تعريف علم الأحياء المجهرية ومراحل تطوره

تعريف علم الأحياء المجهرية :

Micro- : تعني الأجزاء الصغيرة جدا التي لا ترى إلا بالمجهر

Bio : تعني الكائن الحـــي .

Logy : تعني العلم الذي يدرس الأحياء المجهرية .

علم الأحياء المجهرية :

هو احد فروع علوم الحياة الذي يهتم بدراسة الكائنات الحية الصغيرة جدا التي لايمكن رؤيتها بالعين المجردة ، والتي يقل قطرها عن (١٠٠) مايكروميتر ، وهي تشمل البكتريا ، الفطريات ، الطحالب ، الابتدائيات(البروتوزوا) والفايروسات . ويهتم هذا العلم أيضا بدراسة شكل هذه الكائنات وتركيبها وتكاثرها وفسلجتها وتصنيفها ، فضلا عن دراسة توزيعها في الطبيعة وعلاقه بعضها ببعض وعلاقتها بالكائنات الاخرى ، اضافة الى طرق السيطرة عليها واهميتها على المستوى الذي يتعلق بصحة الانسان .

تطور علم الأحياء المجهرية

نشا علم الأحياء المجهرية عندما تعلم الإنسان صنع العدسات من قطع الزجاج وتركيبها لتعطي قوة تكبير كافية لرؤية الأحياء المجهرية .

ومن ابرز المهتمين الأوائل في مجال علم الأحياء المجهرية :

- العالم الهولندي أنطوان فان ليفنهوك Anton van leevwenhock(١٦٣٢- ١٧٢٣) : وهو تاجر أقمشة من مدينة ديلفت Delft ، الذي تمكن من صنع المجهر ، إذ استعمل مجهر ذات عدسات مفردة قادرة على تكبير الأشياء ٣٠٠ مرة ،وفي عام ١٦٧٥ تمكن من مشاهدة الاحياء الصغيرة ، ارسل لفنهوك تقارير عن مشاهداته الى الجمعية الملكية في لندن Loyal Society of London(الأكاديمية الانكليزية للعلوم حاليا)، وكان يفضل تسمية الاحياء التي اكتشفها بالحيوانات الصغيرة Animalcules ، إذ اخذ بالبحث والتدقيق لفحص كثير من المواد مثل النهر والينبوع وماء البحر ثم الخل والفلفل.

بعد أن شاهد ليفنهوك الأعداد الكبيرة من الأحياء المجهرية الموجودة في الطبيعة بدا العلماء يفكرون في اصل هذه الكائنات ، وكانت هناك مدرستان لتفسير اصل الكائنات الحية :

الأولى : تعتقد ان الكائنات الحية تنشا من اصل غير حي (بصورة ذاتية) وهذا ما يعرف بنظرية التوالد الذاتي

(Spontaneous generation or abiogensis) أي إن الضفادع والفئران والنمل وغيرها تنشا من الطين والجثث المتفسخة ومـــاء المطر والضباب .وضع هذا الاعتقاد فان هيلمونت Van Helmont ومـــن أنصارها الفيلسوف اليوناني أرسطو طاليس .

الثانية : تعتقد ان الكائنات الحية ولدت من اشياء حية وهو ما يعرف بالتوالـد الحيـوي (biogenesis) .

- **الطبيب الايطالي فرانسيسكو ريدي Francesco Redi(١٦٢٦ ـ ١٦٧٩):** الذي اوضح بشكل حاسم نشوء الديدان من بيوض الذباب على اللحم المعرض للهواء الغير مغطى بشاش وبذلك ساعدت اكتشافاته على إبطال نظرية التوالد الذاتي .

-**عالم الطبيعة الايطالي سبالانزاني Spallanzani (١٧٢٩ـ ١٧٩٩)**: وهو من الأوائل الذين برهنوا على إن الأحياء المجهرية لاتنشا ذاتيا، إذ بين إن الحرارة تمنع ظهور الأحياء المجهرية في النقيع (الحساء) ، وبذلك دعمت نتائجه مبدأ التوالد الحيوي .

ـ الكيميائي الفرنسي لويس باستور Louis Pasteur ١٨٢٢ ـ ١٨٩٥) :

ولد في مدينة دول Dole وهو مؤسس علم الأحياء المجهرية الحديث ، بنتائجه التي توصل اليها اندثرت نظرية التوالد الذاتي عندما قام بتجربته الشهيرة، اذ استعمل قناني ذات عنق مستقيـــم (القنينة ا) وقناني ذات عنق معقوف الى الاسفل (العنق الاوزي) (القنينة ب).

الوسط الغذائـــي المغلي الذي كان في القناني ذات العنق المستقيم تعكّر بعد فترة ما، بينما الوسط الغذائي الذي كان في القناني ذات العنق المنحني، بقي صافيا.

س : ما هو تفسير ذلك ؟ .

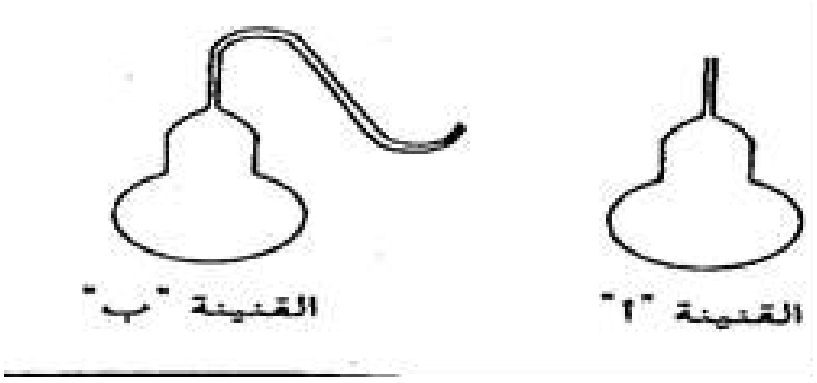
الجواب :

أ- دخل الهواء في القنينة (أ)، ولم يدخل الهواء في القنينة (ب) .

ب- لم تدخل الأحياء المجهرية إلى القنينة (ب) ، لأنها بقيت في العنق المعقوف للقنينة.

جـ - لم تتم إبادة جميع البكتيريا في القنينة (ا) أثناء الغلي، بسبب انطلاق حرارة من القنينة.

د- لم تدخل حبيبات غبار من الهواء(المحملة بالأحياء المجهرية)إلى القنينة (ب) لكنها دخلت إلى القنينة (ا) وعكرت الوسط الغذائي الذي فيها.



اهم اكتشافات لويس باستور

١- كتب عن الأمراض المتسببة عن الكائنات المجهرية .

٢- عرف دور الكائنات المجهرية في تلف الأطعمة والحليب

٣- بين إن استعمال الحرارة يؤدي إلى هلاك الكائنات المجهرية ، وهو اول من استعمل الاوتوكليف بالتعقيم .

٤- اكتشف عملية البسترة Pasteurization عام ١٨٧٧ بعد تسخين الخمور لدرجـــة حرارة تقع بين (٥٠ ـ٦٠ م^0) أدى إلى قتل الكائنات المجهرية ويمنع تلف هذه المنتجات . إذ بدا باستعمال بسترة الحليب على مستوى تجاري منذ عام ١٨٨٠ والتي تتم ألان باستعمال حرارة قدرها (٦٣ م^0) مدة نصف ساعة أو(٧٢م^0) مدة (١٥ ثانية) .

- الفيزيائي الانكليزي جون تندال John tyndall (١٨٢٠ ـ ١٨٩٣) من تجاربه بين :

ا- يتطلب أوقات غليان متباينة لكي تتعقم مختلف أنواع النقيع ، فمنها تتعقم بغليانها (٥) دقائق والاخرى لمدة (٥) ساعات كنقيع القش ورغم ذلك لا تزال تحتوي على أحياء مجهرية .

ب- استنتج بان بعض البكتريا تظهر بشكلين (طورين) :

الأول : شكل متغير بالحرارة (غير مقاوم) وهو خلية خضرية vegetative cell يسمى Thermolable.

الثاني : مقاوم للحرارة Thermostable وهو يسمى البوغ الداخلي endospore .

- روبرت كوخ Robert koch (١٨٤٣ ـ ١٩١٠) : دراساته ساعدت على تقدم علم الاحياء المجهرية الطبية استعمل هو وغيره المجهر المركب في القرن السابع عشر.

* اكتشف البكتريا المسببة لمرض الجمرة Anthraxفي الماشية .

* اكتشف البكتريا المسببة لمرض الكوليرا *Vibrio cholerae*.

*عزل البكتريا المسببة لمرض السل *Mycobacterium tuberculosis* وعرفت بعصيات كوخ .

* يعد كوخ أول من عزل البكتريا بصورة نقية واستعمل الصبغات لتصبيغ البكتريا .

* استعمل مادة الاكار في تصليب الاوساط الغذائية ، لذا يعد كوخ الرائد في تطوير التقنيات المختبرية في مجال الأحياء المجهرية .

اكتشاف الفيروسات

علم الفيروسات Virologyاكتشفه العالم ايفانوفسكي (١٨٦٤ – ١٩٢٠) نتيجة استعمال المجهر الالكتروني في الثلاثينات القرن العشرين ، اذ استخدم العالم الروسي ايفانوفسكي عام ١٨٩٢ مستخلص نبات التبغ مصاب بمرض الموزائيك وتم ترشيحه بمرشحات لها قابلية حجز البكتريا ، وقد اندهش عندما لاحظ ان الراشح له قابلية الاصابة بهذا المرض للنباتات غير المصابة .وفي غضون سنوات قليلة وجد عدد من الباحثين ان بعض امراض الحيوانات والنباتات سببها كائنات اصغر من المجهرية ، اذ تستطيع العبور من خلال مرشحات البكتريا ، وهكذا تم اكتشاف مجموعة اخرى من مسببات الامراض وقد سميت هذه المجموعة الفيروسات . إن الطبيعة الحقيقية للفيروسات ظلت غامضة لعدة عقود وفي عام ١٩٣٥ قام ستانلي Stanely بعزل الفيروسات المسببة لمرض موزائيك التبغ على شكل بلورات .

الموقع التصنيفي للأحياء المجهرية في عالم الكائنات الحية :

١ـ المملكتان النباتية والحيوانية

وضعت الكائنات الحية قبل اكتشاف الأحياء المجهرية ضمن مجموعتين تصنيفيتين هما : المملكة النباتية والمملكة الحيوانية ، على اساس صفة تصنيفية واحدة وهي قدرة الكائن الحي على القيام بعملية التركيب الضوئي او عدمها .

بعد اكتشاف الأحياء المجهرية حشرت ضمن هاتين المملكتين : اذ عدت الكائنات وحيدة الخلية ذات غلاف حيوي مرن شبيه بغلاف الخلية الحيوانية حيوانات بدائية (الابتدائيات Protozoa)، وعدت الطحالب من النباتات لقيامها بعملية التركيب الضوئي وامتلاكها جدارا خلويا صلبا . أما الفطريات فعدت من النباتات على أساس مبهم ، لذا فان تصنيف الكائنات الحية حتى القرن التاسع عشر وضع جميع الكائنات في مملكتبن هما : المملكة الحيوانية والمملكة النباتية .

٢ـ ممالك هيكل الثلاث Haeckels three kingdoms

الأحياء المجهرية تضم كائنات حية تشابه النباتات وبعضها يشابه الحيوانات وللبعض الأخر صفات مشابه للحيوانات والنباتات ، فضلا عن الفيروسات التي يصنفها البعض كائنات حية والبعض الاخر كائنات غير حية ، وبما ان هذه الكائنات لاتقع طبيعيا ضمن المملكة النباتية او الحيوانية ، لذا اقترحت مملكة ثالثة جديدة لتضم الكائنات التي ليست هي نباتات ولاحيوانات من قبل عالم الحيوان الالماني Haeckel عام ١٨٦٦ وسميت مملكة الطليعيات (البروتيستا Protista) وهي تضم جميع الكائنات الأحادية الخلية الخالية من التمايز النسيجي ، التي صنفت في السابق تحت شعبة الثالوسيات في المملكة النباتية (البكتريا ، الفطريات ، الطحالب) وشعبة الابتدائيات (البروتوزوا) في المملكة الحيوانية .

٣ـ النظام التصنيفي ذو الممالك الخمس .

اقترح Rbert H.Whitaker عام ١٩٦٩ هذا النظام ، اذ وضع الاحياء في خمس مماليك مقسمة على ثلاث درجات من الترقية :

أ- الدرجة الأولى : شملت مملكة واحدة هي المونيرا Monera وهي بدائية النواة .

ب- الدرجة الثانية : شملت مملكة واحدة ايضا هي الطليعيات Protista وهي أحادية الخلية حقيقية النواة .

جـ - المستوى الثالث : يشمل الكائنات العديدة الخلايا ، ضمن ثلاث مماليك وهي النبات ، الحيوان ، الفطريات ، على أساس الاختلاف في طرق التغذية .

