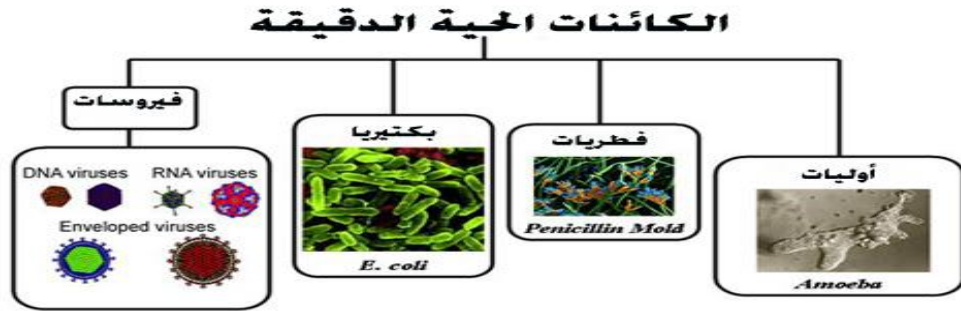


المحاضرة الأولى

علم الأحياء المجهرية (Microbiology)

هو احد فروع علوم الحياة ويهتم بدراسة الكائنات الحية الصغيرة جداً التي لا يمكن رؤيتها إلا بالمجهر وتشمل البكتيريا والفطريات والطحالب والابتدائيات (البروتوزوا) والركتسيا والفايروسات ويهتم بدراسة اشكال هذه الكائنات وتركيبها وتكاثرها وفسلجتها وتصنيفها فضلاً عن دراسة توزيع هذه الكائنات في الطبيعة وعلاقتها ببعضها وبالكائنات الحية الاخرى كتأثيرها في الإنسان والحيوانات والنباتات وقابليتها على احداث التغيرات الفيزيائية والكيميائية في المحيط الذي تعيش فيه ومدى تأثر هذه الكائنات بالعوامل الفيزيائية والكيميائية.



أقسام المايكروبيولوجي:

1- علم الطحالب Phycology:- يهتم بدراسة الطحالب وهي كائنات بسيطة بعضها ذات خلية واحدة والبعض الاخر عبارة عن تجمع لخلايا متشابهة وبعضها ذو تركيب معقد مثل عشب البحر البني وهي تحتوي على الكلوروفيل وتقوم بعملية التركيب الضوئي وغالباً ما توجد الطحالب في المياه والتربة الرملية.

2- علم البكتيريا Bacteriology:- يختص بدراسة البكتيريا وهي عبارة عن كائنات بدائية النواة وتتكون من خلية واحدة او تجمعات من خلايا متشابهة وتتكاثر بالانشطار الثنائي.

3- علم الفيروسات Virology:- ويختص بدراسة الفيروسات وهي عبارة عن طفيليات صغيرة جداً غير خلوية وتسبب أمراضاً للنبات والحيوان والبكتيريا.

4- علم الابتدائيات (البروتوزوا) Protozoology:- يختص بدراسة الابتدائيات وهي عبارة عن كائنات حقيقية النواة احادية الخلية يتم التمييز بينها على اساس الصفات الظاهرية والتغذوية والفسيلوجية ويختلف دورها في الطبيعة اذ ان بعضها ذو فائدة للإنسان والبعض الاخر سام يسبب امراض للإنسان والحيوان. وأحد فروع علم البروتوزوا هو علم الطفيليات (Parasitology) ويهتم بدراسة البروتوزوا الطفيلية أو المرضية وغيرها من الكائنات الحية الطفيلية.

5- علم الفطريات Mycology:- يهتم بدراسة الفطريات (الخمائر والأعفان) وهي كائنات حقيقية النواة وخالية من الكلوروفيل وتكون متعددة الخلايا وغير متخصصة الى جذور وسيقان وأوراق حقيقية وتتكاثر الفطريات بالانشطار أو التبرعم أو السبورات.

أما من الناحية التطبيقية فيقسم المايكروبيولوجي الى الأقسام التالية

1- الأحياء المجهرية للهواء Air microbiology

2- الأحياء المجهرية للمياه ومياه الفضلات Water and waste water microbiology

3- الأحياء المجهرية للأغذية والألبان Food and Dairy microbiology

4- الأحياء المجهرية للتربة Soil microbiology

5- الأحياء المجهرية الطبية Medical microbiology

6- الأحياء المجهرية الصناعية Industrial microbiology

نبذة تاريخية عن تطور علم الأحياء المجهرية

ساهم في تطور هذا العلم عدد كبير من العلماء منهم روجر بيكن Roger Bacon وليفنهوك وفرانسيسكو ريدي وسبالانزي وبوشيت وباستور وروبرت كوخ وايقانوفسكي وستانلي وبوخنر وكثير غيرهم.

فقد دحض باستور (1822-1895) نظرية التولد الذاتي الى الأبد بالنتائج التي توصل اليها وقام بتجربته المشهورة عندما استعمل دורך ذا انبوبة شعرية ومعقوفة بشكل يشبه عنق الوزة حيث قام بوضع محلول مغذي في الدורך وسخنه وتركه لفترة ولم تظهر كائنات مجهرية في المحلول المغذي لأنها كانت تستقر في المنطقة المعقوفة من الانبوبة.

أما اعماله الاخرى فهي 1- اكتشافه لعملية البسترة 62.8 م°/نصف ساعة

2- أثبت أنه بالإمكان جعل الأوساط الغذائية المعقمة خالية من المايكروبات من خلال وضع سدادات قطنية على فوهات الأوعية التي تحتويها.

3- اكتشاف الأمصال الوقائية لمرض الجمرة في الماشية.

أما أعمال روبرت كوخ (1843-1910) فهي 1- اكتشاف البكتريا المسببة لمرض الجمرة الخبيثة Anthrax في الماشية 2- عزل البكتريا المسببة لمرض الكوليرا ومرض السل

3- أول من عزل البكتريا بصورة نقية 4- استعمل الصبغات في تصبيغ البكتريا

5- استعمل الأكار في تصليب الأوساط الزرعية 6- كان الرائد في تطوير التقنيات المختبرية في مجال الأحياء المجهرية.

نظرية التوالد الذاتي والحيوي Biogenesis and spontaneous generation

التوالد الذاتي تعني ان الكائنات الحية تتكون بصورة ذاتية من أشياء غير حية في حين أعتقد البعض الآخر أن الكائنات الحية تتولد من أشياء حية وهذا ما يعرف بالتوالد الحيوي Biogenesis وقد ضعف مبدأ نظرية التوالد الذاتي مع مرور الزمن نتيجة لدراسات كل من فرانسيسكو ريدي و ليفنهوك ولأسباب تقنية كان من الصعب اثبات أن الأحياء المجهرية لا تنشأ ذاتياً.

خصائص الأحياء المجهرية

ان خلايا المايكروبات هي خلايا منفردة صغيرة جداً لا ترى إلا بالمجهر وليس من العملي أن نتعامل مع الكائن المجهر المنفرد لذلك تتم دراسة مزارع (cultures) الأحياء المجهرية التي تحتوي على الآلاف أو الملايين من المايكروبات. ان المزارع التي تحتوي على نوع واحد من المايكروبات تسمى بالمزارع النقية (pure cultures) وإذا كانت المزرعة تحتوي على نوعين أو أكثر من المايكروبات كما موجود في الطبيعة فتسمى بالمزارع المختلطة (mixed cultures).

ان خصائص الأحياء المجهرية التي تستخدم للتعرف على الأنواع المختلفة من المايكروبات وتشخيصها هي:-

1- الخصائص المزرعية: اي توفير الأوساط الزرعية المناسبة لنموها مع تهيئة الظروف المناسبة من درجة حرارة وأوكسجين وضبط الـ pH.

2- الفحص المجهرية: وذلك لرؤية الصفات الظاهرية لخلايا المايكروب

3- الخصائص الأيضية: حيث تنمي المايكروبات على أوساط معينة ثم تجرى عليها الفحوصات البايوكيميائية لتشخيصها.

4- الخصائص الكيميائية: وتعني دراسة التركيب الكيميائي لجدار الخلية والتراكيب النووية اذ أنه هناك اختلاف في التركيب الكيميائي لجدار الخلية في مجاميع البكتريا المختلفة الموجبة والسالبة لصبغة كرام.

5- الخصائص الوراثية: وتعني اقامة روابط بين المايكروبات على اساس التشابه الوراثي مقارنة الحامض النووي DNA لأحدهما الآخر.

تسمية الأحياء المجهرية

لكل كائن حي اسم علمي متمثل باسم الجنس *genus* ويبدأ بحرف كبير عادة واسم للنوع *Species* ويبدأ بحرف صغير عادة وعند الكتابة يوضع خط تحت الاسمين أو تكتب بشكل مائل عند الطباعة، ومثال ذلك بكتريا السل *Mycobacterium tuberculosis*

بكتريا الخناق *Corynebacterium diphtheriae*

بكتريا التايفوئيد *Salmonella typhi*

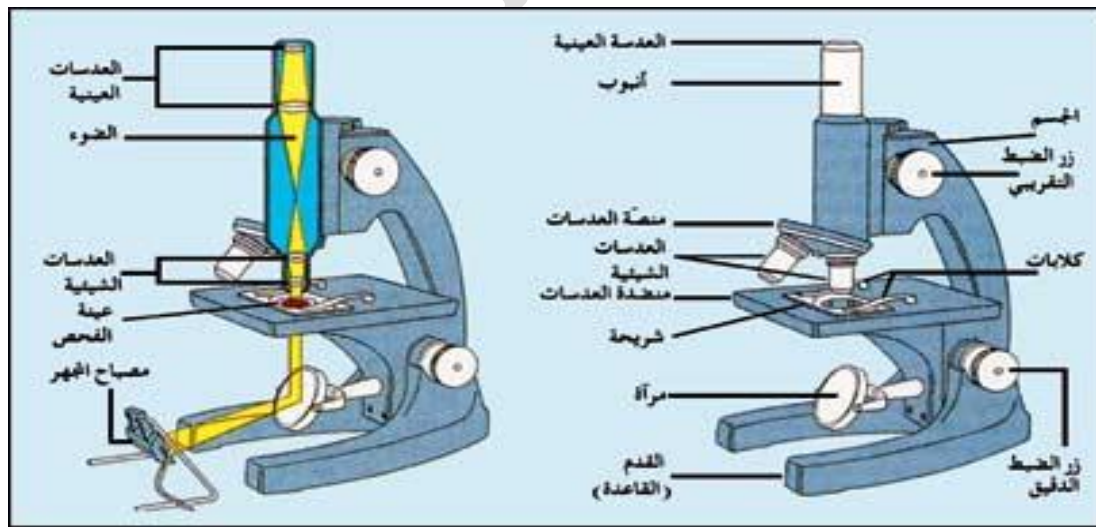
ولتصنيف الأحياء المجهرية تستخدم عدة فئات تصنيفية متسلسلة هي 1- النوع *species*

2- الجنس *genus* 3- القبيلة *tribe* 4- العائلة *family* 5- الرتبة *order*

6- الصف *class* 7- الشعبة *phylum* 8- المملكة *kingdom*

أنواع المجاهر: تقسم المجاهر الى مجموعتين على أساس القاعدة التي يقوم عليها التكبير وهي المجاهر الضوئية التي تستخدم العدسات والمجاهر الالكترونية. تشمل المجاهر الضوئية على الأنواع التالية:- 1- المجهر ذو الحقل المضيئ 2- المجهر ذو الحقل المظلم 3- المجهر ذو الطور المضاد 4- المجهر ذو الأشعة فوق البنفسجية 5- المجهر المفلور.

