent or present
4- Pencilli: Monoverticillata or Biverticillata (Symmetric or Asymmetric)
5- Conidiophore: long or short/smooth or rough/ piment or hyaline/ branched or unbranched.
6- Conidia: Globose or sub or ovate/hyaline or pigment/smooth or rough
7- Ascospore: Present or absent
8- Hull cell: Present or absent
9- Sclerotia: Present or absent



الفطريات الناقصه

Kingdom: Mycophyta

Division : Eumycophyta

Class(4): Deutromycetes

Order : Moniliales

Family (1): Dematiaceae

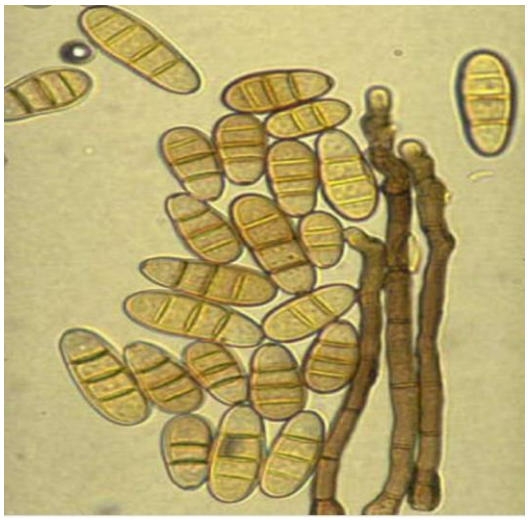
e.g. **:***Drechslera* sp.

:*Curvularia* sp.

:*Alternaria* sp.

:*Ulocladium* sp.

:*Cladosporium* sp.

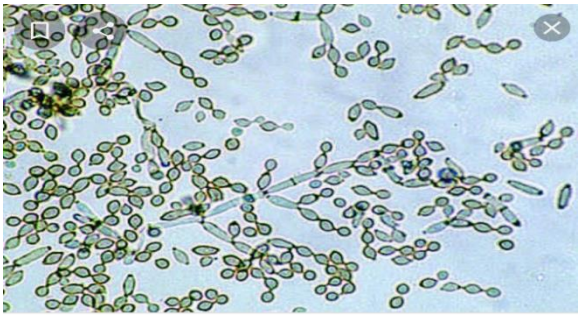


Drechslera sp.

Curvularia sp.

Alternaria sp.

Ulocladium sp.



Cladosporium sp.

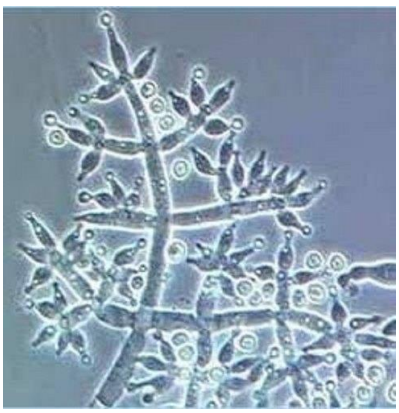
Order: Moniliales

Family (2): Moniliaceae

e.g: *Scopularioposis* sp.

Trichoderma sp.

Scopularioposis sp.



Trichoderma sp.

Family (3): Tuberculariaceae

e.g. : *Fusarium* sp.

Fusarium sp.

المراجع:

حسين العروسي، عماد الدين وصفي، المملكه النباتيه. مكتبة المعارف الحديثة (2005).

حسوني جدوع عبد الله، ، صبا رياض خضير، اشرف سامي حسن، البيئة، بيئة الحيوان والنبات والاحياء المجهرية، دار دجلة عمان، (2015).

محمد علي أحمد أحمد، قاموس المصطلحات الفطرية، المكتبة الأكاديمية (2000).

عبد العزيز نخيلان، اساسيات علم الفطريات، دار دجله للنشر (2009).