فالنباتات : ذاتية التغذية Autotrophic

الفطريات : متباينة التغذية Heterotrophic

الحيوانات : مختلفة التغذية تلتهم غذائها .

٤- نظام Carl woese التصنيفي

اقترح Carl woese عام ١٩٨٠ نظام تصنيفي جديد يحتوي على ثلاث مماليك رئيسية هي :

أ- البكتريا القديمة Archac bacteria

ب- البكتريا الحقيقية Eubacteria

جـ- الكائنات الحية الحقيقية النواة Eucaryotes

المملكتين الرئيسيتين الأولى والثانية هي بدائية النواة .

بشكل عام التصنيف الساري للأحياء المجهرية كما يأتي :

١- الأحياء حقيقية النواة Eucaryotes protistes وتشمل : الفطريات ، الابتدائيات ، الطحالب ، الاعفان
المخاطية .
٢- الأحياء بدائية النواة Procaryotes تشمل: البكتريا الحقيقية ،البكتريا القديمة ، السيانوبكتريا .

تركيب الأحياء المجهرية :

الكائنات المجهرية ذات تنظيم تركيبي ابسط من التنظيم العائد للكائنات العليا (النباتات والحيوانات) ، تختلف الكائنات المجهرية من ناحية الشكل والحجم والفعاليات الحيوية .

الأحياء المجهرية إما أن تكون :

١- وحيدة الخلية : تمثل ابسط مستويات التنظيم الخلوي ، وهي ذات حجم مجهري ثابت تقريبا ، ومنها الابتدائيات والطحالب والبكتريا.

٢- متعدد الخلايا : تمثل اعلى مستويات التنظيم الخلوي ، فهي تنشا من خلايا مفردة تزداد عددا لكنها تبقى متصلة مع بعضها بطريقة مميزة

تقسم الخلايا الحية إلى قسمين :

١- خلايا بدائية النواة Procaryotic: تتميز بان المادة النووية لا تحاط بغشاء نووي ، وتحتوي على كروموسوم دائري واحد . وتشمل :البكتريا

٢- خلايا حقيقية النواة Eucaryotic : تتميز بان النواة واضحة ومحاطة بغشاء نووي ، تحتوي على اكثر من كروموسوم واحد وتشمل : الطحالب ، الابتدائيات ، الفطريات ،النباتات الراقية والحيوانات .

أقسام علم الأحياء المجهرية :

يقسم علم الأحياء المجهرية من حيث طبيعة الكائن ألمجهري إلى الأقسام الآتية :

١- علم الطحالب Phycology :

يهتم بدراسة الكائنات الحية البسيطة التي تتكون من خلية واحدة و قد تتجمع الخلايا في مجموعة تدعى مستعمرات الا انها لا تكون انسجة متخصصة و جميعها تحتوي على الكلوروفيل و تكثر في التربة الرملية و المياه و لها اهمية اقتصادية .

٣- علم الفيروسات Virology :

يهتم هذا العلم بدراسة كائنات حية صغيرة جداً غير خلوية تتطفل على كائنات اخرى (نبات ، حيوان، انسان) .

٤- علم البكتريا Bacteriology :

يهتم بدراسة خلايا البكتريا و يدرس شكلها و تجمعها و تصنيفها و حركتها .

٥- علم الفطريات Mycology :

يهتم بدراسة الفطريات و الخمائر و تتكون من اكثر من خلية واحدة قسم منها يتطفل و قسم اخر يعيش مترممة في التربة ولها اهمية اقتصادية .

٦- علم الابتدائيات (البروتوزوا) Protozoology : يختص بدراسة الابتدائيات وهي كائنات حقيقية النواة أحادية الخلية ، واحد فروعه علم الطفيليات (Parasitology) يهتم بدراسة الاحياء وحيدة الخلية حقيقة النواة تعيش بشكل طفيليات على غيرها وتسبب لها الامراض المختلفة .

يقسم علم الأحياء المجهرية من الناحية التطبيقية إلى الأقسام الآتية :

١- الأحياء المجهرية الطبية Medical Microbiology

وهو العلم الذي يهتم بدراسة الكائنات الحية المجهرية التي تسبب الامراض يدرس شكلها و تشخيصها و انتقالها و الامراض التي تسببها و انتشارها و توزيعها (الوبائية) و التخلص و السيطرة عليها .

٢- الأحياء المجهرية للهواء Air Microbiology

وهو العلم الذي يختص بدراسة تعقيم الهواء و طريقة انتقال الاحياء عن طريق الهواء .

٣- الأحياء المجهرية للمياه ومياه الفضلات Water and waste water Microbiology

يهتم بدارسة الاحياء المجهرية التي تنتقل عن طريق المياه و طرائق تعقيم المياه .

٤- الأحياء المجهرية للأغذية والألبان Food and Dariy Microbiology

يهتم بدراسة الاحياء المجهرية و تاثيرها على الاغذية و تصنيعها و فسادها و الاحياء التي تستخدم في صناعة الالبان .

٥- الأحياء المجهرية للتربة Soil Microbiology

يهتم بدارسة الاحياء المجهرية التي يستفاد منها في زيادة المادة العضوية في التربة و كمية المحصول من خلال الفعاليات الايضية و علاقتها مع النتروجين وباقي العناصر المغذية للنبات .

٦- الأحياء المجهرية الصناعية Industrial Microbiology .

يهتم بدارسة الاحياء المجهرية التي يستفاد منها في زيادة المنتوجات الصناعية و المضادات الحيوية و الهرمونات و الاحماض العضوية و الامينية و السكريات و الفيتامينات و الكحولات و كل هذه الصناعات يدخل في انتاجها كائنات حية مجهرية و هناك بحوث كثيرة تجري للحصول على عزلات جيدة Isolates

٧- احياء الحشرات (Insects Microbiology)

لها دور في نقل الامراض و البحوث الحديثة تهتم بكيفية القضاء على الحشرات اذ تنشاء مقاومة ضد المواد الكيميائية المستعملة و قد وجدوا بان هذه المواد تسبب امراض وهي ملوثة للبيئة و الطريقة الاخرى هي السيطرة الاحيائية او البايولوجية Biocontrol وذلك بزيادة الاحياء المتغذية على الحشرات .

٨- احياء الفضاء (Space Microbiology)

يختص بدراسة الكائنات الموجودة في الفضاء .

٩- احياء البترول (Coal and petrollium Microbiology)

يختص بدراسة الكائنات الموجودة في الفحم و النفط الخام .

توزيع الاحياء المجهرية في الطبيعة (Distribtion of micro organisms in nature) :-

تتواجد الاحياء المجهرية بكل مكان في الطبيعة اذ تنتقل الاحياء المجهرية من سطح الارض الى اعالي الجو بوساطة تيارات الهواء كما انها يمكن ان تتواجد في المياه العذبة او البحيرات و المياه المالحة و الحارة و الباردة و في قيعان المحيطات و اعالي قمم الجبال الشاهقة و مياه المجاري اذ تحوي الاخيرة على اعداد و انواع كبيرة جداً من الاحياء المجهرية التي تسبب الامراض للانسان تتواجد الاحياء المجهرية في الهواء المستنشق و بالغذاء المتناول و على سطح الجسم و الفم و الامعاء و كثير من الانسجة الاخرى .

يعتمد تواجد نمو وتكاثر الكائن الحي المجهري (البكتريا) بتوفر الظروف البيئية الملائمة و التي تتمثل في متطلباتها من الرطوبة و الغذاء و الهواء و الحرارة الملائمة .

١- الطحالب Algae

وهي كائنات حية بسيطة تحتوي على الصبغات مثل الكلوروفيل و تقوم بعملية البناء الضوئي و غالباً ما توجد في المياه او الترب الرملية و هناك انواع بدائية من الطحالب ذات خلية واحدة و بعضها الاخر عبارة عن تجمع لخلايا متشابهة.

٢- الفايروسات Viruses

هي طفيليات على المستوى الجزيئي صغيرة جداً بحيث تمر من ورق الترشيح لذلك سميت بالرواشح تتطفل على جميع الكائنات الحية تبداء دورة حياتها داخل خلية الكائن الحي .

٣- البكتريا Bacteria

كائنات مجهرية بدائية النواة وحيدة الخلية تتجمع مكونة مستعمرات colony تتكاثر بالانشطار .

٤- الابتدائيات – البروتوزوا Protozoa

هي كائنات حية حقيقية النواة وحيدة الخلية يتم التمييز بينها على اساس الصفات المظهرية و الفسلجية و اسلوب التغذية و بعضها ذو فائدة للانسان و البعض الاخر سام و يسبب امراض للانسان و الحيوان .

٥- الفطريات Fungi

هي كائنات حية حقيقية النواة خالية من الكلوروفيل وقد تكون خيوط فطرية تسمى haypha و مجموعها يكون غزل فطري يسمى mycelium تتكاثر بالتجزؤ او التبرعم او السبورات مثل الاعفان او قد تكون وحيدة الخلية مثل الخمائر .

٦- الاكتنومايسيتات Ectinomycetes

هي كائنات حية بدائية النواة بعضها وحيد الخلية و البعض الاخر متعدد الخلايا كانت سابقا توضع مع الفطريات لكونها متشابهة من حيث الشكل و تكوين الخيوط ولكن وجد العلماء وجود شبه فسلجي بينها و بين البكتريا فوضعت في شعبة خاصة لها .

خصائص الاحياء المجهرية Characterization Of Microorganisms

- لكون خلايا الاحياء المجهرية خلايا مفردة وصغيرة جدا بحيث لا يمكن رؤيتها الا باستخدام المجهر لذلك ليس من الشيء العملي التعامل معها كائن مفرد بل يتم التعامل معها ودراستها بشكل مزارع cultures تحوي الالاف او الملايين وحتى البلايين .
- المزرعة التي تحوي على نوع واحد من الاحياء المجهرية تسمى المزرعة النقية pure cultureاما المزرعة التي تحوي على نوعين او اكثر تسمى المزرعة المختلطة mixed culture

ان الخصائص التي تستخدم للتعرف على الاحياء المجهرية وتشخيصها هي:

١- الخصائص المزرعية cultural characteristics

وتشمل خصائص المادة التي تنمى عليها الاحياء المجهرية :

- عناصر غذائية مختلفة
- محاليل غير عضوية
- وقد تدعم بمركب عضوي
- مستخلصات انسجة حيوانية او نباتية
- خلايا حيه عند تنمية الفيروسات
- توفر ظروف فيزيائية مثل الحرارة ووجود او غياب الاوكسجين

٢ – الفحص المختبري microscopic examination

و يتم ذلك عبر استخدام المجهر ذو قوة التكبير العالية وتكون وحدة قياس هي المايكرو ميتر ١٠٠٠\١ ملم

اذا اردنا التعرف على التركيب الداخلي للكائن الحي المجهري فيتم باستخدام المجهر الاكتروني او المجهر ذو الاشعة فوق البنفسجية

٣- الخصائص الايضية Metabolism characteristics

وهي نوع التحولات الكيميائية التي يقوم بها الكائن المجهري على الوسط الغذائي التي تعيش فيه وطبيعة التفاعلات الكيميائية التي تحدثها والانزيمات التي استعملت خلالها والمنتجات الوسطية الناتجة

٤- الخصائص الكيميائية لخلايا الاحياء المجهرية chemical characteristics

فحص المكونات الأساسية للخلية كيميائيا مثل تركيب جدار الخلية والتراكيب النووية والاجزاء الأخرى

٥- الخصائص الوراثية genetic characteristics

دراسة التشابه الوراثي بين الاحياء المجهرية من خلا مقارنة الحمض النووي DNAبين الأنواع

تسمية الأحياء المجهرية – تصنيف الاحياء المجهرية

تسمية الأحياء المجهرية

يستعمل نظام عالمي في تسمية الأحياء المجهرية ويسمى نظام التسمية الثنائي Binomial system of nomenclature . يشمل هذا النظام على الاسم العلمي الذي يتكون من كلمتين مثل *Bacillus subtilis* : **الكلمة الأولى** تدل على اسم الجنس ويكتب الحرف الأول منها بالحرف اللاتيني الكبير Capital letter . **والكلمة الثانية** تدل على اسم النوع ويكتب الحرف الأول منها بالحرف اللاتيني الصغير small letter .

اسم الجنس : كلمة لاتينية او يونانية او كلمة جديدة مركبة من جذور لاتينية او يونانية اوان يكون اسم الجنس اسم شخص حور الى اللاتيني . وهذا قد يكون مذكرا أو مؤنثا أو محايدا ، يجب ان يتبع اسم النوع اسم الجنس من ناحية التذكير والتأنيث ، يجب ان يكتب الاسم العلمي دائما بالحروف المائلة او يوضع خط تحت اسم الجنس وخط اخر منفصل تحت اسم النوع .

ويعرف النوع :- مجموعة تتكاثر فيما بينها داخليا وبصورة منعزلة عن مجموعة مختلفة .