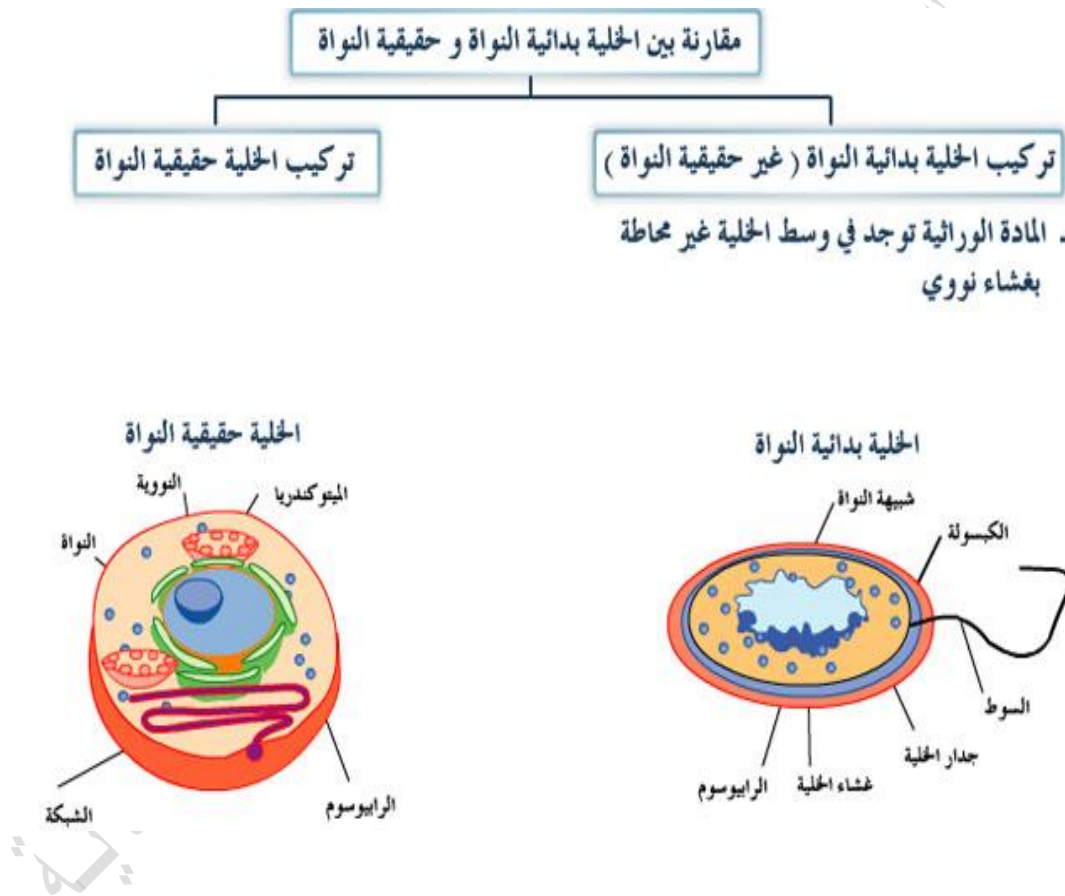
أما المجهر الالكتروني فيستعمل حزمة من الالكترونات بدلاً من الموجات الضوئية لإعطاء صورة مكبرة.



موقع الأحياء المجهرية في عالم الكائنات الحية:- وضعت الأحياء المجهرية من الناحية التصنيفية في السابق ضمن أحد المملكتين النبات أو الحيوان وذلك حسب الخصائص المعروفة لكل مجموعة آنذاك، ففي عام 1866م أقترح هيكل Haeckel مملكة ثالثة تضم الأحياء المجهرية وتشمل البكتريا والفطريات والطحالب والبروتوزوا وسماها البروتستا *protista*. وفي أواسط هذا القرن ومع ظهور المجهر الالكتروني واستخدامه في حقل الأحياء المجهرية

وجد هناك قسم منها ذات تكوين بدائي Prokaryotic وتضم البكتريا والسيانوبكتريا cyanobacteria وقسم منها ذات تكوين خلوي متكامل تسمى Eukaryotic وتضم البروتستنا وتشمل الطحالب والبروتوزوا والفطريات.

في عام 1969م أقترح ويتكر Whittaker نظاماً تصنيفياً جديداً للكائنات الحية يعتمد على أسلوب التغذية يتكون من خمس ممالك هي :- 1- المونيرا Monera وتضم البروكاريوتا وهي البكتريا والسيانوبكتريا 2- البروتستنا Protista وتشمل الأحياء المجهرية ذات الخلية الواحدة المتكاملة التركيب وهي الطحالب والبروتوزوا 3- الفطريات Fungi وتشمل الخمائر والأعفان 4- النبات 5- الحيوان.



ملاحظة/ جدول رقم (1) (الفروق بين الخلايا بدائية النواة والحقيقية النواة).

الجدول رقم (١) بعض الفروقات بين الخلايا البدائية النواة والحقيقية النواة

Eucaryotic	Procaryotic	
الخلايا الحقيقية النواة	الخلايا البدائية النواة	الصفة
الطحالب ، الفطريات ، البروتوزوا ، النباتات الراقية والحيوانات الراقية .	البكتريا	
ذات قطر او عرض اكثر من ٥ مايكروميتر	١ - ٢ × ١ - ٤ مايكروميتر	الحجم
النواة ، الميتاكوندريا او البلاستيدات الخضراء	المادة النووية او الجسم الكروماتيني	التراكيب الوراثية
محاطة بغشاء نووي وتحتوي على أكثر من كروموسوم . الكروموسومات تحتوي على الهستونات ، يحدث الانقسام الفتيلي للنواة . النويات موجودة ، والجينات المتشابهة وظيفيا لا تتخذ شكل عناقيد .	لا تحاط بغشاء نووي ، كروموسوم دائري واحد . الكروموسومات خالية من الهستونات (مادة بروتينية) . ليس هناك انقسام فتيلي (غير مباشر) . النوية غائبة ، الجينات المتشابهة وظيفياً قد تتخذ شكل عناقيد	تركيب النواة
اللاقحة ذات عدد زوجي من الكروموسومات	اللاقحة جزئياً ذات عدد فردى او زوجي من الكروموسومات	التناسل
		التراكيب السيتوبلازمية
موجودة	غير موجودة	الميتاكوندريا
موجودة	غير موجودة	اجسام كولجي
لا يوجد بيتيدوكلايكان (peptidoglycan)	يتكون من بيتيدوكلايكان (peptidoglycan)	جدار الخلية

مفاهيم أساسية في علم الأحياء الدقيقة

عرف الإنسان منذ آلاف السنين مجموعتين رئيسيتين فقط من الكائنات الحية هما: مملكة النباتات ومملكة الحيوانات. تميزت الأولى بأنها ثابتة لا تتحرك لكنها ذاتية التغذية (تقوم بعملية التركيب الضوئي) بينما تميزت الأخيرة بأنها متحركة لكنها غير ذاتية التغذية (تحصل على غذائها من الوسط المحيط) وكلتا المملكتين تتميز بخلايا حقيقية النواة. ومع اكتشاف كائنات حية دقيقة مجهرية ظهرت بعض الصعوبات في تصنيفها.. فبعضها ثابت غير ذاتي التغذية وبعضها متحرك ويقوم بعملية التركيب الضوئي وبعضها حقيقي النواة وبعضها بدائي النواة. لذلك كان لابد من إعادة التصنيف.. لتسهيل دراسة الكائنات الحية.. تعاقبت عدة نماذج لتصنيف الكائنات الحية واختلفت فيما بينها.. ومن أبسط النماذج المقترحة لإعادة التصنيف هو النموذج الذي اقترحه العالم الألماني هيكل Haeckel الذي وضع مملكة ثالثة تسمى مملكة البروتستنا وبالتالي أصبح التصنيف كما يلي:- مملكة النباتات .. مملكة الحيوانات .. مملكة البروتستنا.

أن الشرط الأساس والرئيس والوحيد لقبول فرد في مملكة البروتستنا هو احتواءه على نظام حيوي بسيط يمتاز بعدم تشكيله لنسيج شامل ذو وظيفة محددة

تضم مملكة البروتستنا خمس مجموعات رئيسية هي (البكتريا .. الفطريات .. الطحالب .. الفايروسات .. الأبتدائيات (البروتوزوا)).

البكتريا: عبارة عن كائنات حية دقيقة مجهرية بدائية النواة غير ذاتية التغذية ذات جدار خلوي يشذ عن ذلك:- المايكوبلازما والتي لا تمتلك جداراً خلوياً بل فقط غشاءً سايتوبلازمياً والبكتريا الخضراء المزرقه.. والتي تحصل على غذائها بعملية التركيب الضوئي.

الطحالب: كائنات حية منها مجهري ومنها عملاق حقيقية النواة ذاتية التغذية فهي تقوم بعملية التركيب الضوئي. يشذ عن ذلك الطحالب الخضراء المزرقه فهي بدائية النواة كالبكتريا.

الفطريات: كائنات حية منها مفرد الخلية ومنها متعدد الخلايا وعملاقة حقيقية النواة غير ذاتية التغذية معظمها يحصل على غذائه بعملية التطفل.

أن الاشنات هي عبارة عن شراكة في الحياة بين طحلب وفطر. ان هذه العلاقة بين الفطريات والطحالب في الاشنات مثال على علاقة تبادل المنفعة حيث يستفيد كل طرف من الطرف الاخر

الفايروسات: كائنات غير حية دقيقة مجهرية مجبرة على التطفل تتألف من غلاف بروتيني يحوي على الحامض النووي DNA أو RNA يشذ عن ذلك الفيروسات وهي فيروسات لا تمتلك غلاف بروتيني يحيط بها انما عبارة عن جزيء من الحامض النووي RNA حصراً

الأبتدائيات (البروتوزوا): كائنات حية أغلبها مجهري مفرد الخلية لكن جميعها حقيقية النواة وهي لا تقوم بعملية التركيب الضوئي أو غير ذاتية التغذية.

تجدر الإشارة هنا أن الانقسام الخلوي سواء الخيطي او المنصف لا يطرأ على أفراد مملكة البروتستنا انما يتكاثر أفرادها بالانشطار الثنائي أو التبوغ أو التبرعم

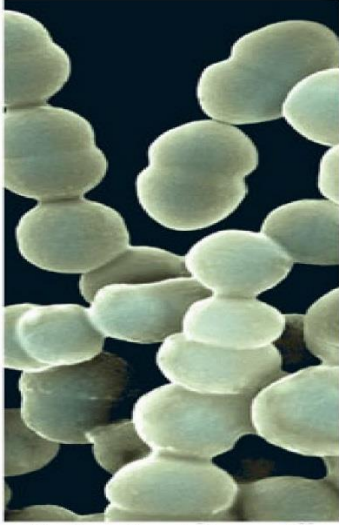
جدول (بعض الخصائص لأهم مجاميع الأحياء المجهرية)

الأحياء المجهرية	الحجم بالميكرو متر μm	خصائص هامة	اهميتها التطبيقية
١ - البكتريا Bacteria	٠.٢ - ١٠٠ القياسية يتراوح حجمها ٠.٥ - ١.٥	بروكاريوتا وحيدة الخلية . تركيب خلوي بسيط . تنمو في اوساط زرعية اصطناعية التكاثر لاجنسي بواسطة الانقسام البسيط .	بعضها يسبب امراض . لها دور في دورة المواد في الطبيعة التي تساهم في خصوبة التربة . تساهم في تصنيع مركبات مؤينة تساهم في تلف الاغذية وتصنيع الاغذية
٢- سايانوبكتريا cyanobacteria	٥ - ١٥	بروكاريوتا وحيدة الخلية . تركيبها الخلوي يشبه البكتريا . تنمو في اوساط زرعية اصطناعية . التكاثر بالانقسام البسيط او انتاج سبورات . تحتوي كلوروفيل وتقوم بعملية التركيب الضوئي .	مصدر غذاء للحيوانات المائية تساهم في تكوين وخصوبة التربة
٣ - الفايروس virus	٠.٠٥١ - ٠.٢	لاتنمو في الأوساط الزرعية الاصطناعية تنمو في السائل المحي طفيلي اجباري وتتكاثر داخل خلاياه الحية . لا يرى الفايروس الا تحت المجهز الالكتروني	يسبب امراض للأنسان وغيره من الحيوانات والنبات والأحياء المجهرية
٤ - الفطريات : الخمائر Yeasts	٥ - ١٠	يوكاريوتا وحيدة الخلية . تنمو باوساط زرعية اصطناعية تتكاثر لاجنسياً بانقسام الخلية او التبرعم كما تتكاثر جنسياً	تنتج الكحول وغيرها من المنتجات الصناعية تستخدم لغذاء بعضها يسبب امراض
الأعفان Molds	٢ - ١٠ x عدة ملمترات	يوكاريوتا متعددة الخلايا و ذات خصائص تنموية متميزة . تنمو بالاوساط الزرعية الاصطناعية تتكاثر لاجنسياً وجنسياً	تلف العديد من المواد . انتاج العديد من المركبات المفيدة مثل البنسلين . تسبب امراض للأنسان وغيره الحيوانات والنبات .
٥ - بروتوزوا protozoa	٢ - ٢٠٠	يوكاريوتا وحيدة الخلية . بعضها ينمو في اوساط زرعية اصطناعية والبعض الآخر متطفل بداخل الخلايا الحية التكاثر لاجنسي وجنسي	غذاء للحيوانات المائية بعضها يسبب امراض
٦ - الطحالب Algae	امايكرومتر الى عدة اقدم	يوكاريوتا . وحيدة الخلية و متعددة الخلايا . اغلبها يتواجد في المحيط المائي تحتوي كلوروفيل وتقوم بعملية التمثيل الكلورفيلي مصدر الاكثار في تحصيلات الاوساط الزرعية المختبرية . بعضها تنتج سموم .	انتاج الاغذية في المحيط المائي لها استخدامات للأغذية والصيدلانية

المحاضرة الثانية

الصفات الظاهرية (المورفولوجية) للبكتريا

وتشمل الحجم والشكل والتركيب وطريقة التجمع والحركة. وخلايا البكتريا قد تكون كروية أو عصوية أو حلزونية بعضها قد يتجمع على هيئة أزواج أو عناقيد أو سلاسل أو خيوط وحجمها صغير جداً ويتراوح قطرها من (0.5 - 1) مايكرومتر. (المايكرومتر = 10^{-6} من المتر). الخلية البكتيرية المثالية اما أن تكون كروية coccus أو عصوية مستقيمة Bacillus أو حلزونية .spirillum



Spherical (cocci)



Rod-shaped (bacilli)



Helical (spirilla)

وتتجمع الخلايا الكروية في عدة خواص تجميعية تبعاً لمستوى الانقسام الخلوي فقد تكون

أ) مكورات ثنائية Diplococci ب) مكورات مسبحية Streptococci

ج) مكورات رباعية Tetrads د) مكورات عنقودية Staphylococci

ه) مكورات ثمانية Sarcinae

والخلايا العصوية لا تتجمع مثل الكروية ولكن بعضها كما في الـ Bacillus تشكل سلسلة من الخلايا تسمى Streptobacilli. بعض الخلايا العصوية يترتب بشكل مشابه لعيدان الشخاط مثل بكتريا Corynebacterium diphtheriae وبعضها يكون على هيئة خيوط متفرعة مثل Streptomyces spp. هنالك أشكال اخرى للبكتريا مثل البكتريا الضمية Vibrio والبكتريا الحلزونية Spirilla أو أزواج من الخلايا أو خلايا عصوية ذات نهاية مرتفعة مثل Bacillus anthracis أو خلايا على شكل أقراص كما في Caryophanon.

فحص البكتريا: لفحص البكتريا هناك طريقتان:

1- طريقة القطرة المعلقة

2- طريقة الغشاء المصبوغ الثابت

مميزات القطرة المعلقة/ 1- تعطي تحديد أفضل لترتيب الخلايا وتباين أكثر وضوحاً 2- تحدد فيما اذا كانت البكتريا متحركة ام لا 3- لملاحظة التغيرات الخلوية ومشاهدة عملية تكوين السبورات 4- فحص الفجوات والمواد الدهنية.

مميزات الغشاء المصبوغ الثابت/ 1- تكون الخلايا أوضح بعد التصبغ 2- الاختلافات بين الخلايا يمكن أن تتوضح باستخدام صبغات تفرقية أو اختيارية.

وتتلخص الخطوات المهمة في تحضير الغشاء المصبوغ الثابت في الاتي:-

1- تحضير الغشاء 2- التثبيت 3- اضافة الصبغات

الصبغات المايكروبية وأنواعها/

أ- الصبغات القاعدية/ عند تأينها يحمل الجزء الصبغي منها شحنة موجبة، وهي تصبغ مكونات الخلية الحامضية مثل ازرق الميثيلين والكرستال البنفسجي وهذه مهمة لأن الخلية البكتيرية غنية بالأحماض النووية والتي تحمل شحنة سالبة لذلك تصبغ بشدة بالصبغات القاعدية.

ب- الصبغات الحامضية/ عند تأينها يحمل الجزء الصبغي منها شحنة سالبة وهي تصبغ مكونات الخلايا القاعدية مثل صبغة الفوكسين الحامضي.

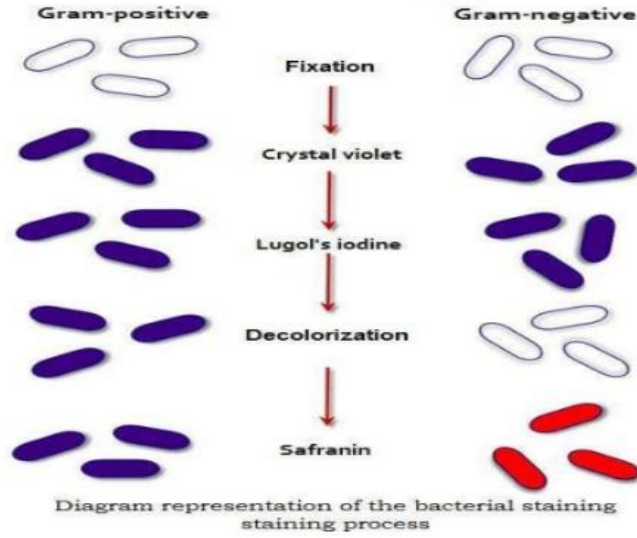
ج- الصبغات المتعادلة/ هي أملاح معقدة للصبغات الحامضية والقاعدية مثل صبغة الايوسين الميثيلين الازرق.

طرق تصبغ البكتريا

1- التصبغ البسيط Simple staining: ويتم بإضافة صبغة واحدة مثل الميثيلين الازرق وستبدو الخلايا مصبغة بنفس اللون.

2- صبغة كرام Gram staining: سميت نسبة للطبيب الدنماركي كريستيان كرام عام 1884م وفيها تستخدم 1- صبغة الكرستال البنفسجي 2- اليود 3- كحول الايثانول أو الاسيتون 4- السفرانين Safranin. حيث تظهر البكتريا الموجبة لصبغة كرام بلون ازرق او بنفسجي في حين تظهر البكتريا السالبة بلون احمر او وردي. وسبب الاختلاف في اللون يعود الى اختلاف وتكوين الجدار الخلوي البكتيري حيث ان جدار الخلية الموجبة لصبغة كرام (G^+) سمكها اكثر وتكون نسبة الدهن فيها اقل على العكس من الخلية السالبة لصبغة كرام. كذلك البكتريا (G^+) يحتوي جدارها الخلوي على نسبة عالية من مركب بيتيدوكلايكان peptidoglycan ولهذا المركب دور في حجز معقد الصبغة واليود كما في حالة البكتريا (G^+).

What happens in staining process!!!



الصبغات التفرقية الاخرى/

التطبيق

لتوضيح تركيب السبور في البكتريا والسبورات الحرة للتمييز بين البكتريا التي تتقبل الحامض مثل (*Mycobacterium spp.*) وبين البكتريا

التي لاتقبل الحامض .

لتوضيح الكبسولات المحيطة بغلية البكتريا لتوضيح وجود وترتيب الاسواط على الخلية البكتيرية تستخدم لتحديد التراكيب الداخلية في الخلية . كحبيبات النشا ، والكلايكوجين والفوسفات المتعددة غيرها. تطبق هذه العملية لصنع الركتسيا وبعض البروتوزوا وهي معاملة خلايا البكتريا بصبغة تحمل شحنة سالبة . حيث ان خلفية الحقل المجهرى تأخذ الصبغة وليست الخلايا البكتيرية نفسها لتصبح خلفية الحقل المجهرى معتمة في حين تكون كبسولة الخلية البكتيرية مضيئة. وتستخدم طريقة الصبغ هذه لملاحظة كبسولات البكتريا.

نوع التصبغ

تصبغ السبورات الداخلية الصبغ المقاوم للاحماض

صبغ الكبسولات

صبغ الاسواط

الصبغات السايטوبلازمية

صبغة الـ Giemsa

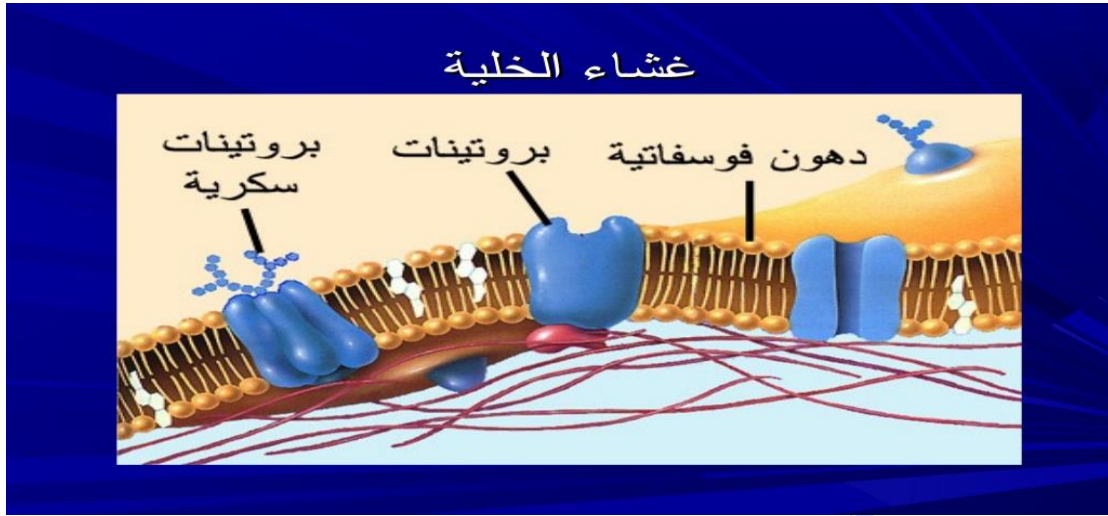
الصبغ السالب

تشریح البكتريا

التراكيب التي تقع خارج الجدار الخلوي.

1- جدار الخلية cell wall / وظيفته الحد من تمدد الخلية وانفجارها نتيجة دخول الماء اليها ويتركب من مادة تسمى ببتيدوكلايكان peptidoglycan (واحياناً تسمى الميورين Murein) وهي مادة غير قابلة للذوبان، مسامية موجودة في الخلايا بدائية النواة prokaryote وغير موجودة في الحقيقية النواة Eucaryote ومادة الببتيدوكلايكان تشكل 50% من الوزن الجاف لجدار الخلايا G^+ في حين تشكل 10% من الوزن الجاف لجدار الخلايا G^- . كذلك فإن الجدار الخلوي يحتوي على نسبة من الدهون بحدود 11-22% في G^- و 4% في G^+ . كذلك يحتوي

على سكريات متعددة وبعضها يحتوي على حامض التيكويك Teichoic acid الذي يرتبط مع ايونات المغنيسيوم ويعتقد ان هذا الحامض يعطي الخلية البكتيرية حماية من التأثيرات الحرارية.