تصنيف الأحياء المجهرية Classification of microorganisms

يمكن تصنيف أي مجموعة كبيرة من الأحياء المجهرية إلى مجاميع صغيرة . وعادة أفراد المجموعة الواحدة يشابه احدهما الأخر أكثر من تشابهها مع أفراد مجموعة أخرى . وتستعمل عادة فئات تصنيفية متسلسلة لتنظيم الكائنات الحية على أساس المستويات المختلفة من التشابه . وهذه الفئات Taxa هي :

النوع Species ويضم الكائنات ذات الطبيعة أو الصفة الأساسية الواحدة

الجنس Genus ويضم الأنواع المتشابهة .

القبيلة Tribe وتضم الأجناس المتشابهة .

العائلة Family وتضم الأجناس أو القبائل المتشابهة .

الرتبة	order	وتضم العوائل المتشابهة .
الصف	class	وتضم الرتب المتشابهة .
الشعبة	phylum	وتضم الصفوف المتشابهة .
المملكة	kingdom	وتضم الشعب المتشابهة .

البكتريا : أحجامها ، اشكالها

الصفات الشكلية (المورفولوجية) للبكتريا

تتضمن الصفات الشكلية لخلايا البكتريا الحجم والشكل والترتيب وطريقة التجمع والحركة .

أولا : الحجم :

تختلف الكائنات ذات النواة البدائية في حجمها ، اذ يتراوح قطرها من (٠.٥ - ١.٠) مايكروميتر (المايكروميتر= $١٠^{-٦}$ من المتر) .

تقاس البكتريا بالميكرونات وذلك بسبب صغر أبعادها ، فالمكورات Cocci لايتجاوز قطرها (٠.٥ ــ ١.٠) ميكروميتر ، اما طولها فيساوي عددا من الميكرونات ، اما العصويات الصغرى فقطرها يساوي (٠.٣ ــ٠.٤) ميكروميتر وطولها (٠.٥ ــ٠.٧) ميكروميتر .

تتغير أبعاد الخلايا البكتيرية حسب : ا- العمر ب- الوسط الغذائي وعناصره .

جـ - درجة الحرارة .

الخلايا المكورة أكثر ثباتا من الخلايا العصوية . الخلايا تكون مستعمرات ترى بالعين المجردة ويختلف شكل المستعمرة وقوامها ، فمنها العجيني والمخاطي والصلب وفي بعض الاحيان تكون ملونة .

العامل الذي يحدد حجم الخلية هو: النسبة بين مساحة سطح الخلية الى الحجم

كلما قل حجم الخلية زادت النسبة (علاقة عكسية) : إذا زادت نسبة مساحة السطح زادت كمية الغذاء الداخلة الى الخلية . إن الخلايا الأصغر حجمًا، نسبة مساحة سطحها إلى حجمها كبيرة. ونظرًا إلى صغر حجمها فإن المواد الغذائية والمواد الأخرى التي تحتاج إليها يمكن أن تنتشر إلى جميع أجزائها بسهولة.

ثانيا : شكل البكتريا Shape of bacteria :

يتحدد شكل الخلية البكتيرية بواسطة الجدار الخلوي الصلب ،تترتب خلايا البكتريا عادة باوضاع مميزة لكل نوع . تمتلك البكتريا الأشكال الرئيسية التالية :

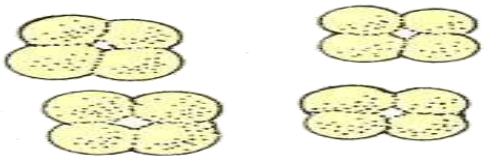
١- **الشكل الكروي:** يسمى Coccus وجمعه Cocci قطرها ٠.٧٥ -٢ ميكرونا، تبدو الخلايا الكروية في عدة خواص تجميعية تبعا لمستوى الانقسام الخلوي ، ولهذا فقد تحدث الأشكال الآتية :

ا- بكتريا كروية فردية Coccus مثال : *Micrococcus luteus* و *Micrococcus denitrificans*

ب- زوجية (كروية ثنائية) Diplococci مثل Neisseria

جـ - المكورات السبحية Streptococci مثل : *Streptococcus lactis*

د- مكورات رباعية Tetrads مثل Pediococcus



هـ - مكورات مكعبة (Cubical) مثل : *Sarcinae ventriculi*

و - المكورات العنقودية Staphylococci مثل : *Staphylococcus aureus*

٢- **الشكل العصوي (عصيات) او اسطواني :** تسمى Bacillus وجمعها Bacilli وتعني باللاتينية عصاه أوRods (اسطواني) أبعادها ٢-٨ *٠.٥-١ميكرونا ، لاتتجمع الخلايا العصوية في تجمعات كما في الكروية ، ومعظمها يوجد فرديا ، لذا فهي تظهر بألاشكال الاتية :

أ - بكتريا عصوية فردية Monobacillusمثل *Salmonella typhi*

ب - بكتريا عصوية في ثنائيات Diplobacilli ، ولكن بعض الأنواع تشكل سلسلة من الخلايا (سبحية)

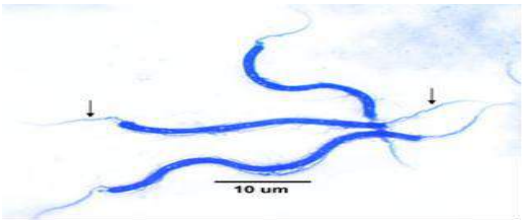
وتسمى Streptobacilli مثل *Bacillus subtilis* .

جـ ـ بكتريا عصوية تترتب الخلايا الواحدة جنب الأخرى بما يشبه عيدان الشخاط وتشكل زوايا مع بعضها

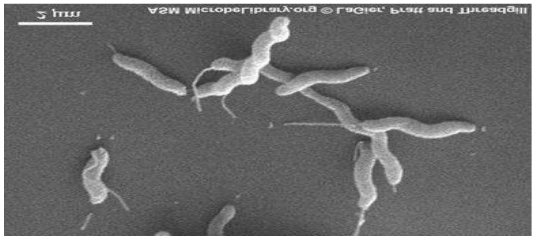
البعض . مثل بكتريا *Corynebacterium diphteriae*

٣ـ الشكل اللولبي Spirochete أو الحلزوني Spirillum وجمعه الحلزونيات (Spirilla) : يتراوح طولها بين 0.2 -1.7 ميكرونا .

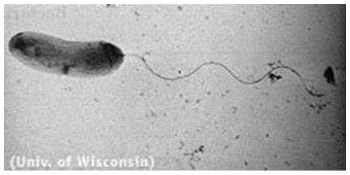
أ ـ بكتريا حلزونية Spirillum مثل : *Spirillum volutans*

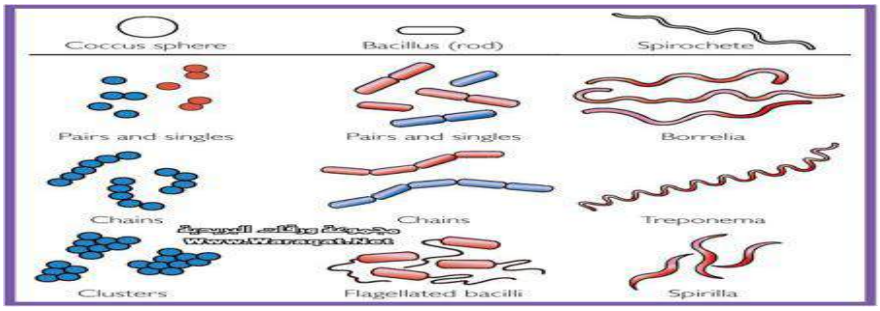


ب ـ بكتريا لولبية Spirochaete مثل : *Spirochaeta plicatilis*



جـ ـ الشكل المنحني Curved : البكتريا التي لها اقل من ثنية واحدة يكون لها شكلا يسمى بالضمة Vibrio(بكتريا ضمية).





أشكال الخلية البكتيرية اعتمادا على البوغ :

١- تدعى الخلية Bacterium إذا كانت غير قادرة التبوغ .

٢- تدعى عصية Bacillus في حال تكون البوغ في الوسط ، وقطر البوغ لا يزيد على قطر الخلية .

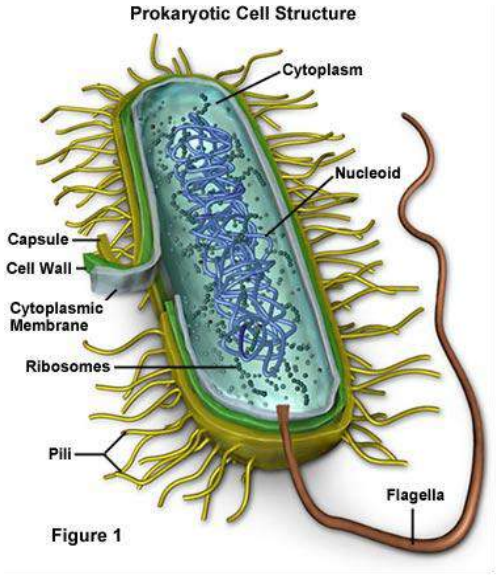
٣- تدعى مغزلية Clostridium إذا زاد قطر البوغ على قطر الخلية في حال تكون البوغ في الوسط .

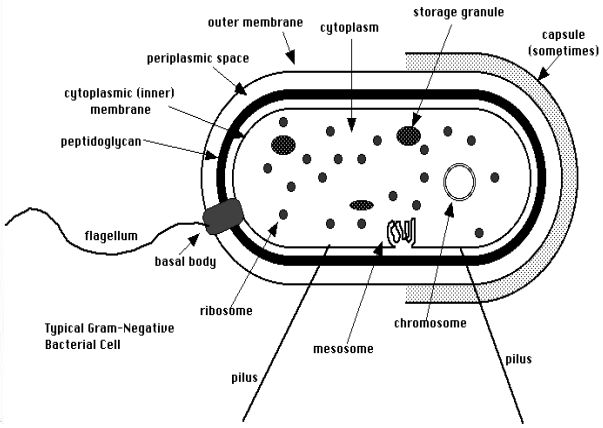
٤- تدعى الريشية Plectridium في حال تكون البوغ في النهاية ، إذ تأخذ الخلية شكل مضرب التنس .

المحاضرة الثالثة

تركيب الخلية

يوضح الشكل أدناه وصف لخلية بكتيرية :





الخلية : هي اصغر وابسط وحدة لبناء الكائن الحي والتي لها القدرة على المعيشة والتكاثر الذاتي .

عند فحص خلية البكتريا نجد إنها تحوي الكثير من المكونات والتراكيب ، معظم البكتريا تمتلك تركيبين هما الجدار الخلوي Cell wall والغشاء السايتوبلازمي Cytoplasmic membrane الذي يحيط بالسايتوبلازم ، كما ان لبعضها تركيبا ثالثا هو المحفظة (الكبسولة Capsule) ، غالبا ما يشار إلى هذه الطبقات بغلاف الخلية . المحتوي المائي للخلية يصل إلى ٧٠-٨٥% من وزنها بينما تتراوح المواد الصلبة من ١٥-٣٠% من وزن الخلية. وتتكون المادة الصلبة في الخلية أساساً من : البروتين ٥٠% ، جدار خلوي ١٠-٢٠% ، RNA ١٠-٢٠% ، DNA 3-4 % ، الليبيدات 10% .

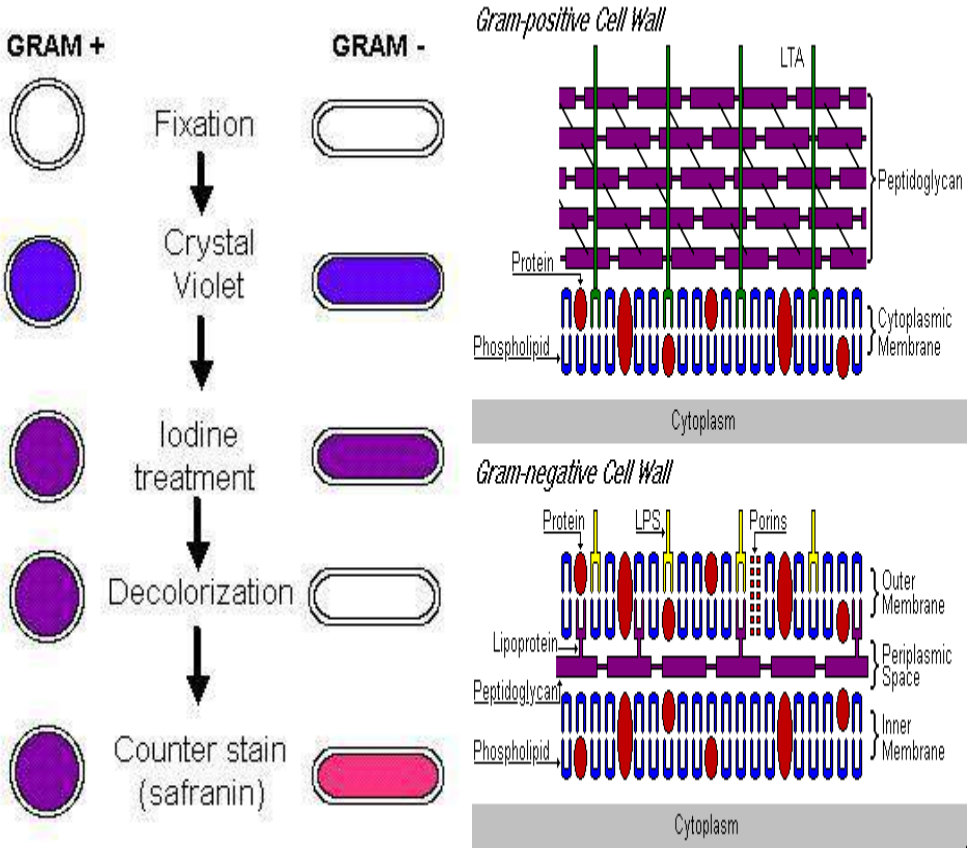
أما العناصر العشر الكبرى الداخلة في تركيب الخلية فإن نسبتها المئوية في المتوسط ٥٠% كربون ، ٢٠% أوكسجين ، ١٤% نيتروجين ، ٨% هيدروجين ، ٣% فوسفور ، ١% لكل من الكبريت والكالسيوم والبوتاسيوم ، ٠,٥% لكل من المغنسيوم والحديد .