2- الكبسولة /Capsule وهي عبارة عن مادة لزجة تشكل طبقة او غلافاً هلامياً حول الجدار الخلوي يحيط ببعض الخلايا البكتيرية ويتركب من مركبات مختلفة منها كاربوهيدرات معقدة مثل الدكسترانات Dextran او من خليط من السكريات والأحماض العضوية وظيفتها هي:-

1- تساعد البكتيريا على الالتصاق في السطوح الملساء 2- تمنع كريات الدم البيضاء من التهام البكتيريا المرضية اي انها تزيد من قابلية البكتيريا المرضية على احداث المرض 3- تعطي الحماية ضد الجفاف المؤقت 4- تعتبر حاجز او مانع لالتصاق لاقمات البكتيريا 5- تساعد على ثباتية الخلايا في المعلق بصورة متساوية

3- الأسواط /Flagella وهي تراكيب دقيقة جداً تشبه الشعيرات وتبرز من جدار الخلية الى الخارج وتكون مسؤولة عن حركة البكتيريا. يتركب السوط من ثلاث اجزاء هي:

1- جسم قاعدي basal body يلامس نهايته الساييتوبلازم من الداخل ويمتد حتى نهاية جدار الخلية. 2- الخطاق Hook 3- الخيط الحلزوني Filament وطوله عدة مرات بطول الخلية موقع الأسواط في الخلية: ويعتمد ذلك على نوع البكتيريا فقد يكون قطبياً (من طرف أو من طرفين) أو قد يكون جانبياً (على جوانب الخلية البكتيرية).

1- الخلية التي تمتلك سوطاً قطبياً تسمى Monotrichous مثل Pseudomonas aeruginosa.

2- الخلية التي تحتوي على خصلة من الأسواط في طرف واحد فتسمى Lophotrichous مثل Pseudomonas fluorescens.

3- الخلية التي تمتلك خصلة أو سوط واحد من كلا قطبي الخلية فيطلق عليها Amphitrichous مثل Aquaspirillum serpens.

4- الخلية التي تمتلك أسواطاً تحيط بجميع جوانبها تسمى Peritrichous مثل Salmonella typhi.

5- الخلية التي لا تحتوي على أسواط يطلق عليها Atrichous مثل جميع البكتيريا الكروية حيث أن الأسواط هي صفة غالباً ملازمة للبكتيريا العصوية في حين تفتقر البكتيريا الكروية للأسواط.

4- الأهداب Pili هي بروتينات شعيرية مجوفة وغير ملتوية تكون أدق وأقصر وأكثر عدداً من الأسواط البكتيرية، لا تستخدم في الحركة، وظائفها هي :-

1- تستخدم في نقل المادة الوراثية في عملية التزاوج بين خليتين.

2- تساعد البكتيريا المرضية على الالتصاق بالسطوح الداخلية للخلايا الطلائية المبطنة للجهاز الهضمي والتنفسي وتساعد على انتشار العدوى.

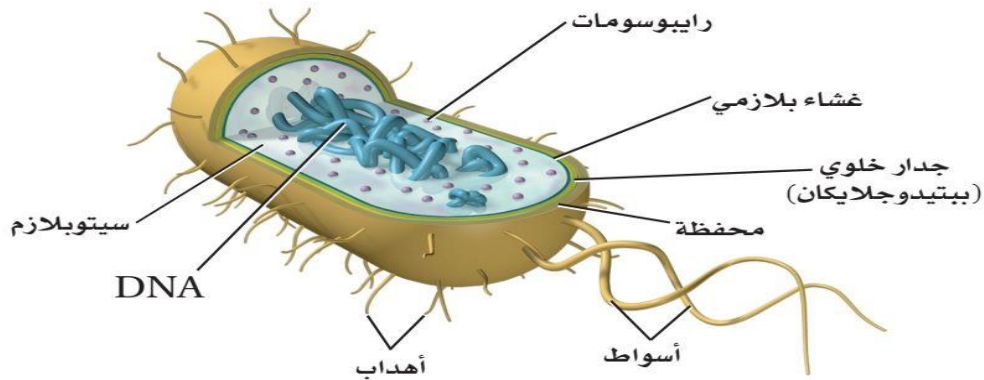
3- تستعمل الأهداب كمواقع اتصال لاقمات البكتيريا عند مهاجمة اللاقعات لمضائفها البكتيرية، حيث تلتصق اللاقعات على الأهداب ومن ثم تنقل موادها الوراثية الى داخل الخلية البكتيرية.

المحاضرة الثالثة

التركييب الداخلي يقصد بها التراكيب الموجودة داخل الجدار الخلوي وهي

الغشاء الساييتوبلازمي – البروتوبلاست – الساييتوبلازم – المادة النووية – حبيبات القوليوتين – سبورات البكتيريا – الحويصلات.

خلية بدائية التواة



1) الغشاء الساييتوبلازمي Cytoplasmic membrane

وهو حاجز منفذ انتقائي يقع مباشرة تحت الجدار الخلوي ويتركب من فوسفوليبيدات 20-30% وبروتين حوالي 60-70% وظيفته الأساسية هي تنظيم مرور الجزيئات بصورة انتقائية حيث يقوم بإمرار الجزيئات الغذائية الى الداخل ويسمح للفضلات بالخروج منها. ان أي تلف لهذا الغشاء بفعل العوامل الفيزيائية أو الكيميائية يؤدي الى موت خلية البكتيريا كما أنه يحتوي على

الأنزيمات المتعددة التي تشترك في تخليق بعض مكونات الجدار الخلوي كما يعد هذا الغشاء مصدراً لتوليد الطاقة (ATP) المستخدمة في أجهزة نقل المغذيات وفي حركة الأسواط.

(2) البروتوبلاست Protoplast

وهو الجزء المتكون من الغشاء الساييتوبلازمي وما يحتويه من مكونات خلية البكتريا الداخلية ويمكن الحصول عليه من معاملة خلية البكتريا G^+ بواسطة انزيم اللايسوزايم الذي يعمل على اذابة الجدار الخلوي فقط وما يتبقى من الخلية هو البروتوبلاست. كذلك يمكن الحصول عليه من تنمية البكتريا بوجود البنسلين الذي يمنع تكون الجدار الخلوي وفي كلتا الحالتين يجب وضع البروتوبلاست الناتج في محيط يكون فيه الضغط الازموزي متعادلاً مع ما هو موجود داخل الخلية.. ان عملية ازالة الجدار الخلوي لا يؤثر على حيوية خلية البكتريا فتقوم الخلية (البروتوبلاست) بوظائف التكاثر والوظائف الفسيولوجية الاخرى ولكن بحذر تام من ناحية الضغط الازموزي.

في حالة البكتريا G^- المعاملة بإنزيم اللايسوزايم والمضادات الحياتية تسمى سفيروبلاست Spheroplast وليس بروتوبلاست، وتمتلك السفيروبلاست غشاء خارجي لأن جدار الخلية السالبة لصبغة كرام لا يتأثر بالمعاملة فضلاً عن احتوائها على الغشاء الساييتوبلازمي الموجود في البروتوبلاست.

بعض أنواع البكتريا مثل المايكوبلازما Mycoplasma لا تمتلك جدار خلوي في طبيعتها وهي تحيط نفسها بغشاء ساييتوبلازمي يقوم بوظائف مشابهة للبروتوبلاست.

(3) الساييتوبلازم The Cytoplasm

يمكن تقسيم مواد الخلية التي يحيط بها الساييتوبلازم الى ثلاث مناطق:-

(أ) منطقة الساييتوبلازم وتكون غنية بالرايبوسومات Ribosomes التي يتم عندها التخليق الحياتي لبروتين الخلية ويشكل الحامض النووي الـ RNA 60% منها.

(ب) المنطقة الكروماتينية وتكون غنية بالـ DNA.

(ج) الجزء السائل المحتوي على المواد الذائبة. وعلى عكس خلايا النبات والحيوان فإن خلايا الأحياء المجهرية وبسبب عدم وجود الشبكة الاندوبلازمية فإن الرايبوسومات تكون منتشرة بصورة طليقة في الساييتوبلازم.

(4) المادة النووية Nuclear Material

ليس للبكتريا نواة حقيقية ولكنها تحتوي على أجسام نووية أو نواة بدائية تتكون أساساً من الـ DNA وليس لها غشاء نووي ويطلق عليها النوية Nucleoid أو الجسم الكروماتيني أو الكروموسوم البكتيري.

(5) حبيبات الفوليتين Volutin granules

حببيبات مخزنة في الساييتوبلازم وتعد مخازن للفوسفات كما في بكتريا *Corynebacterium* وكذلك جسيمات *poly hydroxy butyrate (PHB)* وتعد مخزناً للكربون والطاقة كما في البكتريا الهوائية. وكذلك حببيبات السكريات المتعددة والكلايكوجين وكذلك الفجوات الهوائية لمقاومة الضغط الناتج من اعماق المياه ولمنع تمزق الخلايا.

6) سبورات البكتريا *Bacterial spores*

السبورات عبارة عن خلايا ساكنة ذات جدران سميكة يمكنها النمو والإنبات الى خلايا خضرية عند توفر الظروف المناسبة وعادة يتكون سبور واحد في كل خلية. وتقسم السبورات الى مجموعتين وهي السبورات الداخلية والسبورات الخارجية.

أ) السبورات الداخلية *Endospores*

وتتكون داخل الخلية ويختلف شكلها وموقعها حسب نوع البكتريا فقد تكون في

1- مركز الخلية كما في *Bacillus cereus* (سبور مركزي)

2- طرف الخلية كما في *Clostridium tetani* (سبور طرفي)

3- قريب من الطرف كما في *Clostridium subterminale* (سبور قريب من الطرف)

وتتكون السبورات الداخلية عندما تكون الخلايا في نهاية طور النمو النشط. والعوامل المحفزة لنمو السبورات هي التقدم في السن والمعاملة الحرارية. والسبورات الداخلية تكون ذات مقاومة شديدة للجفاف والصبغات والمواد المطهرة والإشعاع اضافة للحرارة. وعموماً تختلف السبورات تقاوم حرارة 80 م° لمدة 10 دقائق وان أهم العوامل المساعدة للسبورات في مقاومة الحرارة هو قلة الرطوبة في تركيب السبور واحتواء جميع السبورات الداخلية على كمية كبيرة من حامض ثنائي بيكولينيك (*Dipicolinic (DPA)* والسبورات قادرة على الانبات بعد بقائها ساكنة لعدة سنين وتتضمن عملية الانبات مرحلتين: 1- انتهاء السكون 2- النمو

ب) السبورات الخارجية *Exospores*

وتتكون خارجياً (أي خارج الخلايا الخضرية) كما في التبرعم الحاصل في نهاية أحد أطراف الخلايا وتكون مقاومة للجفاف والحرارة ومقاومتها تكون أقل من السبورات الداخلية لعدم احتوائها على حامض (*DPA*) كما في البكتريا المؤكسدة لغاز الميثان من جنس *Methylosinus*.

7) الحويصلات *Cysts*

تراكيب ذات جدران سميكة تستخدم للسكون والسبات الحيوي وهي مقاومة للظروف الصعبة وتتشابه مع السبورات في بعض الأوجه إلا انها لا تمتلك المقاومة العالية للحرارة وتختلف في تركيبها الكيميائي عن السبورات الداخلية. مثالها الحويصلة الناتجة من جنس *Azotobacter*.

تتمية البكتريا

يمكن تنمية البكتريا على أوساط غذائية في المختبر وأن تنميتها تتأثر بالظروف الفيزيائية المحيطة كدرجة الحرارة والـ pH وتركيز الغازات.

العوامل اللازمة لتنمية البكتريا

أ) الاحتياجات الغذائية

1- مصدر الكربون- بعض الأحياء تستخدم CO_2 كمصدر وحيد للكربون وتسمى ذاتية التغذية Autotrophs وقسم يستخدم الكربون العضوي كمصدر أساسي للكربون وتسمى غير ذاتية التغذية Heterotrophs ولا تستطيع ان تستخدم CO_2 كمصدر وحيد للكربون.

2- مصدر الطاقة- قسم يستفاد من الضوء كمصدر للطاقة فتسمى ضوئية التغذية Phototrophs وقسم يعتمد على المركبات الكيميائية فتسمى Chemotrophs.

3- مصدر النتروجين- بعض البكتريا تستخدم النتروجين الجوي والبعض الاخر يستخدم مركبات النتروجين غير العضوية مثل NO_2 و NO_3 وأملاح الأمونيوم (NH_4^+) وقسم يستخدم النتروجين من مصادر عضوية كالأحماض الامينية او نواتج التحلل المائي للبروتين. ان زيادة نسبة N:C تكون مناسبة لنمو الفطريات وانخفاضها مناسب لعملية تكوين السبورات وهكذا فإن اهمية النسبة تبدو متباينة.

4- عنصر S و P - تحتاج البكتريا للكبريت لتصنيع الأحماض الأمينية التي يدخل في تركيبها الكبريت مثل Cystein و Cystine و Methionin وبعض البكتريا تحصل على هذا العنصر من مصادر عضوية والآخر يحصل عليه من مصادر لاعضوية والبعض يمكن ان يستخدم الكبريت المعدني. أما عنصر P فانه يجهز بصورة فوسفات وهو مهم لتخليق الأحماض النووية والنيوكليوتيدات والفوسفوليبيدات.

5- العناصر المعدنية- مثل Fe^{+2} ، Mg^{+2} ، Ca^{+2} ، K^+ بتركيز متوسطة و Zn^{+2} ، Cu^{+2} ، Mn^{+2} ، Mo^{+6} ، Ni^{+2} ، B^+ ، Co^{+2} بتركيز واطئة.

6- الماء- ضروري لإذابة الغذاء وتهيئة وسط مناسب لمختلف الفعاليات الحيوية ومقاومة التغيرات المفاجئة في درجات حرارة المحيط البيئي في الخلايا ومهم في جميع تفاعلات التحلل التي تقوم بها الخلية.

7- الفيتامينات- تحتاج لها الخلية كمراقات انزيمية Coenzyme أو كوحدات بناء للإنزيمات نفسها، بعض البكتريا بإمكانها تخليق الفيتامينات وقسم منها لا يستطيع تخليقها لذا يجب اضافتها للأوساط الغذائية.

ب) الاحتياجات الفيزيائية للنمو

1- درجة الحرارة- وهي مهمة لأنها تتحكم بمعدل التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل الخلية وتقسّم البكتيريا حسب درجة الحرارة الى ثلاث أقسام هي:-

أ- البكتيريا المحبة للبرودة Psychrophiles

لها القابلية على النمو في درجة حرارة صفر درجة مئوية أو أقل ويمكنها النمو بشكل أفضل بدرجة حرارة أعلى، حرارة نموها المثالية 15 م° والعظمى لنموها هي 20 م°.

ب- البكتيريا المحبة للحرارة المتوسطة Mesophiles

تنمو بمدى يتراوح بين (25-40) م° وتضم العديد من الانواع والأجناس أكثر من المجموعتين الأخرى وإن غالبية البكتيريا المرضية للإنسان والحيوان تقع ضمن هذه المجموعة حيث تنمو جيداً بدرجة حرارة الجسم 37 م°.

ج- البكتيريا المحبة للحرارة العالية Thermophiles

حرارة نموها المثالية 45 م° ومداهما الحراري 40-65 م°.

2- الـ pH - أمثل pH للنمو هو المتعادل 6.5-7.5 والمدى هو من 5-9 وقسم قليل من البكتيريا يمكنه النمو في الـ pH الحامضي المنخفض أو القاعدي المرتفع.

3- الغازات- يعد O₂ و CO₂ من الغازات المهمة التي لها تأثير كبير في نمو البكتيريا وتقسّم البكتيريا حسب استجابتها لغاز O₂ الى أربعة مجاميع هي:

أ- البكتيريا الهوائية Aerobic Bacteria وهي البكتيريا التي تحتاج الى O₂ في نموها.

ب- البكتيريا اللاهوائية Anaerobic Bacteria وهي البكتيريا التي لا تستطيع النمو بوجود O₂ ويعيد O₂ ساماً لها.

ج- البكتيريا اللاهوائية الاختيارية Facultative anaerobic Bacteria تنمو بوجود أو عدم وجود O₂.

د- البكتيريا المحبة للقليل من الأوكسجين Micro aerobic Bacteria تحتاج للقليل من O₂ ولا تستطيع أن تتحمل المستوى الطبيعي للأوكسجين في الهواء.

ج) الأوساط الغذائية للبكتيريا Bacterial Media

وهي البيئات الحاوية على العناصر الغذائية الضرورية للنمو والتكاثر فإذا كانت هذه الأوساط معروفة التركيب سميت بالأوساط التركيبية Synthetic media وإذا كانت غير معروفة التركيب سميت بالأوساط المعقدة Complex media والأوساط الغذائية إما أن تكون سائلة أو صلبة بإضافة الاكار بنسبة 1.5-2% ، وتبعاً للغرض الذي تستخدم لأجله الأوساط الغذائية تقسم الى الأنواع التالية:-

1- الأوساط الانتقائية (الانتخابية) Selective media هي الأوساط التي تشجع على نمو وسيادة نوع معين من البكتيريا دون غيره مثل الوسط المستخدم في تنمية البكتيريا المحللة للسليولوز.

2- الأوساط التفرقية Differential media تستخدم للتفريق بين الأنواع المختلفة من البكتيريا لاحتوائها على مركبات معينة مثل وسط أكار الدم Blood agar لتمييز البكتيريا المحللة للدم دون غيرها لقدرتها على تكوين مناطق شفافة حول مستعمراتها لتحليلها الدم.

3- أوساط لعد البكتيريا Enumeration media أوساط تستخدم لعد جميع أنواع البكتيريا مثل Nutrient Agar.

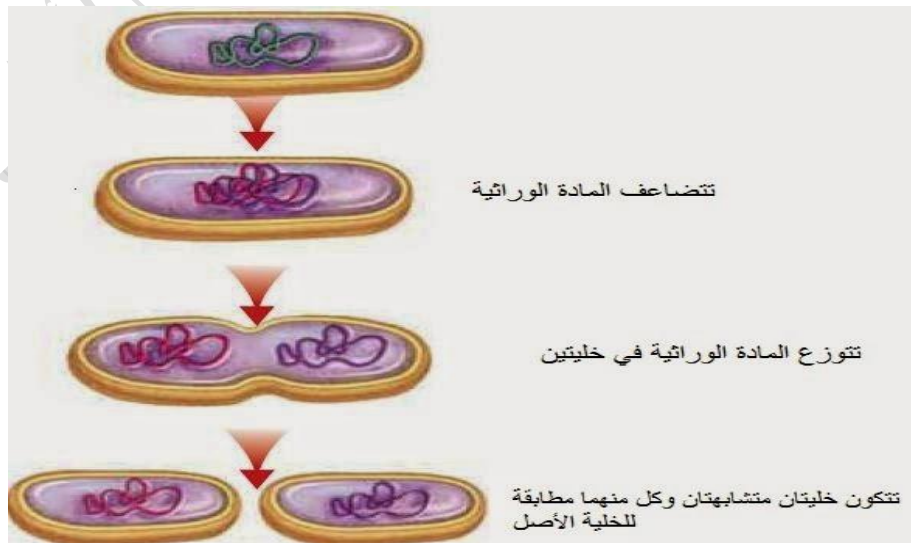
4- أوساط لتشخيص البكتيريا Characterization media أوساط تستخدم للكشف عن خواص معينة في البكتيريا كأن تستخدم لتحديد نوع النمو الناتج كأن يكون غازاً أو تغيير لون البيئة.

5- أوساط الإدامة أو الحفظ Maintenance media تستخدم لإدامة وتنشيط حيوية البكتيريا المخزنة مثل Nutrient Agar.

6- الأوساط المدعمة Enriched media أوساط سائلة عادة يضاف لها مركب معين لتنشيط نوع معين من الأحياء المجهرية وتثبيط بقية الأنواع مثل إضافة البترول (الهيدروكربون) كمصدر وحيد للكربون الى الوسط السائل لتنشيط البكتيريا القادرة على تحلل مادة البترول وتثبيط بقية أنواع البكتيريا.

المحاضرة الرابعة

نمو وتكاثر البكتيريا يشير النمو Growth الى الزيادة في عدد الخلايا الكلي وليس الزيادة في حجم الخلية أو كتلتها، وتكاثر البكتيريا بواسطة الانشطار الثنائي (Binary fission) والذي فيه تنقسم الخلية المفردة الى خليتين متماثلتين والانشطار الثنائي هو طريقة تكاثر لاجنسي وتعد من اكثر طرق التكاثر شيوعاً.



من طرق التكاثر الأخرى هو التبرعم Budding حيث يخرج برعم صغير من أحد أطراف الخلية الأم ثم يبدأ هذا البرعم الصغير بزيادة حجمه حتى يصبح مماثلاً للخلية الأم ثم ينفصل عنها كما في بكتريا Hyphomicrobium vulgare

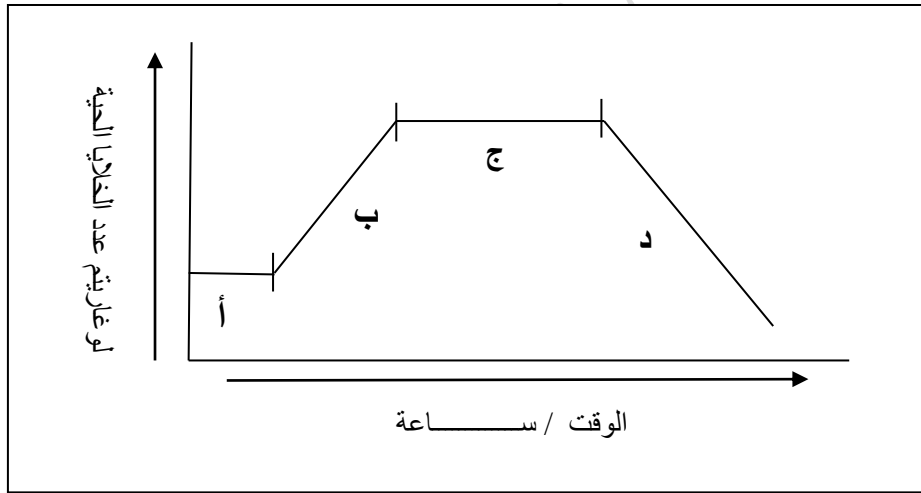
أو يمكن أن تتكاثر البكتريا بواسطة تكوين الكونيديات أو يمكن أن تتكاثر بعض أنواع البكتريا الخيطية بتجزئة الخيط Fragmentation أو في حالات نادرة تكاثر جنسي.

رسم ص 77 (الشكل 20) مراحل الانشطار الثنائي في نمو خلية البكتريا

يزداد عدد البكتريا المتكاثرة بطريقة الانشطار الثنائي تبعاً لنظام اسي كما ان الفترة اللازمة لزيادة عدد البكتريا الى الضعف تسمى وقت الجيل Generation Time (G.T)

منحنى النمو الطبيعي Normal growth curve

إذا لقحت خلية بكتيرية واحدة في وسط غذائي وحضنت بدرجة حرارة مناسبة فإن الخلية البكتيرية تبدي خواص منحنى النمو والذي يتألف من أربعة أطوار.



منحنى النمو المثالي للبكتريا

أ- الطور التمهيدي ب- الطور اللوغاريتمي ج- طور الثبات د- طور الهلاك



1- طور الركود Lag phase:

في هذا الطور لا تزداد أعداد البكتيريا بل يبقى ثابتاً مؤقتاً وهنا الخلايا ليس في دور سبات بل تنتهي للنمو وتخليق الأحماض النووية وتصنيع الانزيمات ومرافقاتها والتي تستخدمها الخلية في عملية الانقسام.

2- طور النمو اللوغاريتمي Exponential or Logarithmic phase:

سمي بهذا الاسم لأن عدد الخلايا يزداد زيادة اسية وبمعدل عال تحت الظروف المثالية من درجة الحرارة وتوفر المواد الغذائية وهنا تكون جميع الخلايا في هذا الطور متماثلة من حيث التركيب الكيميائي والفعالية الحيوية.