١- جدار الخلية Cell wall :

هو الطبقة الكثيفة المحيطة بالغشاء السايتوبلازمي وهو الذي يعين شكل الخلية . يتراوح سمكه بين (٢٠ ــ ٢٥) نانومترفي البكتريا الموجبة لصبغة كرام ، اما في البكتريا السالبة لصبغة كرام فيكون ارق (١٠ ــ ١٥) نانومتر ويشكل (١٠ - ٤٠ %) من وزن الخلية .

يتركب الجدار الخلوي من [١]- **جزيئة كبيرة تعرف بالببتيدوكلايكان Peptidoglycan** وهي مادة غير قابلة للذوبان، مسامية ، وهي تشكل ٥٠% من الوزن الجاف لجدار الخلية الموجبة لصبغة كرام في حين تشكل ١٠% من الوزن الجاف لجدار السالبة لصبغة كرام ، تتركب هذه المادة من وحدتين فرعيتين رئيسيتين هما: السكريات الامينية والاحماض الامينية . يتألف جدار الخلية الموجبة لصبغة كرام من طبقات متتالية من الببتيدوكلايكان ، اذ تتصل كل طبقة منهما بالتي فوقها والتي تحتها خلال جسور من الاحماض الامينية ، بينما يحتوي جدار السالبة لصبغة كرام على طبقة الببتيدوكلايكان ايضا لكنها ارق كثيرا من التركيب متعدد الطبقات في البكتريا الموجبة لصبغة كرام .

[٢]- **كذلك يحوي الجدار على نسبة من الدهن** التي تكون بحدود ١١ـ٢٢% من الوزن الجاف لجدار السالبة لصبغة كرام ، بينما لا تتعدى ٤ % في الموجبة لصبغة كرام ، [٣]- **يحتوي الجدار على سكريات متعددة مرتبطة مع الببتيدوكلايكان**[٤]- **كما يحتوي جدار بعض انواع البكتريا على حامض التيكويك Teichoic acid** الذي يرتبط مع ايونات المغنيسيوم ، ويعتقد ان هذا الحامض يعطي الخلية البكتيرية حماية ضد التأثيرات الحرارية .



وظيفته : ان الوظيفة الرئيسة هي الحد من تمدد الخلية وانفجارها نتيجة دخول الماء لها ، اعطاء الخلية طبقة محيطية قوية (صلابة) يحميها من الضغط الازموزي ، لايعتبر نصف نفاذ لكنه يمكن ان يلعب دور المنخل للجزيئات اذ يمنع الجزيئات الكبيرة من المرور خلاله .

٢- الكبسولة Capsule

الكبسولة عبارة عن طبقة هلامية (جلاتينية) تكون غلافا حول الجدار الخلوي لبعض الخلايا البكتيرية يختلف تركيبها الكيمياوي ، اذ بعضها يتالف من سكريات متعددة والبعض الاخر ببتيدات متعددة لواحد او اكثر من الاحماض الامينية . وتتكون مواد الكبسولة من(98%) ماء .كما انها لاتوجد في جميع انواع البكتريا . وهي توصف:

- الماكروكبسولة : إذا كانت سمكها $\leq$ 0.5 M
- الميكروكبسولة : إذا كانت سمكها $\geq$ 0.5 M

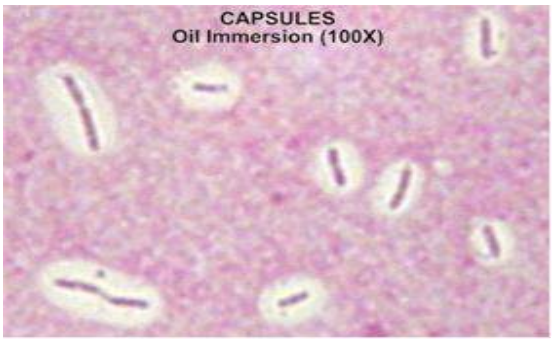
الوظيفة : للكبسولة وظائف عدة تبعا لنوع البكتريا ومنها :

١- يمكن أن تساعد البكتريا على الالتصاق في السطوح ، فمثلا البكتريا المسببة لتسوس الاسنان *Streptococcus mutant* تمتلك كبسولة تساعدها على الالتصاق بسطح الأسنان الأملس ، اذ ان كبسولة هذه البكتريا مكونة من مادة غير ذائبة في الماء تسمى كلوكان glucan.

٢- يمكن أن تمنع كريات الدم البيضاء من التهام البكتريا المرضية ، أي ان الكبسولة تزيد من قابلية البكتريا المرضية على احداث المرض . فضلا عن دورها في حماية الخلية البكتيرية المرضية من الافرازات التي يفرزها الجسم لمقاومة هذه البكتريا .

٣- تقوم هذه الطبقة بحماية الخلية البكتيرية من الظروف البيئية غير المناسبة مثل الجفاف .

٤- تحمي الخلية البكتيرية من مهاجمة الفيروسات التي تحطم البكتريا بعد أن تلتصق بجدارها الخلوي ففي حالة وجود محفظة فإنها تعزل جدار الخلية ولا تسمح باتصال الفيروس به .



Bacillus megaterinm

٣- الغشاء السايتوبلازمي Cytoplasmic membrane :

ويعبر عنه بغشاء البلازما Plasma membrane ، هو الطبقة المحيطة في بروتوبلاست الخلية البدائية النواة ، فهو يقع مباشرة تحت الجدار الخلوي، ويبلغ سمكه بحدود7.5 نانومتر ويمثل هذا الغشاء الغلاف الخارجي في الخلايا عديمة الجدار. يتركب من حوالي (60%) بروتين و (40%) من جزيئات الفوسفوليبيدات Phospholipids ، وتكون اللبيدات المفسفرة على هيئة طبقتين ، اذ تقع النهايات المحبة للماء في الجهة الخارجية ، اما النهايات الكارهة للماء فتقع في داخل الجزيئة .

بين هاتين الطبقتين توجد جزيئات البروتين المتداخل Integral protein وهذا يشكل أغلبية نسبة البروتين، اما البروتين الطرفي Peripheral protein فيشكل نسبة قليلة ويوجد على الأسطح الخارجية لطبقتي اللبيدات المفسفرة .

الوظيفة :

١- يكون هذا الغشاء موقع للأنزيمات المرتبطة بتحليل المواد الغذائية وإنتاج الطاقة .

٢- تنظيم مرور الجزيئات بصورة انتقائية ، اذ يكون شبه نفاذ يسمح بدخول الجزيئات الغذائية إلى داخل الخلية والسماح لجزيئات فضلات الخلية بالخروج ، و إذا تلف هذا الحاجز تخرج جزيئات أساسية من الخلية تسبب موتها .

النفاذية والانتقال عبر الأغشية السايتوبلازمية

يكون الغشاء شبه نفاذ وعموما تستطيع المواد واطئة الوزن الجزيئي فقط النفوذ الى الجزء الداخلي من الخلية .

تدخل المركبات إلى سايتوبلازم البكتريا بواحدة من العمليتين :

أ- الانتشار الفعال Passive diffuision

ب- النقل الفعال Active transport

الأول : تتدفق الجزيئات بصورة حرة داخل وخارج الخلية دون صرف طاقة من قبل الخلية ويحدث الانتشار

إلى أن يصبح تركيب الجزيئة مساوي داخل وخارج الخلية.

الثاني : الخلية تستهلك طاقة لنقل الجزيئات داخل وخارج الخلية ، وعادة ماتنقله الخلية داخلها أكثر مما تنقله

خارجها ، والنتيجة النهائية تراكم الجزيئات داخل الخلية .

يقع جهاز النقل المسمى بيرمييز permease في الغشاء السايتوبلازمي ويتألف على الأرجح من عدد من الأنزيمات المرتبطة مع الجزء ألبروتيني للغشاء والتي تحفز سلسلة من التفاعلات المتعاقبة ، يحتاج بعضها للطاقة .هناك بيرمييز مستقل لكل مادة مغذية ، فمثلا يقوم بيرمييز معين بنقل الكلوكوز واخر بنقل اللاكتوز وفي بعض الحالات قد يشترك نفس البيرمييز في نقل عدة مركبات متشابهة في تركيبها الكيمياوي .

٤- الاسواط Flagella ومفردها Flagellum

تختلف أنواع البكتريا من حيث قدرتها على الحركة فمنها :

١- **عديمة الأسواط وبالتالي لا تستطيع الحركة** مثل البكتريا الكروية وتنتقل هذه الأنواع من مكان لأخر بحركة الهواء أو الماء أو الحركة الميكانيكية من خلال التصاقها بالأشياء (الانزلاق).

٢- **مزودة بزوائد خارج الخلية طويلة ودقيقة تسمى الاسواط** وهي عبارة عن اسواط خيطية طويلة مكونة من بروتين من نوع خاص يسمي فلاجلين Flagelin، وتنشا الاسواط من جسم قاعدي منغرس في الجدار الخلوي والغشاء السايتوبلازمي وتمر في الجدار ليمتد السوط الخيطي طويلا خارج الخلية ، تكون مسؤولة عن الحركة في كثير من البكتريا كالحلزونية والضمية،

قطرها (٢٠) نانومتر وطولها (٣ـ ١٥ مايكرون). تكون اسواط البكتريا أدق بكثير وابسط تركيبا من اسواط الأحياء الحقيقية النواة .

يتألف السوط من ثلاثة أجزاء :

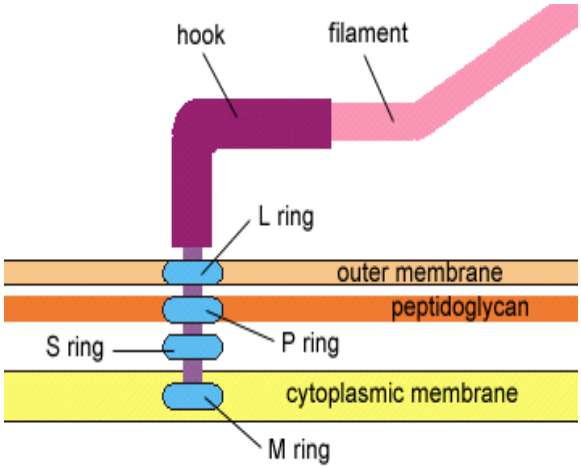
١- الخيط Filament : يكون طوله عدة مرات بطول الخلية .

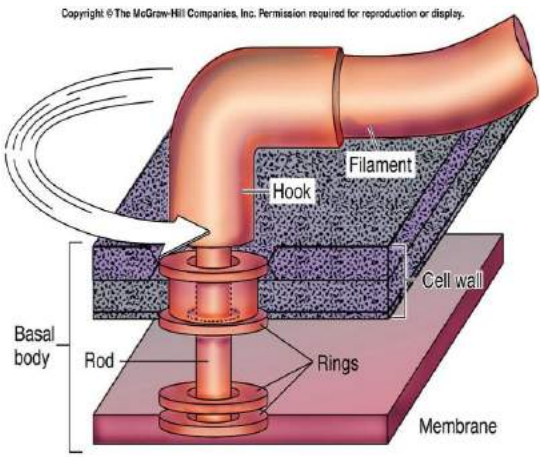
٢- الخطاف hook :

٣- الجسم القاعدي basal body : يلامس نهايته السايتوبلازم من الجهة الداخلية ويمتد هذا الجسم حتى ينتهي بجدار الخلية ، ويتكون الجسم القاعدي من أربع حلقات في البكتريا السالبة لصبغة كرام وحلقتين في البكتريا الموجبة لصبغة كرام . ، تكون المسؤولة عن حركة السوط .

وتتصف الخلية التي تحتوي على أسواط بأنها متحركة Motile والتي لا تحتوي على أسواط توصف بأنها

غير متحركة Non motile.