3- طور النمو الثابت Stationary phase:

يتباطأ معدل تكاثر الخلايا في هذا الطور على الرغم من ان خط النمو يبقى مستقيماً إلا انه ليس هناك زيادة في معدل النمو وذلك بسبب :-

أ- قرب نفاذ أو استهلاك المواد الغذائية في الوسط

ب- احتمالية انتاج مواد اىضية سامة نتيجة النمو

ج- توقف عملية الانقسام كمحصلة لما سبق

د- تساوي معدل النمو مع معدل الموت

4- طور الموت Death phase:

بسبب نفاذ العناصر الغذائية الأساسية من الوسط تماماً وتراكم النواتج السامة المثبطة للنمو بشكل كبير يتناقص عدد الخلايا الحية في هذا الطور بمعدل اسي أو لوغاريتمي.

في نهاية هذا الطور يلاحظ ان معدل الموت للخ

لا يقل بسبب قلة أعداد الخلايا الحية المتبقية بحيث تكفي المواد الغذائية المتبقية لاستمرار نمو الخلايا كما تصبح خلايا البكتيريا الميتة في الوسط مصدراً غذائياً جديداً للخلايا الحية.

ويستفاد من دراسة اطوار نمو المايكروبات في التحكم في عملية حفظ الأغذية وذلك بمحاولة ابقاء الأحياء المجهرية في طور الركود Lag phase لأطول فترة ممكنة وذلك باستخدام الحفظ بالتبريد.

المحاضرة الخامسة

عوائل البكتريا

أ- رتبة البكتريا الحقيقية Eubacterial

وتضم عدة عوائل

A- العوائل التي تضم البكتريا العصوية G^- غير المكونة للسبورات متحركة على وجه العموم وهي:-

1- عائلة Azotobacteriaceae مثل Azotobacter

2- عائلة Rhizobiaceae مثل Rhizobium

3- عائلة Enterobacteriaceae مثل Escherichia coli و Enterobacter

4- عائلة Achromobacteriaceae مثل Alcaligenes

5- عائلة Brucellaceae مثل Brucella

B- العوائل التي تضم البكتريا العصوية G^+ غير المكونة للسبورات وعموماً غير متحركة

1- عائلة Brevibacteriaceae مثل Brevibacterium

2- عائلة Lactobacillaceae مثل Lactobacillus

3- عائلة Propionibacteriaceae مثل Propionibacterium

4- عائلة Corynebacteriaceae مثل Corynebacterium

C- العوائل التي تضم البكتريا العصوية G^+ المكونة للسبورات ومتحركة عموماً

1- عائلة Bacillaceae مثل Bacillus و Clostridium

D- العوائل التي تضم البكتريا الكروية G^+ غير مكونة للسبورات وغير متحركة

1- عائلة Micrococcaceae مثل Micrococcus

2- عائلة Streptococaceae مثل Streptococcus

E- العوائل التي تضم البكتريا الكروية G^- غير المكونة للسبورات وغير متحركة

1- عائلة Neisseriaceae مثل Neisseria

ب- رتبة البكتريا الخيطية Actinomycetales

وتتميز باحتوائها على خيوط متفرعة لا تكون سبورات كالبكتريا الحقيقية ولكن قد تنتج سبورات مشابهة للسبورات التي تنتجها الأعفان وتسمى الكونيديا، هذا وان النمو الخيطي المتفرع (المايسليوم) والكونيديات (سبورات خاصة) جعل من هذه البكتريا ان تكون ذات علاقة بالأعفان لذلك تسمى بالبكتريا المشابهة للأعفان (البكتريا الخيطية) وهي تشابه البكتريا كونها G^+ ، غير مكونة للسبورات وأهم عوائلها هي:-

1- عائلة Mycobacteriaceae مثل Mycobacterium

2- عائلة Actinomycetaceae مثل Actinomyces

3- عائلة Streptomycetaceae مثل Streptomyces

4- عائلة Actinoplanaceae وتضم بكتريا خيطية مائية تختلف في طريقة تكوينها للسبورات فضلاً عن طبيعة السبور حيث تكون علبة السبورات (سبورانجيا Sporangia) وتحرر سبورات (سبورانجيا سبور Sporangiospores)

ج- رتبة Pseudomonadales

شكلها قد يكون عصوي أو حلزوني أو ضمي أو بيضوي، أغلبها G^+ ، متحركة، اسواطها قطبية، غير منتجة للسبورات، بعضها طفيلي وبعضها مرضي وأهم عوائلها هي:-

1- عائلة Nitrobacteriaceae مثل Nitrobacter

2- عائلة Thiobacteriaceae مثل Thiobacillus

3- عائلة Pseudomonadaceae مثل Pseudomonas

البكتريا البدائية Archaeobacteria

وتعد هذه المجموعة مهمة من ناحية التطور والنشوء وتختلف من البكتريا الحقيقية في عدد من الصفات مثل البنية الوراثية وتركيب جدار الخلية وأهم عوائلها هي:-

1- عائلة Methanobacteriaceae مثل Methanobacterium

2- عائلة Halobacteriaceae مثل Halococcus

الفطريات Fungi

كائنات ذات نواة حقيقية ولا تحوي على الكلوروفيل ويتألف جدار الخلية من الكايتين بدلاً من السليلوز، وتشمل الخمائر والأعفان. تتكون الخمائر من خلية واحدة أما الأعفان فتتكون من عدة خلايا على هيئة خيوط تسمى هايفات.

وعلى أساس السبورات الجنسية تقسم الى مجاميع تصنيفية حيث تقسم الفطريات الحقيقية الى أربعة صفوف

1- الفطريات المائية Phycomycetes

وتكون هايفاتها غير مقسمة بجدر عرضية وتتكاثر جنسياً بواسطة السبورات الزيجية Zygosporangium والسبورات البيضية Oospores ويتبع هذا الصنف أعفان Rhizopus و Mucor

2- الفطريات الكيسية Ascomycetes

تكون هايفاتها مقسمة وتتكاثر جنسياً بواسطة السبورات الكيسية Ascospores وهي تتكون داخل كيس بيضوي الشكل يسمى Ascus مثل خميرة Saccharomyces cerevisiae

3- الفطريات البازيدية Basidiomycetes

هايفاتها مقسمة وتتكاثر جنسياً بالسبورات البازيدية Basidiospores والتي تتكون في داخل تركيب على شكل هراوة يسمى البازيده Basidium ، من الأنواع التابعة لهذا الصنف هو العرھون Mushroom

4- الفطريات الناقصة Deuteromycetes

طريقة التكاثر الجنسي في هذه الأعفان غير واضحة

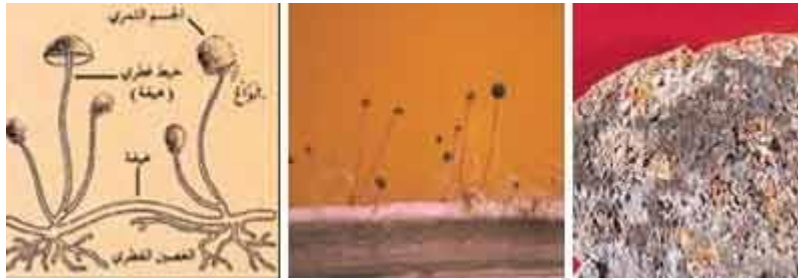
الأعفان Moulds

يتكون جسم العفن من المايسليوم mycelium وهو عبارة عن تكتل خيوط رفيعة تسمى الهيافات hyphae وتحتوي الأعفان على احد اشكال الهيافات الثلاثة الاتية

1- هيافات غير مقسمة 2- هيافات مقسمة احادية النواة 3- هيافات مقسمة متعددة النواة

ومن الناحية الوظيفية هناك نوعين من الهيافات

1- الهيافات الخضرية 2- الهيافات التكاثرية (الهوائية)



وتحتوي الأعفان على التراكيب التالية

1- المداد Stolon:- عبارة عن الهيافات التي تربط العقد والتي فيها تظهر الهيافات الاخرى واشباه الجذور.

2- اشباه الجذور Rhizoids:- وهي خيوط تشبه الجذور تمتص المواد الغذائية وتخرج من العقد وتلامس الوسط الغذائي كما في عفن Rhizopus stolonifer وهناك نوع خاص من اشباه الجذور تسمى بالهوستوريوم Haustorium في الأعفان الطفيلية تخترق الخلايا المضيفة للحصول على الغذاء.

3- الخلايا القاعدية (القدمية) Foot cells

عبارة عن خلايا مستطيلة ذات جدار ثخين تكون موجودة في أو على الوسط الغذائي والتي تخرج منها حاملات الكونيديا Conidiophore.

4- السبورات الكلاميدية Chlamydo spores (الخلايا السابتة)

تتكون في بعض أنواع الأعفان وتظهر كمقاطع من الهيافات مستطيلة وذات جدار سميك ووظيفتها كخلايا للتكاثر الجنسي وتقاوم الظروف البيئية غير الملائمة.

5- الكتل الصلبة Sclerotia:- كتلة من الهيافات مرزومة بقوة ومغطاة بجدار ثخين وتساعد العفن على العيش خلال الظروف غير الملائمة للنمو.

التكاثر Reproduction

تتكاثر الأعفان جنسياً أو لا جنسياً أو بالاثنتين معاً

1- التكاثر اللاجنسي:- تنتج الأعفان عدة أنواع من السبورات اللاجنسية مثل الكونيديا والسبورات الحافظة والسبورات المفصلية والايديا Oidia.

2- التكاثر الجنسي:- ويتم بتكوين السبورات الجنسية وحسب الأنواع. فقد يتم بواسطة الزايكوسبور (سبورات زيجية) كما في الفطريات المائية أو السبورات الكيسية (ascospores) كما في الفطريات الكيسية.

الأوساط الغذائية

هنالك ثلاثة أنواع من الأوساط الغذائية

1- الأوساط الغذائية الطبيعية مثل مستخلصات الفواكه والخضر ومن الأوساط الشائعة المحضرة وسط Malt Extract Agar أو وسط Potato Dextrose Agar.

2- الأوساط الغذائية التي تحضر من الببتون مثل وسط سابورود Sabouraud Medium

3- الأوساط الغذائية التركيبية مثل وسط زابك دوكس Czapek-Dox Medium

فسلجة وتغذية الأعفان

تستطيع الأعفان النمو في تراكيز سكرية لا تستطيع البكتريا تحملها لأن الأعفان أقل حساسية للضغط الازموزي العالي من البكتريا، كذلك تفضل الـ pH الحامضي ويمكن أن تتحمل pH من (2- 9) والـ pH المثالي هو 5.6 وتفضل الأعفان الرطوبة ولكن يمكن أن تعيش في بيئات جافة والأعفان هوائية ودرجة الحرارة المثالية لها 22-30 م°، قسم ينمو بدرجة الصفر المئوي وقسم يتحمل حرارة عالية وخصوصاً الأعفان التي تنتج الكتل الصلبة Sclerotia والتي تعد مقاومة جداً للحرارة وتحتاج الى الكلوكوز والنتروجين وعناصر معدنية وبعض الفيتامينات للنمو وللأعفان قابلية تمثيل واستخدام انواع مختلفة من المواد الغذائية.

بعض أجناس الأعفان

1- Mucor موجود بكثرة في التربة والسماد العضوي والفواكه والخضر ويسبب فساد بعض الأغذية، بعضها يستخدم في صناعة الأجبان، من أنواعه Mucor rouxii و Mucor racemosus المايسليوم غير مقسم وذو لون رمادي وهو لا يكون Rhizoids ولا Stolon.

2- Rhizopus عفن الخبز الشائع وأنواعه تسبب فساد الأغذية ومثاله Rhizopus stolonifer هايفاته غير مقسمة وذو مظهر قطني ويكون Rhizoids و Stolon .

3- Aspergillus من الفطريات الناقصة، واسع الانتشار ويوجد على الفواكه والخضر وبعضه يسبب فساد الاغذية مثل Aspergillus niger ويستخدم في انتاج حامض الستريك والكلوكونيك

Aspergillus flavus ينتج سموم فطرية والميسليوم مقسم ومتفرع وألوانه الشائعة هي الأسود والبني والأخضر وله قابلية النمو في تراكيز عالية من السكر والملح.

4- Penicillium معظم انواعه تتبع الفطريات الناقصة وبعض انواعه يتكاثر جنسياً بتكوين السبورات الكيسية، واسع الانتشار في الطبيعة وبعض أنواعه يسبب تعفن وفساد الفواكه والخضر والحبوب والحشائش بعض أنواعه يستخدم في انضاج الأجبان مثل جبن الروكفورت والكاممبرت كذلك بعض أنواعه مثل Penicillium chrysogenum ينتج البنسلين وهذا الجنس يشابه الى حد ما جنس Aspergillus.

5- Trichoderma من الفطريات الناقصة ومن أنواعه Trichoderma viride وهو من أعفان التربة ويقوم بدور مهم في عملية النشطرة (تكوين الأمونيا) في التربة وكذلك تحلل السليلوز ويكون لون المزرعة في اطباق بتري أخضر بسبب الكونيديات المتكونة.

6- Alternaria من الفطريات الناقصة ذات لون زيتوني أو بني وذات مظهر صوفي مثاله Alternaria tenuis يوجد في التربة وعلى الأوراق والبذور والقش وقسم يسبب فساد الأغذية وهذا الجنس يسبب اثاره الحساسية للإنسان.

7- Fusarium يتبع الفطريات الناقصة، واسع الانتشار في الطبيعة وغالباً ما يسبب تلوث الأوساط الغذائية بالمختبر لأن سبوراته تنتشر في التيارات الهوائية ويوجد في التربة والمواد النباتية المتعفنة والأغذية مثل Fusarium moniliformis ينتج حامض الجبريليك والذي يعد منشطاً لنمو النباتات.

الخمائر Yeasts

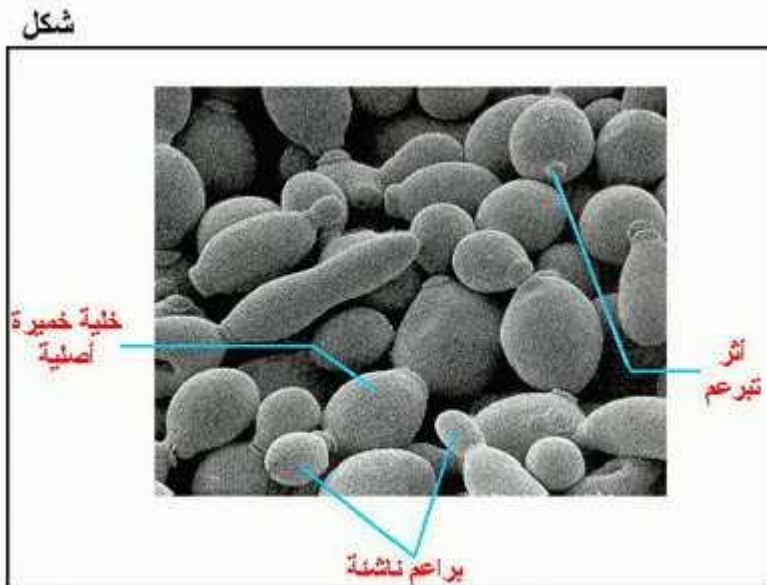
تستخدم الخمائر في تخمير عصير الفواكه والخبز والكثير من الصناعات التخميرية وبعضها يسبب أمراض للنبات والحيوان وبعضها يسبب فساد الأغذية. معظم الخمائر عضوية التغذية ورمية وهي على هيئة كائنات وحيدة الخلية ذات أشكال مختلفة منها الكروي والبيضوي والاسطواني والمستطيل والخيطي، وتتكاثر الخمائر خضرياً بالتبرعم أو بالإنتشار وجنسياً بإنتاج السبورات الكيسية.

أنواع الخمائر/ كان يعتمد في تصنيف الخمائر على الصفات الظاهرية (المورفولوجية) والتي قد تختلف أحياناً في النوع الواحد عند تنميتها في ظروف بيئية مختلفة مما يؤدي الى الالتباس. التصنيف الأكثر دقة يعتمد على خصوصية عملية التكاثر الجنسي وكذلك على قابلية الخمائر على استخدام الكربوهيدرات وتخميرها.

الخمائر الحقيقية تكون السبورات الجنسية (الكيسية) مثل عائلة Saccharomycetaceae. أما الخمائر غير الحقيقية التي لا تكون السبورات الجنسية وتتكاثر خضرياً مثل Sporobolomycetaceae – Rhodotorulaceae - Cryptococcaceae

المظهر الخارجي للخمائر

الخميرة أكبر حجماً من البكتيريا ويتراوح عرضها من (1-5) مايكرومتر وطولها من (5-30) مايكرومتر، الشكل الشائع لها هو البيضوي وبعضها مستطيل وقسم كروي، وحتى في المزارع النقية هناك اختلافات في الحجم والشكل اعتماداً على العمر والظروف البيئية، والخمائر خالية من الأسواط أو أية أعضاء للحركة.



فطر الخميرة (Yeast)

الفحص المجهرى

جميع الخمائر G^+ ولرؤية محتويات الخلية بصورة تفصيلية وخصوصاً نواة الخلية يفضل استخدام طريقة فيولجين Feulgen وتستخدم صبغة Sudan III لرؤية كرات الدهن المخزونة حيث تظهر بلون وردي أو أحمر فاتح أما السليلوز فيظهر بلون أزرق عند صبغ الخلية بكلوريد الخارصين واليود في حين نجد انه بواسطة يوديد البوتاسيوم تظهر حبيبات النشا باللون الأزرق والكلايكوجين بلون أحمر بني.

تراكيب خلية الخميرة/ تتكون خلية الخميرة من الأجزاء التالية:-

- 1) الكبسولات Capsules / معظم كبسولات الخمائر تتكون من السكريات المتعددة
- 2) جدار الخلية Cell Wall / غلاف خارجي يتكون بصورة رئيسية من نوعين من السكريات المتعددة وهي كلوكان glucan (30-35%) ومانان Mannan (30%) ويحتوي على 6-8% بروتين منها انزيمات مثل انزيم الانفرتيز يوجد في جدار الخلية، ودهن 8.5-13.5% وكايتين وتختلف نسبته حسب جنس الخميرة، ولا يوجد الكايتين في خميرة Schizosaccharomyces spp.
- 3) الغشاء الساييتوبلازمي/ وهو حاجز منفذ انتقائي يتكون من طبقتين كثيفتين من الدهن والبروتين مع الحامض النووي DNA وهو عبارة عن تركيب دهني بروتيني lipoprotein حيث أن الطبقة الداخلية تتكون من الدهن والخارجية من البروتين.
- 4) المحتويات البروتوبلازمية/ الساييتوبلازم ويحتوي على الرايبوسومات وهي مركز تصنيع البروتينات
- 5) النواة/ وتسيطر على عمليات الايض والتكاثر في الخلية.
- 6) المايكوتونديا/ بيوت الطاقة بالنسبة للخلية لأنها تحتوي على الأنزيمات التنفسية.
- 7) الفجوات/ تستخدم لخرن المواد الغذائية ومواد اخرى.
- 8) محتويات متنوعة/ مثل الفوليوتين والصبغات مثل صبغة الكاروتين ذات العلاقة بفيتامين A.

تكاثر الخمائر

الخمائر الحقيقية التابعة لعائلة Saccharomycetaceae تتكاثر جنسياً بتكوين السبورات الجنسية وخضرياً (لا جنسياً) بالتبرعم أو الانشطار.

1- التبرعم Budding

طريقة تكاثر لا جنسي أكثر شيوعاً، وتتم عملية التبرعم بإرسال انبوب من فجوة النواة في الخلية الام باتجاه نقطة قريبة من فجوة البرعم ويتكون نتوء صغير على السطح الخارجي للخلية ثم يمر الانبوب من خلال جدار الخلية الى هذا النتوء الذي يكبر ويمتلئ بالمادة النووية والساييتوبلازمية من الخلية الام وعندما يكبر البرعم ويصبح تقريباً بحجم الخلية الام يعاد ترتيب الجهاز النووي في كلتا الخليتين، وتتفصل الخلية الام عن الخلية الجديدة ويتكون برعم جديد. ولا يتكون جدار عرضي بين الخلية الام والخلية الجديدة في حالة التبرعم الحقيقي ولكن يتكون هذا الجدار في بعض الحالات التي تبدأ فيها عملية التكاثر بالتبرعم وتنتهي بالانشطار. خلال فترة حياة خلية الخميرة الكاملة نجد انها قد تنتج في المتوسط 24 جيلاً من الخلايا الجديدة بواسطة عملية التبرعم ويكون تعاقب تكون البراعم دائماً في أماكن مختلفة من سطح الخلية.

2- تكوين السبورات Sporulation

جميع الخمائر الحقيقية تنتج السبورات الكيسية وهي عملية تكاثر جنسية لذلك تصنف الخمائر الحقيقية ضمن الفطريات الكيسية، وتنتج بعض الأجناس التابعة للعائلة Saccharomycetaceae السبورات الكيسية بسهولة مهما كانت الظروف البيئية.

يحتوي الكيس على 1-4 سبورات أو 8 أو أكثر وتتكون السبورات نتيجة لانقسامات متكررة للنواة وكل نواة تتكون نتيجة لهذه الانقسامات تحاط بالمادة الساييتوبلازمية ثم بجدار الخلية.

3- الانشطار Fission

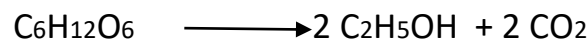
طريقة الانشطار الثنائي هي احد طرق التكاثر الخضري أو اللاجنسية وتشابه تلك التي تحدث في البكتريا، حيث تنتفخ أو تستطيل خلية الخميرة وتنقسم النواة وتتكون خليتين جديدتين كما في حالة الخمائر التابعة لجنس Schizosaccharomyces

4- التبرعم والانشطار المشترك Combined budding and fission

عبارة عن طريقة وسطية بين الانشطار والتبرعم، وفي هذه الطريقة تتكون البراعم في نهايات الخلايا ويتكون جدار عرضي بين الخلية الام والخلية الجديدة، تحدث هذه الطريقة في الخمائر التابعة لجنس Saccharomyces، أما الخمائر الناقصة (الكاذبة) لا تتكاثر جنسياً (ولا تكون سبورات) كما في عائلة Cryptococcaceae وتتكاثر هذه الخمائر بالتبرعم وفي بعض السلالات بواسطة الارثروسبور.

فسلجة الخمائر

تمثيل السكريات (مثل الكلوكوز) قد يتم بطريقة لا هوائية (التخمر) او بطريقة هوائية (التنفس) والشائع هو التخمر (التخمر الكحولي)



عند الأكسدة الكاملة للكلوكوز يتكون CO_2 و H_2O ، في حين الأكسدة الكاملة يرافقها تكوين الاحماض وبعض المنتجات الوسيطة واحد طرق الأكسدة التي تسلكها الخميرة هو دورة TCA

(دورة كريبس Krebs cycle). للخمائر قابلية تحمل تراكيز عالية من السكر والملح وتتحمل مدى حراري واسع (0-47) م° والحرارة المثالية للنمو (20-30) م° ، والخمائر المرضية تنمو بصورة جيدة على حرارة (30-37) م° .

تتحمل مدى واسع من الـ pH يتراوح من (2-8) وحسب نوع الخميرة وتفضل الـ pH الحامضي 3.5-3.8 . توفر كميات كبيرة من الاوكسجين يشجع نمو الخمائر.

من الاوساط المستخدمة في تنمية الخمائر هي Malt Extract Agar

Potato Dextrose Agar

الخمائر المرضية

بعضها يسبب أمراض للنبات (كالفواكه والخضر) مثل خميرة Nematospora coryli ، الخمائر يعيش عدد منها مع الحيوانات ذات الدم الحار لا تسبب لها أمراض أو أمراض بسيطة لسيطرة بكتريا القناة الهضمية الطبيعية على نمو الخمائر، في حالة استخدام المضادات الحياتية بكثرة أو لفترة طويلة ستقضي على هذه البكتريا ويصبح المجال مفتوحاً للخمائر لأنها لا تتأثر بالمضادات الحياتية فتسبب الاصابة بالأمراض.