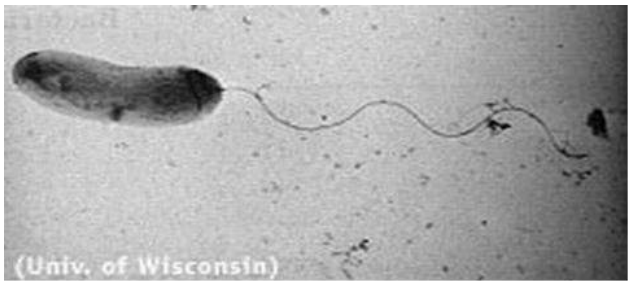
رسم توضيحي يبين أجزاء السوط في البكتريا السالبة لصبغة

إن نوع حركة البكتريا السوطية يعتمد على [1]- عدد الاسواط [2]-ترتيب . الاسواط على جسم الخلية

ويعتمد موقع الاسواط على نوع البكتريا . وبذلك تتواجد الأسواط حول الخلية البكتيرية في الترتيب الآتي :

أ - وحيدة السوط (قطبية) Monotrichous: التي تمتلك سوطا واحدا قطبيا .

مثال: *Vibrio cholerae* و *Pseudomonas aeruginosa*

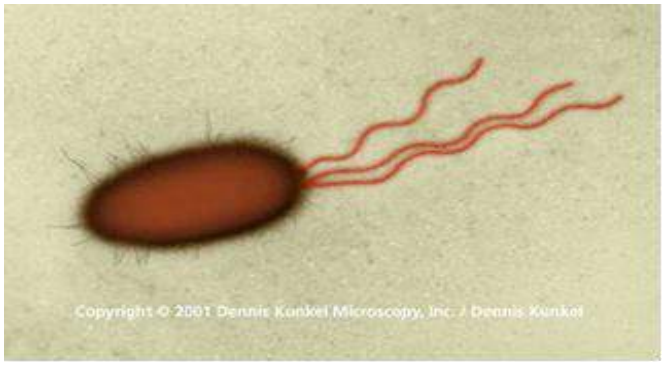


صورة بالمجهر الالكتروني للبكتريا

Vibrio cholerae

ب - سوطية الطرف (Lophotrichous) : التي تحوي حزمة (خصلة) من الاسواط في طرف واحد .

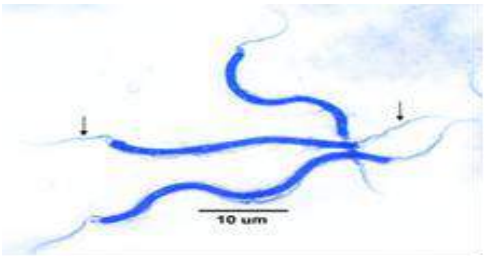
مثال : *Pseudomonas fluorescens* و *Escherichia coli*



صورة بالمجهر الالكتروني للبكتريا *Escherichia coli*

جـ - سوطية الطرفين Amphitrichous: التي تمتلك إما حزمة أو سوط واحد في كلا قطبي الخلية . مثال

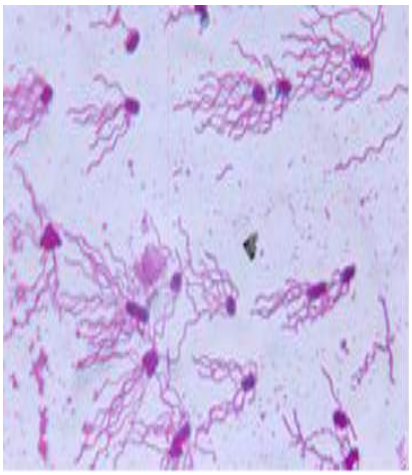
Aquaspirillum serpens و *Spirillum volutans*



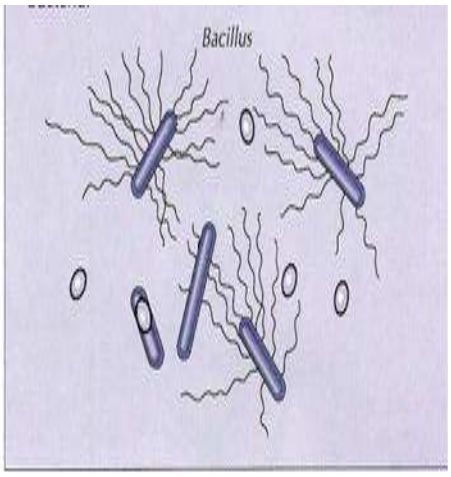
صورة بالمجهر الضوئي للبكتريا *Spirillum volutans*

د ـ محيطية الأسواط Peritrichous: التي تمتلك اسواطا تحيط بجميع جوانبها مثال :

Salmonella typhi , *Bacillus*

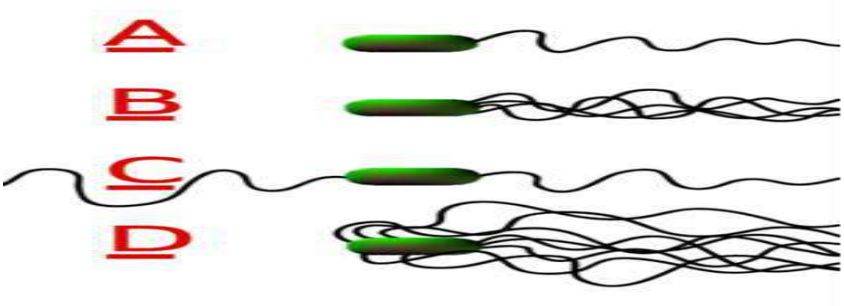


صورة بالمجهر الضوئي للبكتيريا Salmonella



رسم تخطيطي لخلايا الجنس Bacillus

هـ- عديمة الاسواط (Atrichous) : هي الخلايا التي لاتحتوي اسواطا ، مثل : جميع البكتريا الكروية .



رسم تخطيطي يبين ترتيب الاسواط على الخلية البكتيرية

٥- الأهداب Pili

هي بروزات شعرية مجوفة وغير ملتوية وتظهر خصوصا في البكتريا السالبة لصبغة كرام وتبدو ظاهريا شبيه بالاسواط ، وهي مكونة من بروتين خاص يسمي Pilin . وهذه التراكيب لا تستخدم في الحركة لوجودها في البكتريا المتحركة والغير متحركة على السواء . وهي تختلف عن الاسواط بما يلي :

ا- اقصر من السوط وأكثر عددا .

ب- ارفع ، اذ اصغر في قطرها يبلغ حوالي (١٠) نانومتر .

وظائفهـا :

١- تعمل كجسر اتصال بين خليتين لنقل المادة الوراثية (DNA) .

٢- منها تستعمل كأعضاء أساسية بعملية التعلق (الالتصاق) ، أي تحفظ البكتريا قرب سطح السائل . إذ تساعد

البكتريا الهوائية على تكوين غشاء على أسطح أسطح الأوساط السائلة .

٣- تستعمل لتثبيت البكتريا على السطوح الصلبة . إذ تساعد البكتريا المتطفلة على الالتصاق بسطح النبات أو

جلد الحيوان العائل .

المحاضرة الرابعة

٦- السايتوبلازم Cytoplasm

مادة غروية القوام ، يتكون من خليط معقد من مواد بروتينية وكربوهيدراتية ودهون وأحماض أمينية واملاح وفيتامينات ، وتوجد هذه المواد مذابة في الماء أو معلقة فيه ووظيفة السايتوبلازم انه مركز العمليات الحيوية بالخلية ويتكون من حوالي 85% من وزنه ماء و15% مواد صلبة .

يمكن تقسيم المادة الخلوية داخل السايتوبلازم إلى ثلاثة مناطق أو أقسام :

أ – منطقة سيتوبلازمية حبيبية الشكل وغنية بالأجسام الكبيرة كالرايبوسومات Ribosomes ، ويشكل

الحامض النووي R N A حوالي 60% منها والبروتين يشكل 20% .

ب – منطقة كروماتينية غنية بجزيئات الـ D N A .

جـ - الجزء السائل الذي يحتوي على المواد الغذائية الذائبة .

٧- المادة النووية Material Nuclear

ليس للبكتريا نواة حقيقية ولكنها تحتوي على أجسام نووية ليس لها غشاء نووي محدد وهي بذلك نواة بدائية توجد مغمورة في السايتوبلازم كمنطقة منتشرة وقد تتخذ أشكالا مختلفة ومتكونة أساسا من الحامض النووي (DNA) أعطيت لها أسماء مختلفة منها (النوية Nucleoid أو الجسم الكروماتيني Chromatin body) .

٨- الكروموسومات Chromosomes

الكروموسوم هو التركيب الرئيسي الذي تخزن فيه المعلومات الوراثية للخلايا البدائية النواة التي تستقر في بلازما النواة ، لا يحاط الكروموسوم في الخلايا البدائية بغشاء نووي nuclear membrane طول أي كروموسوم يبلغ حوالي (١) ملم .

٩- الرايبوزومات Ribosomes

أجزاء دقيقة جدا معتمة قطرها حوالي (٢٠) نانومتر ، تتالف كل رايبوزومة من جزئين ويتالف كل جزء منها بدوره من جزيئتين كبيرتين مختلفتين هما البروتين (الرايبوزمي Ribosomal) والـ RNA (الـ RNA الرايبوزمي Ribosoma- RNA) . تمتاز الرايبوزومات بخواصها الترسيبية العالية جدا بجهاز الطرد المركزي العالي السرعة ويعبر عنها(70S) وتشير الـ (S) إلى وحدة الترسيب Unit of Sedimentation تكريما للعالم السويدي Serdberg .

الوظيفة : تستعمل لتخليق البروتينات .

١٠- الميزوسومات Mesosomes

قد يكون الغشاء السايتوبلازمي في البكتريا G^+ طيات تتمركز في السايتوبلازم تدعى الميزوسومات وهي غير واضحة في البكتريا G^- .

الوظيفة : ١- تزيد المساحة السطحية للغشاء لذا فقد تزيد قابلية الخلايا على تركيز المواد المغذية

٢- تلعب دورا في انقسام الخلية .

١١- البلازميدات Plasmids

تحمل العديد من البكتريا معلومات وراثية إضافية في البلازميدات ، وهذه المعلومات هي التي تحدد ما اذا كانت الخلية مقاومة اوحساسة لمضادات حيوية معينة .

١٢- السبورات Spores :

عبارة عن خلايا ساكنة حيويا تمتلك عادة جدرا سميكة يمكنها إن تنبت وتنمو إلى خلايا خضرية عند توفر الظروف المناسبة ، اذ يمكن ان يمر السبور تحت ظروف معينة عبر سلسلة من الاحداث بموجبها يتحول مرة ثانية الى خلية خضرية وتدعى هذه العملية بالانبات germination، و لذلك تعتبر السبورات الداخلية طور من أطوار دورة الحياة (وسيلة لحفظ النوع) و ليست وحدة تكاثرية. وهذه السبورات شديدة المقاومة للظروف البيئية غير الملائمة كالحرارة والبرودة والجفاف ، فالخلايا البكتيرية تموت على درجة (80م) خلال (10) دقائق اما السبورات فتتحمل درجة غليان الماء وبعضها تتحمل هذه الدرجة لعدة ساعات .

ماهي أهم أسباب مقاومة السبورات للحرارة؟

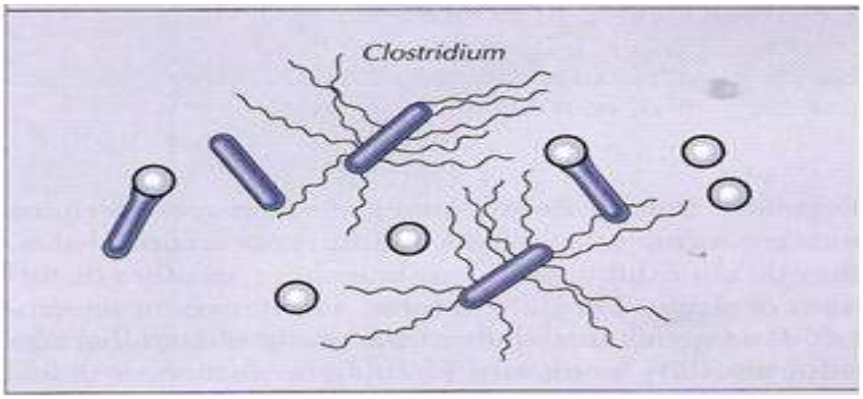
من أهم أسباب مقاومة السبورات للحرارة هو :

١- قلة الرطوبة الموجودة في تركيب السبور .
٢- احتواء جميع السبورات الداخلية على كمية كبيرة من حامض ثنائي بيكولينيك Dipicolinic acid (DPA) وهذا الحامض غير موجود في الخلايا الخضرية ، ويوجد هذا الحامض متحدا مع عنصر الكالسيوم على شكل معقد Ca-DPA الذي يلعب دورا في في مقاومة السبور للحرارة .

أنواع السبورات : تقسم السبورات الى مجموعتين : السبورات الداخلية والخارجية .