أمراض الخمائر أما أمراض جلدية أو أمراض للجهاز التنفسي والهضمي للإنسان فخميرة Candida albicans تصيب الجلد والأظافر والأغشية المخاطية والرئتين وشعبيات القصبة الهوائية. وعدد قليل يسبب امراض للنبات كالقطن والحمضيات ويسبب خسائر اقتصادية أو تبقع أوراق البقوليات.

علوم الأغذية

الطحالب Algae

تشابه الطحالب (البكتريا والخمائر والأعفان) في كونها لا تحتوي على جذور او سيقان او اوراق حقيقية وتختلف عنها باحتوائها على الكلورفيل وتختلف الطحالب بالحجم وطريقة التكاثر وأماكن معيشتها وهي موجودة في كل مكان (اليابسة/المحيطات/البحيرات/الترب الرطبة والصخور وقلف الأشجار وفي النباتات والحيوانات/ الثلوج/ الينابيع الحارة).

تسبب مشاكل في مشاريع اسالة المياه لأنها تنتج طعماً ورائحة غير مرغوب فيها كما ان نموها بشكل كثيف في المياه الطبيعية يؤثر على استخدام هذه المياه لأغراض الاستحمام كما يسبب ذلك حجب وصول O₂ الى الماء ومنع عملية التركيب الضوئي من خلال حجب الضوء كما قد تسبب اختناق الأسماك والحيوانات المائية الاخرى. ومن جانب اخر انتشار الطحالب في المياه الطبيعية يزيد من تركيز O₂ من خلال عملية التركيب الضوئي التي تقوم بها والنمو الكثيف لبعض الطحالب يقلل من عسرة المياه وذلك بإزالة الأملاح عنها.



الصفات المورفولوجية للطحالب Morphology of Algae

تختلف بالحجم والشكل بعضها كروي، عصوي، حلزوني، أو على شكل هراوة أو على هيئة مستعمرات متعددة الخلايا أو مجموعة من الخيوط منفردة أو عناقيد أو على شكل انابيب وتشابه خلايا الطحالب خلايا النباتات والحيوانات وبعضها يشابه البكتريا من حيث الشكل والتجمعات.

في اغلب انواع الطحالب يكون جدار الخلية رقيقاً وصلباً وجدار خلية طحلب الدياتوم diatom يحتوي على السليكا مما يجعله سميكاً وقوياً جداً. أما جدار خلايا الطحالب الخضراء المزرقة فيحتوي على مادة ببتيدوكلايكان peptidoglycan وحامض ثنائي امينوبايميليك diaminopimelic كما في خلية البكتريا. والطحالب المتحركة مثل اليوغلينا تحتوي على

اغشية خلوية مرنة تسمى البيريبلست periplasts، يحاط جدار عدد من الطحالب بمادة جيلاتينية مرنة وتسمى Outer matrix تفرز من خلال جدار الخلية وتشابه الكبسولات في البكتريا، وهذه الطبقة الخارجية Outer matrix غالباً ما تصبح ملونة وتكون على شكل طبقات عند تقدم الطحالب في العمر.

تحتوي الطحالب ما عدا الطحالب الخضراء المزرققة على نواة حقيقية واضحة وكذلك على محتويات بروتوبلازمية مختلفة مثل حبيبات النشا وقطرات زيتية وفجوات ويوجد الكلوروفيل والصبغات في أعضاء محاطة بأغلفة تسمى البلاستيدات ما عدا الطحالب الخضراء المزرققة حيث لا توجد الصبغات داخل البلاستيدات بل تكون منتشرة في البروتوبلاست.

تحتوي الطحالب المتحركة (السابحة) على اسواط (اعضاء للحركة) وقسم لا يحتوي على ذلك وتنتقل بواسطة المد والجزر والأمواج والتيارات. وفي انواع اخرى تكون فقط السبورات الخضرية المستعملة في التكاثر متحركة. يوجد في الطحالب جسم صغير أحمر أو برتقالي يسمى البقعة العينية eye spot اذ يوجد غالباً قرب النهاية الأمامية للطحالب المتحركة.

هنالك تراكيب اخرى في انواع معينة من الطحالب مثل البروزات او النتوءات على سطحها الخارجي وسويقاتها جيلاتينية تثبت الطحالب نفسها على بعض الاشياء.

التكاثر Reproduction

يكون جنسياً أو لا جنسياً أو الاثنين معاً

1- التكاثر اللاجنسي

يشتمل على الطريقة الخضرية لانقسام الخلية والتي هي نفس طريقة تكاثر البكتريا حيث أن مستعمرة أو خيط طحلب جديد قد يتكون حتى من قطعة صغيرة مكسورة من طحلب قديم متعدد الخلايا، واغلب طرق التكاثر اللاجنسي تتضمن انتاج سبورات خضرية وحيدة الخلية تحتوي على الأسواط وتكون متحركة وخاصة في أنواع الطحالب المائية وتسمى هذه السبورات السابحة Zoospore والسبورات غير المتحركة تسمى aplanospores وإنها تتكون على الأغلب من الطحالب التي تعيش على اليابسة والخلايا التي تنتج هذه السبورات تسمى الحواظ السبورية sporangia.

2- التكاثر الجنسي

جميع أشكاله موجودة في الطحالب وتتضمن اندماج (اقتران) الخلايا الجنسية التي تسمى امشاجاً لتكون اتحاداً تندمج فيه المادة الوراثية قبل أن يتكون الجيل الجديد. ان اتحاد الأمشاج يكون البويضة المخصبة (اللاقحة) فإذا كانت الأمشاج متشابهة فتسمى اتحاد امشاج متشابهة isogamous وعند اندماج امشاج مختلفة (ذكر وانثى) تسمى العملية اتحاد الأمشاج المختلفة heterogamous.

في الطحالب الراقية قد يكون هناك خلية ذكرية وأخرى انثوية على الرغم من تشابههما الظاهري فأنهما مختلفان جنسياً حيث ينتج احدهما الأمشاج الذكرية والأخرى الأمشاج الأنثوية ومثل هذه الطحالب تسمى ثنائية المسكن dioecious والطحالب التي تقوم بإنتاج النوعين من الأمشاج تسمى احادية المسكن monoecious.

عزل وتنمية الطحالب

وسط العزل الأساسي هو وسط بولد الأساسي Bold's basal medium ، يثبت الـ pH على 8 ودرجة حرارة الحاضنة على 22 م° ومزودة بمصاييح فلورسنت لاطاء 12 ساعة ضوء يعقبها 12 ساعة ظلام. ويمكن عزل الطحالب من المصادر الطبيعية باستخدام طريقة الأطباق أو التخطيط.

تصنيف الطحالب Classification of Algae

تصنف الطحالب على أساس الصبغات التي تحتويها ونوع الغذاء المخزون ونوع وترتيب الأسواط وتركيب جدار الخلية بالإضافة الى التراكيب الدقيقة للبلاستيدات الملونة وأقسامها هي:

1- Bacillariophyta 2- Charophyta 3- Chrysophyta 4- Chlorophyta

5- Cryptophyta 6- (Pyrrophyta) Dinophyta 7- Euglenophyta

8- Haptophyta 9- Phaeophyta 10- Preasinophyta 11- Rhodophyta

12- Xanthophyta

فضلاً عن الطحالب الخضراء المزرقة (Cyanophyta) والتي تصنف ضمن الكائنات البدائية النواة.

فكرة موجزة عن أهم أقسام الطحالب

1- الطحالب الخضراء Chlorophyta

تنمو في المياه العذبة والتراب الرطبة والمياه المالحة والثلوج وقمم الجبال، قسم منها على هيئة خلايا منفردة وبعضها يكون على شكل خيوط طويلة من الخلايا المنفردة أو على شكل عناقيد كروية أو على شكل صفائح تشبه أوراق الخس مثلها Spirogyra و Chlamydomonas تحتوي على نوعين من الكلوروفيل أ و ب وتخزن المواد الغذائية على هيئة نشا.

2- الطحالب اليوغلينية Euglenophyta

طحالب احادية الخلية لها بعض الصفات النباتية (احتوائها على الكلوروفيل) وبعض الصفات الحيوانية، تتحرك بالماء بواسطة الأسواط وتقوم بعملية التركيب الضوئي ولها نقطة حساسة للضوء تمكنها من الحركة باتجاه الضوء أو بعيداً عنه. لا تحتوي على جدار خلوي واغلبها يعيش بالماء العذب والتراب الرطبة مثالها طحلب اليوغلينا *Euglena*.

3- الطحالب الدياتومية Bacillariophyta

توجد في المياه العذبة والبحار واليابسة وتكون وحيدة الخلية وبعضها يكون مستعمرات وبعضها يكون خيوط مثل *Melosira spp.* وجميع انواعها يحتوي على كلوروفيل A و C والبيتا كاروتين والزانثوفيل ولأن الدايتوم صغيرة جداً ولها قوام يشبه بودرة التالك لذلك تستعمل في تلميع المعادن، اذ ان جدار خلية الدايتوم له قابلية حجز الدقائق الصغيرة من الشوائب الموجودة في السوائل لذا يمكن استخدامها كمرشحات وكذلك يمكن استخدامها كمادة عازلة لتحملها درجات الحرارة العالية.

4- Pyrrophyta

تأتي بعد الدايتوم من حيث الأهمية في تغذية الحيوانات البحرية وخاصة المحيطات مثالها طحلب *Gonyaulax* والذي يكون ما يشبه الأزهار الصغيرة جداً وتوجد بغزارة في المحيطات بحيث تلوث المياه وتسمى أيضاً بالأمواج الحمراء وهذا الجنس ينتج سموماً قاتله للأسماك والكائنات الحية الصغيرة والإنسان.

5- الطحالب البنية Phaeophyta (brown algae)

اغلبها يعيش في المياه المالحة، تتكون من عدة خلايا وتحتوي على صبغات بنية تعطيها اللون البني مثل عشب البحر *Kelp* وبعض أنواعه يستخدم كغذاء للإنسان والأسماك أو سماد أو مصدر لليود والأملاح المعدنية.

6- الطحالب الحمر Rhodophyta

تنمو في المياه المالحة وعلى الصخور وعلى امتداد سواحل البحار أغلبها يكون مغموراً بمياه البحر ويتراوح طول هذه الطحالب بين 3-4 أمتار وعدد من أنواعها ذو أهمية اقتصادية مثل طحلب *Gelidium* الذي يعد مصدراً لمادة الاكار.

7- الطحالب الخضراء المزرقة Cyanophyta (blue green algae)

تعد من ابسط الكائنات الحية وأقدمها. توجد في المياه العذبة ومياه البحار واليابسة، كائنات ذات نواة بدائية، المادة النووية DNA ليست محاطة بأغلفة نووية، لا تحتوي على البلاستيدات،

الصبغات منتشرة في السائتوبلازم، والنتاج الرئيسي لعملية التركيب الضوئي في هذه الطحالب هو نشا سيانوفايكين Cyanophycean starch

الأهمية الاقتصادية للطحالب

1- خصوبة التربة – تثبت النتروجين الجوي أو حماية البكتريا المثبتة للنتروجين من الجفاف وتجهيزها بالكاربوهيدرات كمصدر للطاقة أو تستعمل كأسمدة.

2- تخليق الفيتامينات مثل A، D، B₁، C، K

3- الطحالب كمواد غذائية حيث يزرع اليابانيون طحلب Porphyra (من الطحالب الحمراء) كمحصولاً غذائياً أو استخدام طحلب الكلوريل Chlorella

4- استخراج الأكار كمصلب للأوساط الغذائية

5- استخدام منتجات الطحالب الحمراء (الكاراجينان) كمادة مثبتة للحفاظ على المواد الصلبة معلقة في السوائل كما في حالة تعليق الكاكاو في الحليب لإنتاج الحليب المطعم بالكاكاو

6- استخدام الالجينات Alginate كمادة مثبتة في الصناعات الغذائية

7- استخدامات مختلفة كاستخدام الالجينات كمواد مثخنة أو مانعة للصلابة في الأدوية والعقاقير أو استخدام الطحالب كغذاء للاحياء المائية أو كمصدر غني بالعناصر المعدنية كالبيود والبروم واليوتاسيوم.