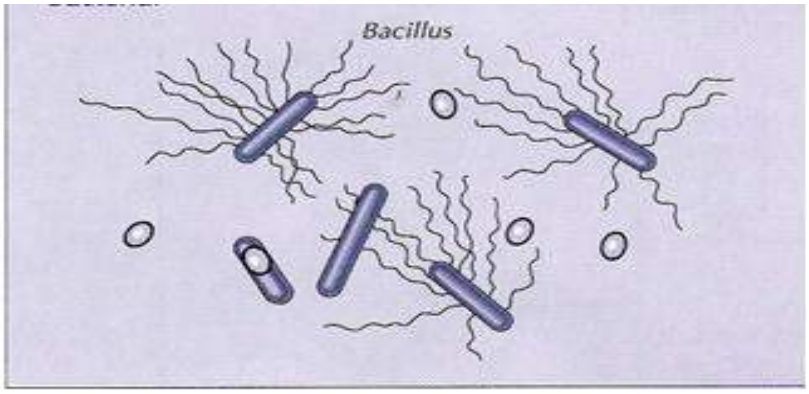
١- **السبورات الداخلية endospores :** تتكون داخل الخلية وعندما تكون الخلايا في نهاية طور النمو النشط ، يختلف شكل السبور وموقعه حسب نوع البكتريا وتكون اشكالها ومواقعها :

أ- قد تكون كروية الشكل وطرفية الموقع (Terminal): مثل : *Clostridium tetani*



رسم تخطيطي لأحد أنواع الجنس Clostridium، لاحظ شكل البوغ الكروي و موقعه في طرف الخلية - لاحظ ان قطر الجرثومة اكبر من قطر الخلية .

ب- قد تكون الجرثومة بيضاوية وشبه طرفية الموقع Subterminal مثل *Bacillus subtilis*



رسم تخطيطي يوضح البوغ الداخلي في احد أنواع الجنس *Bacillus* لاحظ البوغ ذات الشكل البيضاوي ، و كذلك موقعه التحت طرفي .

جـ - قد تكون اسطوانية أو عصوية و مركزية الموقع Central مثل : *Bacillus cereus*

٢- السبورات الخارجية exospores : تتكون خارجيا ، أي خارج الخلية الخضرية كما في التبرعم الذي يحصل في نهاية احد اطراف الخلايا . وهذه تكون مقاومة للجفاف والحرارة ولكن اقل من السبورات الداخلية ، لعدم احتوائها على حامض Dipicolinic acid(DPA) . يلاحظ هذا النوع من السبورات في خلايا البكتريا المؤكسدة لغاز الميثان والتابعة لجنس *Methylosinus* .

١٣- الحويصلات : Cysts

وهي تراكيب ذات جدار سميكة نوعا ما . تستخدم للسكون والسبات الحيوي وهي مقاومة للظروف الصعبة . وتتشابه الحويصلة مع السبور في بعض الأوجه ولكنها لا تمتلك المقاومة

العالية للحرارة مثل السبورات الداخلية وكذلك تختلف في تركيبها الكيميائي عن السبورات الداخلية . مثال : بكتريا Azotobacter تنتج الحويصلة .

١٤- الأحماض النووية : Nucleic acids

إن الأحماض النووية (الحامض النووي الرايبوزي RNA والحامض النووي الدي اوكسي رايبوزي DNA) هي بوليمرات طويلة ذات وحدات فرعية تدعى بالنيوكليوتيدات nucleotidesوهذه تتألف من ثلاث وحدات هي :

١- قاعدة نترو جينية Nitrogenous base (مركب حلقي يحتوي على نتروجين) .

٢- سكر خماسي الكربون .

٣- جزيئة الفوسفات Phosphate.

وهذه الوحدات ترتبط بعضها ببعض كالأتي :

قاعدة نترو جينية ــ سكر خماسي ــ الفوسفات = نيوكليوتايد

هناك خمس قواعد مختلفة حاوية على النتروجين يمكن تقسيمها إلى مجموعتين وفقا لتركيبها ،هما :

١- البيورينات Purines تتكون من : الادنين Adenine - الكوانين Guanine

٢- البريميدينات Pyrimidines تتكون من : الثايمين Thymine– السايتوسين Cytosine - اليوراسيل Uracil

الحامض النووي DNA

إن جزيئة الـ DNA تشبه الحبل وتحتوي على شريطين احدهما ملفوف على الأخر على شكل حلزون مزدوج ، وكل خيط عبارة عن سلسلة من النيوكليوتيدات المتعددة Polynucleotides مرتبطة بعضها ببعض .يمكن ملاحظة جزيئة الـ DNA كسلم لولبي ، اذ تشكل فيه التتابعات المتكررة من السكر والفوسفات قضبان السكة الحديدية في حين تمثل القواعد النتروجينية درجات السلم . تتحرك قضبان السكة الحديدية في اتجاهات متعاكسة ، إذ يذهب احدهما الى الاعلى والاخر الى الاسفل . ترتبط الضفيرتان مع بعضهما بآصرة هيدروجينية.

يتركب الحامض النووي DNA من :

١- قاعدة نترو جينية : الادنين والكوانين (البيورينات Purines) والثايمين والسايتوسين (البريميدينات Pyrimidines)

٢- السكر الخماسي دي اوكسي رايبوز .

٣- الفوسفات .

قاعدة نترو جينية ــ سكر دي اوكسي رايبوز ــ الفوسفات = نيوكليوتايد

الحامض النووي RNA

إن جزيئة الـ RNA تتألف من تتابع للنيوكليوتيدات ولكنه بخلاف الـ DNA فانه يتواجد اعتياديا كتركيب مفرد الضفيرة .

يتركب الحامض النووي RNA من :

١- قاعدة نترو جينية : الادنين والكوانين (البيورينات Purines) واليوراسيل و السايتوسين(البريميدينات Pyrimidines) .

٢- السكر الرايبوز

٣- الفوسفات

قاعدة نترو جينية ــ سكر رايبوز ــ الفوسفات = نيوكليوتايد

توجد أربعة وحدات فرعية لجزيئة الـ DNA(النيوكليوتيدات الأحادية)

١- الدي اوكسي ثايمين أحادي فوسفات

٢- الدي اوكسي ادينوسين أحادي فوسفات

٣- الدي اوكسي كوانوسين أحادي فوسفات

٤- الدي اوكسي سايتدين أحادي فوسفات

وأربعة في الـ RNA . إن لنيوكليوتيدات RNA نفس التركيب عدا وجود الرايبوز عوضا عن الدي اوكسي رايبوز واليوراسيل عوضا عن الثايمين .

ترتبط دائما قاعدة الثايمين مع الأدنين والكوانين مع السايتوسين .

الوظيفة

- RNA = ادوار مختلفة في تخليق البروتين .
- DNA = ناقلة للمعلومات الوراثية .

المحاضرة الخامسة

تغذية الأحياء المجهرية

تعرف المغذيات Nutrients : بأنها المركبات التي يجب أن يحصل عليها الكائن المجهري من المحيط لكي تسد حاجته في بناء تراكيبه والحصول على الطاقة . تدخل المواد الغذائية للخلايا النباتية وخلايا الكائنات المجهرية التي تمتلك جدارا خلويا صلبا كالبكتريا والفطريات عن طريق الانتشار Diffusion والتنافذ Osmosis ويسمى هذا النوع بالتغذية التنافذية Osmotrophic .

تؤدي العناصر الغذائية ثلاث وظائف منفصلة هي :

١- تجهيز المواد اللازمة لتكوين البروتوبلازم .

٢- تجهيز الطاقة اللازمة لنمو الخلية وتفاعلات البناء الحيوية .

٣- تعمل كمستقبلات للالكترونات المنطلقة من التفاعلات المنتجة للطاقة في الكائن الحي .

المتطلبات الغذائية

للحصول على أفضل نمو لكل مجموعة ميكروبية يجب أن نتفهم احتياجاتها الرئيسية من الغذاء وهي :

١- **مصدر الطاقة :** تحتاج جميع الاحياء المجهرية الى مصدر للطاقة ، بعض الاحياء تعتمد على الضوء للحصول على الطاقة ، وبهذه الحالة تسمى ضوئية التغذية Phototrophus ، في حين نجد إن الأحياء المجهرية التي تعتمد على أكسدة المركبات الكيميائية مصدرا للطاقة فتسمى كيميائية التغذية Chemotrophus ، ويظهر كلا النوعين في مجموعة البكتريا .

٢- **مصدر الكربون :** الكربون ضروري لجميع الأحياء وذلك لتصنيع وتكوين مركبات الخلية ، فبعض الاحياء لها القدرة على تمثيل Co_2 كمصدر أساسيا للكربون فتسمى ذاتية التغذية Autotrophus ، والبعض الأخر يمكنه استعمال الكربوهيدرات وغيرها من المركبات العضوية مصدرا أساسيا للكربون فتسمى متباينة التغذية Heterotrophus .

تتكون الخلية الميكروبية من ٨٠ – ٩٠ % ماء من الكتلة الرئيسية للخلية ويدخل في تركيب كتلة الخلية العناصر التالية :

الكربون ٥٠ % ، هيدروجين ٨% ، اوكسجين ٢٠% ، النتروجين ١٤ % ، الكبريت ١ % ، الفسفور ٣% ، بوتاسيوم ١.٠% ،صوديوم ١.٠% ، كالسيوم ٥.٠% ، مغنيسيوم ٥.٠% ،كلور ٥.٠% حديد ٢.٥% وعناصر اخرى ٣.٠% .

٣- **مصدر النيتروجين :** جميع الأحياء تحتاج إلى النيتروجين بصورة مختلفة لبناء الخلية .هناك انواع من البكتريا قادرة على استغلال النايتروجين الجوي (N_2) ، وبعضها يستهلك المركبات النتروجينية غير العضوية مثل النتريت والنترات واملاح الامونيا (NH_4^+) . وبعضها الأخر يمكنه استعمال النيتروجين العضوي كالأحماض الامينية . NH_4 , NH_3 أكثر توفرا للأحياء المجهرية حيث تدخل بسرعة للخلية.

٤- **عنصر الكبريت** : البكتريا تستغل الكبريت العضوي او اللاعضوي او عنصر الكبريت تبعا لنوعها ، فهو يدخل بتركيب البروتين في الخلية .

٥- **الفسفور** : يستغل بشكل أملاح لحامض الفوسفوريك (Hpo_4^{--} , $H_2po_4^-$). يستعمل الفسفور بالشكل غير العضوي كأملاح الفوسفات المعدنية في الاوساط الصناعية ، والاحماض النووية مصدرا رئيسا للفسفور في الاوساط الطبيعية .

فتعد ايونات العناصر المعدنية ضرورية لجميع الكائنات الحية . ومنها , K^+ ,Ca^{+2} , Mg^{+2} Fe^{+2} والتي تحتاجها البكتريا بتراكيز متوسطة . إما العناصر النادرة والتي تحتاجها الكائنات الحية بتراكيز واطئة فهي : , Zn^{+2} , Cu^{+2} , Mn^{+2} ، Mo^{+6} Ni^{+2} , B^{+2} , Co^{+2} .

٦- **الماء**: إن بروتوبلازم الخلية الحية يحتوي من ٧٣-٨٠ % من الماء .الماء ضروري لجميع الأحياء المجهرية لغرض النمو . والبكتريا تحتاج إلى الماء لان جميع المواد الغذائية التي تحتاج إليها للنمو يجب أن تكون مذابة في الماء لكي تتمكن من دخول الخلية .

٧-**عوامل النمو :** وهي احماض امينية وفيتامينات ومواد اخرى ، بعض البكتريا لها القدرة على تخليق جميع الفيتامينات الضرورية من مكونات الوسط الغذائي ، اما البعض الاخر لا ينمو الا اذ توفر واحد او اكثر من الفيتامينات في الوسط الغذائي .

أنماط التغذية

أ- تقسم الأحياء الدقيقة حسب استخدامها لمصادر الطاقة المختلفة إلى :

١- **أحياء ضوئية Phototrophs :** وهي الأحياء المجهرية التي يكون فيها الضوء مصدرا للطاقة.

تشمل : سيانوباكتر : تقوم كالنباتات الخضراء .

١- **أحياء كيميائية Chemotrophs:** وهي الأحياء التي تؤكسد المركبات المعدنية لتحصل على الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية المختلفة.

ب- تقسم الأحياء الدقيقة حسب استخدامها لمصادر الكربون :

١- **أحياء ذاتية التغذية Autotrophs:** وهي الأحياء المجهرية التي تستعمل غاز ثاني اوكسيد الكربون مصدر للكربون.

٢- **أحياء متباينة التغذية Heterotrophs :** وهي الأحياء المجهرية التي تستعمل المركبات العضوية مصدرا للكربون.

كذلك قسمت الأحياء المجهرية بالنسبة للتداخل بين مصدر الكربون والطاقة إلى أربعة أقسام هي:

أ- أحياء ذاتية التغذية ضوئية Photoautotrophs

وهي الأحياء المجهرية الشبيهة بالنباتات إذ تستعمل ثاني اوكسيد الكربون كمصدر للكربون والضوء مصدر للطاقة وهذه تضم جميع الطحالب وقسما من البكتريا مثل جنس Rhodospirillium وكذلك البكتريا الأرجوانية Purple bacteria والبكتريا الخضراء Green bacteria.

ب- أحياء ذاتية التغذية كيميائية Chemoautotrophs

وهي الأحياء المجهرية التي تستعمل ثاني اوكسيد الكربون مصدرا للكربون وأكسدة المركبات المعدنية مصدر للطاقة. ويشمل هذا القسم عددا من الأجناس البكترية الاقتصادية والتي تقسم بدورها إلى مجاميع أخرى على أساس مركبات العناصر التي تقوم بأكسدتها للحصول على الطاقة وهي:

١- البكتريا التي تؤكسد ايونات الامونيوم إلى ايونات النتريت للحصول على الطاقة مثل جنس *Nitrosomonas* كما في المعادلة الآتية:

$$NH_4 + 11/2O_2 \text{ ----- } NO_2 + 2H^+ + H_2O + 66 \text{ cal.}$$

٢- البكتريا التي تؤكسد ايونات النتريت إلى ايونات النترات للحصول على الطاقة مثل جنس *Nitrobacter* كما في المعادلة الآتية :

$$NO_2^- + 1/2O_2 \text{ ---------- } NO_3^- + 17.2 \text{ cal.}$$

٣- البكتريا التي تؤكسد مركبات الكبريت إلى ايونات الكبريتات للحصول على الطاقة مثل جنس *Thiobascillus* كما في المعادلة الآتية:

$$S + 11/2O_2 + H_2O \text{ ---- } H_2SO_4 + \text{energy}$$

٤- البكتريا التي تؤكسد ايونات الحديدوز المضافة إلى التربة بشكل كبريتات الحديدوز إلى رواسب من هيدروكسيد ألحديديك للحصول على الطاقة مثل *Ferro bacillus*.

$$Fe^{+2} \text{ ---------- } Fe^{+3} + \text{energy}$$

جـ الأحياء المجهرية المتباينة التغذية كيميائيا Chemoheterotrophs

وهي الأحياء المجهرية التي تستعمل المركبات العضوية مصدرا للكربون والكيميائية مصدرا للطاقة وتشمل جميع الفطريات والابتدائيات ومعظم البكتريا وجميع الاكتنيومايستات ومن الأجناس البكترية لهذه المجموعة هي *Rhizobium* المثبت للنيتروجين تعايشيا والجنس *Azotobacter* المثبت للنيتروجين لا تعايشيا .

المحاضرة السادسة

نمو وتكاثر البكتريا Bacterial Growth and Reprodution

يعرف النمو (Growth) : بانه الزيادة في عدد الخلايا الكلي وليس الزيادة في حجم الخلية أو كتلتها ، اما نمو الخلية فيتمثل بمجموعة من الاحداث والتفاعلات التي تؤدي الى زيادة في حجمها وبالتالي انقسامها أي زيادة في اعدادها . يعتمد النمو على عدة عوامل أهمها :

١- مصادر الطاقة ٢- قدرة الحامض DNA على الانشطار

٣ - الظروف البيئية (الحرارة ، الـ PH ، نسبة الأوكسجين) .

يتحدد نمو الكائنات الدقيقة عن طريق تحديد :

- الكثافة المكروبية (الكتلة الخلوية).

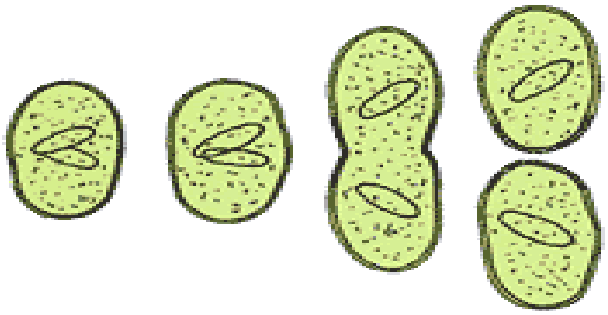
- التركيز الخلوي.

النمو غير المتوازن :

عندما تزداد الكتلة الخلوية بتركيب بعض المكونات أو مكون واحد فقط وليس كل المكونات وعندها تكون الانقسامات الخلوية مثبطة نهائيا. إن نقص أي عامل من العوامل الضرورية للنمو يؤدي إلى وقفه.

تكاثر البكتريا

تتكاثر البكتريا عندما تزرع في وسط زرعي ملائم بالانشطار الثنائي البسيط Binary fissionوهو طريقة تكاثر لاجنسي ، والذي تنقسم فيه الخلية المفردة إلى خليتين متماثلتين . الشكل التالي يبين مراحل الانشطار الثنائي في نمو خلية البكتريا .



يزداد عدد الخلايا بالانشطار الثنائي بطريقة آسية أو لوغارتمية. فلو بدأنا بزرع خلية بكتيرية واحدة فان الزيادة تكون آسية كما يأتي :

1 ← 2 ← 4 ← 8 ← 16 ← 32 ---- الخ .

1 ← 2^1 ← 2^2 ← 2^3 ← 2^4 ← 2^5 ----- 2^n

n = عدد الانقسامات (عدد الاجيال)

اما الفترة اللازمة لزيادة عدد البكتريا الى الضعف تسمى زمن الجيل (G.T) Generation Time(التضاعف Doubling) ، أي الزمن الذي تستغرقه الدورة الكاملة من بدايتها حتى الانتهاء من انقسام الخلية ، والنمو الحاصل فيه يدعى بسرعة النمو(زمن الانقسام) ، أي الزيادة في كتلة الزرع خلال فترة زمنية محددة .

يتغير زمن الجيل بتغير الأنواع ويتراوح مابين (20 – 25) دقيقة في البدائية النواة وبين ساعتين الى بضعة ايام في الحقيقية النواة ، ويعتمد زمن الجيل كثيرا على الظروف البيئية مثل :

١- طبيعة المواد الغذائية الموجودة في الوسط
٢- ودرجة الحرارة
٣- والـ PH .

ويمكن حساب عدد الأجيال عند معرفتنا لزمن الجيل أو بالعكس من المعادلة التالية :

$$g = \frac{t}{n}$$

n = عدد الأجيال
t = الزمن الكلي
g = زمن الجيل

وسرعة النمو تعرف بعدد المضاعفات (عدد الاجيال) الحاصلة في زرع معين في وحدة زمنية واحدة (ساعة) أي ان :

$$\text{growth rat} = \frac{n}{t}$$ (سرعة النمو) .

نمو البكتريا يكون بمعدل لوغارتمي تبعا لدالة آسية للأساس 2 ، وبما ان اللوغارتمات ماهي الا اس للاساس ما من الارقام فان النمو يتبع نظاما لوغارتميا وبذلك تكون العلاقة علاقة خط مستقيم .

يمكن حساب عدد خلايا البكتيريا في أي مرحلة من مراحل النمو المختلفة باستخدام المعادلة التالية:

$$\mathbf{Ns = (Ni)2^n}$$

Ns= العدد الكلي للخلايا في نقطة ما من المنحنى.

Ni= العدد المبدئي للخلايا البكتيرية.

n = عدد الأجيال

2^n= عدد الخلايا في الجيل الواحد.

مثال :

لتقدير عدد خلايا بكتيريا *Xanthomonus* الموضوعة على طبق بتري يحوى بيئة ملائمة للنمو، حيث ترك الطبق لمدة 4 ساعات في جو مناسب للتكاثر وكان العدد المبدئي لها هو 10 خلايا وزمن الجيل لها هو 20 دقيقة للجيل الواحد.

الحل :

$$g = \frac{t}{n}$$

فإن عدد الأجيال :

(n)= الوقت/ زمن الجيل

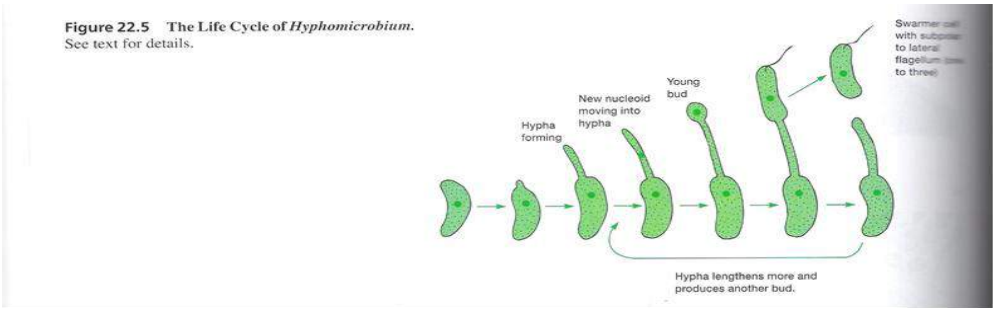
= 240 دقيقة/ 20 دقيقة =12 جيلاً

عدد الخلايا الكلي لخلية واحدة بعد 4ساعات = $2^n = 2^{12}$ = 4096 خلية.

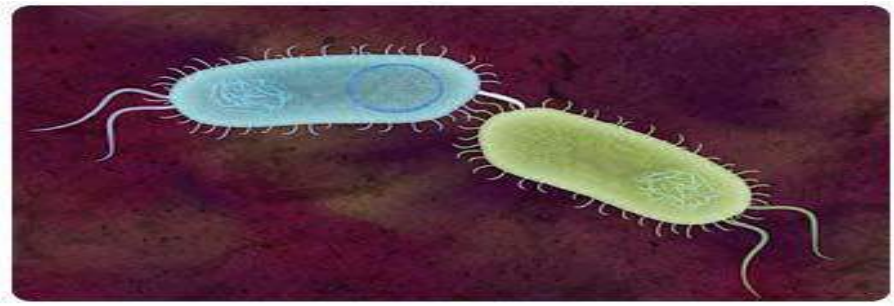
عدد الخلايا الكلي للعشر خلايا =10 4096* = 40960 خلية بكتيرية.

من الطرق الأخرى التي تتكاثر بها البكتريا هي :

١- **التبرعم Budding :** إذ يخرج برعم صغير من احد أطراف الخلية الأم ثم يبدأ هذا البرعم الصغير بزيادة حجمه حتى يصبح مماثلا للخلية الأم ثم ينفصل عنها ومـــن أنواع البكتريا التي تتكاثر بهذه الطريقة *Hyphomicrobium*



١- **التكاثر الجنسي Sexual reproduction :** تم التعرف على هذا النوع من التكاثر فى البكتريا بواسطة المجهر الالكتروني ،ففي حالات نادرة تبين وجود جسر يصل ما بين بكتريتين عصويتين وتنتقل الصبغات خلال هذا الجسر من بكتريا الى اخرى بل وجد ان بعض البكتريا تدفع بصبغاتها الى بكتيريا اخرى من نفس النوع وتعرف البكتريا التى تنتقل منها الصبغات باسم البكتيريا الذكرية والبكتيريا التى تستقبل الصبغات باسم البكتيريا الانثوية .



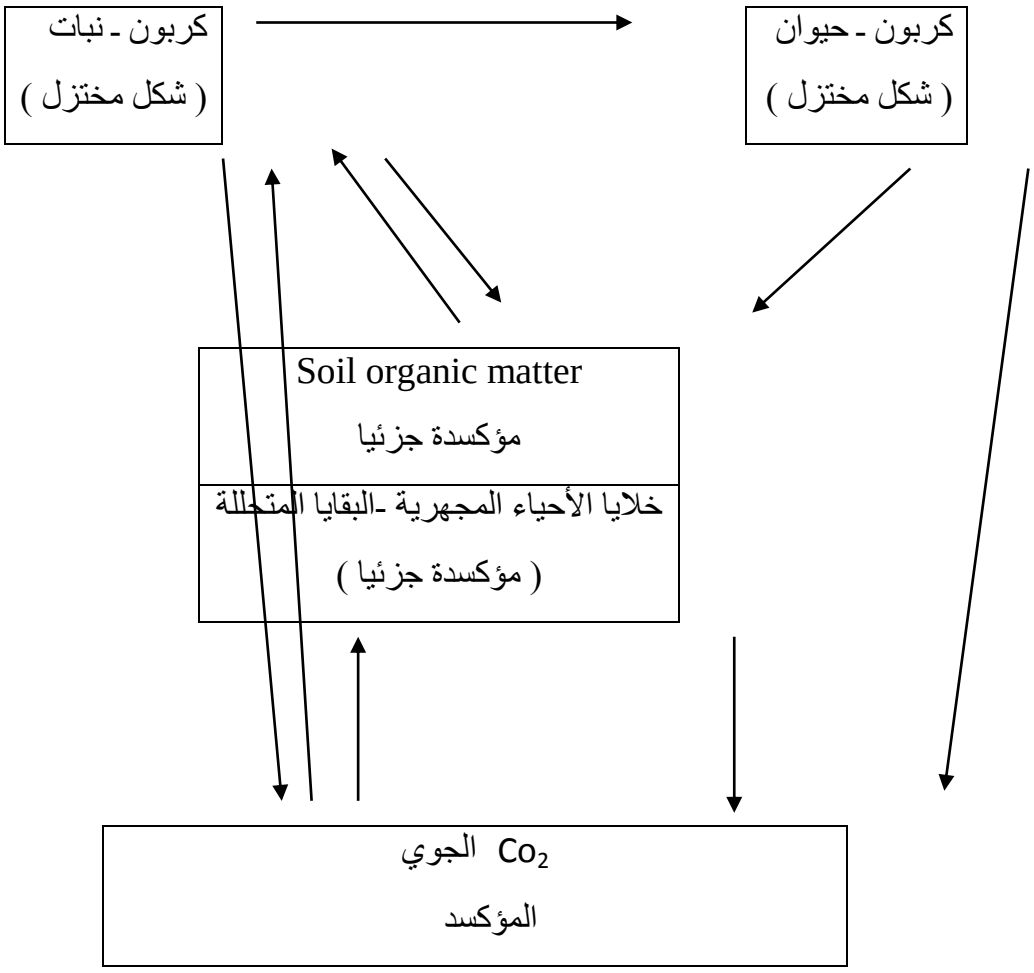
المحاضرة السابعة

دورة الكربون Carbon cycle

يعد الكربون من العناصر المهمة في بناء الخلية ، اذ كعنصر مهم في تركيب البروتوبلازم وتتراوح نسبته في خلايا الكائنات المجهرية حوالي (٤٠% ــ ٥٠%) من الوزن الجاف . اذ تحصل عليه من غاز Co_2 الموجود بكمية محدودة تبلغ حوالي (٠.٠٣ %) من مكونات الهواء الجوي .

تتمثل دورة الكربون في الطبيعة بتحويل غاز Co_2 اللاعضوي الى الحالة العضوية بفعل الكائنات الذاتية التغذية الضوئية (النباتات الخضراء ، الطحالب) ثم يعاد تكوينه مرة أخرى الى حالته المعدنية (Co_2) الذي ينطلق مرة اخرى الى الهواء الجوي لضمان استمرار الحياة للكائنات الراقية .

إن قسما من النباتات يرجع الى التربة كمخلفات نباتية والقسم الأخر يؤكل من قبل الحيوانات وهذا أيضا يرجع الى التربة ، إضافة الى ذلك فالأحياء المجهرية التي تموت بسبب قلة الغذاء أو لأسباب أخرى أيضا تكون مصدرا من مصادر المادة العضوية في التربة .، جميع هذه المواد مصيرها التحلل الميكروبي الى مكوناتها المعدنية الأصلية ومنها Co_2 .



شكل : دورة الكربون في الطبيعة .

قبل الدخول في التفاعلات الكيميائية التي لها علاقة بفعل الأحياء المجهرية ، نعطي بعض الاعتبارات الفسلجية في تغذية هذه الأحياء . فالعناصر الغذائية التي تستهلكها بصفة أساسية تؤدي ثلاث وظائف منفصلة هي :

١- تجهيز الكائنات الدقيقة العناصر اللازمة لتكوين بروتوبلازم الخلية .

٢- تجهيز الطاقة اللازمة لنمو الخلية وتفاعلات البناء الحيوية .

٣- تعمل العناصر الغذائية كمستقبلات للالكترونات المنطلقة من التفاعلات المنتجة للطاقة في الكائن الحي . ففي الكائنات الهوائية يستعمل الأوكسجين كمستقبل نهائي للالكترونات ، أما في الكائنات اللاهوائية فإنها تستعمل :

أ- مركبات عضوية كمستقبل للالكترونات مثل حامض البيروفيك Pyruvic acid الذي يتحول الى ايثانول ethanol بواسطة الخمائر أو الى حامض اللاكتيك Lactic acid بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك .

ب- مركبات معدنية كمستقبل للالكترونات كعملية التنفس بدلا من الأوكسجين ، مثلا تستعمل No_3 كمستقبل للالكترونات بدلا من الأوكسجين اذ تختزل الى آمونيا كما في حالة بكتريا E.coli ، *Bacillus subtilis* ، او تختزل الى نتروجين كغاز كما في حالة بكتريا *Pseudomonas denitrificans* . أحيانا تستعمل الكبريتات كمستقبل للالكترونات في عملية التنفس بدلا من الأوكسجين ، إذ تختزل إلى H_2S كما في حالة البكتريا اللاهوائية *desulfovibrio derulforicans* .

النشاط الأنزيمي في التربة

أي تفاعل كيميائي بايولوجي لا يمكن أن يتم إلا بواسطة الأنزيمات ، وجميع التفاعلات المايكروبايولوجية لا تتم إلا بوجود أنزيمات خاصة بها ،ولكل تفاعل أنزيم خاص به يفرزه كائن حي متخصص . من الممكن تقسيم الأنزيمات الى قسمين :

1- Constitutive Enzymes

وهي الأنزيمات الموجودة في كل وقت داخل الخلية كأنزيمات الكلايكوليس glycolysis وأنزيمات دورة الحامض الكاربوكسيلي الثلاثي (T.C.A) .

2- Inducible Enzymes

وهي تشمل الانزيمات غير الموجودة بصورة طبيعية داخل الخلية ، وإنما تحفز وتتكون وتفرز خارج الخلية ، اذ تكونها الخلية كنتيجة لوجود مادة غذائية معينة (مركبات عضوية) داخل التربة ، فعند إضافة السليلوز الى تربة ما سوف تقوم البكتريا الخاصة بتحليل السليلوز بإنتاج أنزيمات السيليوليز cellulases ، اذ يتحلل السليلوز إلى كلوكوز :

Cellulose ⟶ n glucose

وإضافة بروتين مثلا إلى تربة ما سوف يحفز البكتريا الخاصة بتحليل البروتين على إنتاج أنزيمات البروتينيز Protieneses : :

Protieneses

Protien ⟶ Amino acid

من الممكن تقسيم الأنزيمات بطريقة أخرى :

١- أنزيمات داخلية Entracellular Enzymes

وهي الأنزيمات التي تفرز على المواد الغذائية داخليا فقط .

٢- أنزيمات خارجية Extracellular

وهي الأنزيمات التي تفرز خارج الخلية في التربة كالأنزيمات التي تحلل السليلوز والبروتين .

طريقة دراسة أنزيمات التربة

لدراسة نشاط أي أنزيم بالتربة نضيف المادة الغذائية التي يحللها ذلك الأنزيم بكمية من التربة مع وجود مادة مثبطة للقضاء على أحياء التربة المجهرية ومن ثم يدرس كمية ناتج التحلل .

فلدراسة نشاط أنزيم Urease في تربة ما نقوم بأخذ كمية قليلة من التربة (٢غم مثلا) ونضيف لها تركيز معين من اليوريا مع كمية قليلة من مادة مثبطة كالتلوين مثلا ، وتترك لمدة من الزمن ومن ثم تقاس كمية الامونيا الناتجة من تحلل اليوريا .

هناك عوامل عديدة تؤثر في النشاط الإنزيمي في التربة منها :

1- تركيز ايون الهيدروجين

2- الحرارة

3- ملوحة التربة

المادة العضوية Organic matter

يقصد بها بقايا النباتات والحيوانات غير المتحللة التي تضاف إلى التربة أو تقلب في التربة لغرض الإفادة منها سمادا عضويا . لذا فان مصادر المادة العضوية متعددة منها :

١- بقايا النباتات ومخلفاته .
٢- أنسجة الحيوان ومخلفاته .
٣- خلايا الأحياء المجهرية الميتة .

يمكن تقسيم المركبات العضوية النباتية إلى :

1- Cellulose 15 – 60 % of dry weight
2- Hemicellulose 10 – 30 % of dry weight
3- Proteins 5- 10 % of dry weight
4- Lignins 5- 30 % of dry weight
5- Starch 5- 30 % of dry weight
6- Simple sugars ,Amino acids , Aliphatic acids 5- 30 % of dry weight
7- Fats , Oil , waxes Less then 2 %

النسب أعلاه تختلف حسب النبات

طرق قياس درجة تحلل المادة العضوية .

١- قياس كمية Co_2 المتحررة من المادة العضوية .
٢- قياس كمية الأوكسجين المستهلكة لأكسدة المادة العضوية .
٣- تقدير النقص الحاصل في كمية المادة العضوية إما كيميائيا أو بالوزن .
٤- تتبع اختفاء المكونات العضوية كالسليلوز والهميسليلوز أو اللكنين وغيرها .

تحلل المادة العضوية

أهم وظيفة تقوم بها أحياء التربة المجهرية هي تحليل المادة العضوية إلى عناصرها المعدنية الأصلية من S,N , C وعناصر صغرى . ان تحلل المادة العضوية في التربة يخدم فعاليتين أساسيتين للاحياء المجهرية وهما تجهيز :

ا- الطاقة اللازمة للنمو . ب- الكربون ، لتكوين مكونات الخلية الجديدة.

ان المراحل النهائية من التحلل هي :

١- توفير عناصر غذائية جاهزة للنبات (Co_2 وماء) .
٢- خلايا ميكروبية .
٣- مواد سوداء تعرف بدبال التربة Soil humic .

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow Co_2 + H_2o + energy$$

تحلل المادة العضوية في التربة هو صفة لجميع الأحياء المتباينة التغذية Hetrotrophs ، وبصورة عامة ان تحلل المادة العضوية يستعمل كمؤشر لمستوى الفعالية المايكروبية ، ولذلك تختلف المجاميع المايكروبية في كفاءتها باستعمال الكربون العضوي وكما يلي :

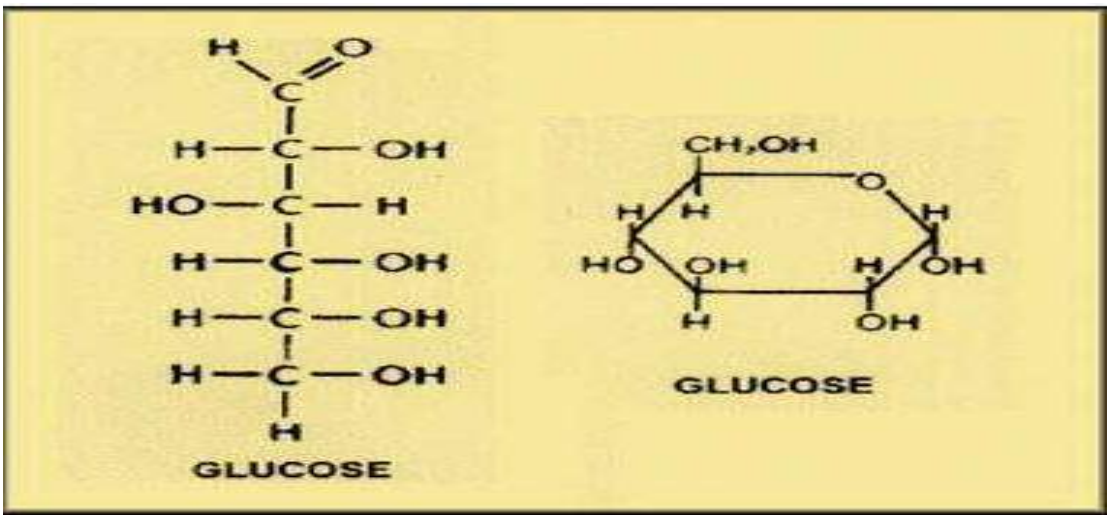
١- الفطريات والفطريات الشعاعية : ٣٠ % ـ ٤٠ % من الكربون المستعمل .
٢- البكتريا الهوائية : يمثل من ٥ % ـ ١٠ % من الكربون العضوي .
٣- البكتريا اللاهوائية : يمثل حوالي ٢% ـ ٥ % من الكربون العضوي .

بعض الأساسيات

ان دراسة ميكانيكية تحلل المركبات العضوية النباتية يحتاج إلى فهم واسع بأساسيات الكيمياء الحياتية ، سوف نبدا بالتحلل الحيوي لابسط المركبات النباتية وهي السكريات الأحادية متمثلة بتحلل الكلوكوز ثم ننتقل الى المركبات الأكثر تعقيدا . وقبل دراسة تحلل أي مركب يجب ان نفهم التركيب الكيمياوي لكل مركب ، ابسط وحدة تتكون منها السكريات المتعددة هو الكلوكوز .

١- السكريات الأحادية : Monosaccharides : وتشمل كل من الكلوكوز ، الكالكتوز ، المانوز والسكريات الامينية .

تركيب الكلوكوزGlucose



- الفرق بين &- glucose و B- glucose هو إن الـ OH في ذرة الكربون رقم ١ في &- glucose تكون للاعلى وفي B- glucose تكون للأسفل .
- الكالكتوز هو كلوكوز ما عدا الـ OH بدل H وH بدل OH في ذرة الكربون رقم ٤ .
- المانوز هو كلوكوز ما عدا الـ OH بدل H وH بدل OH في ذرة الكربون رقم ٢ .

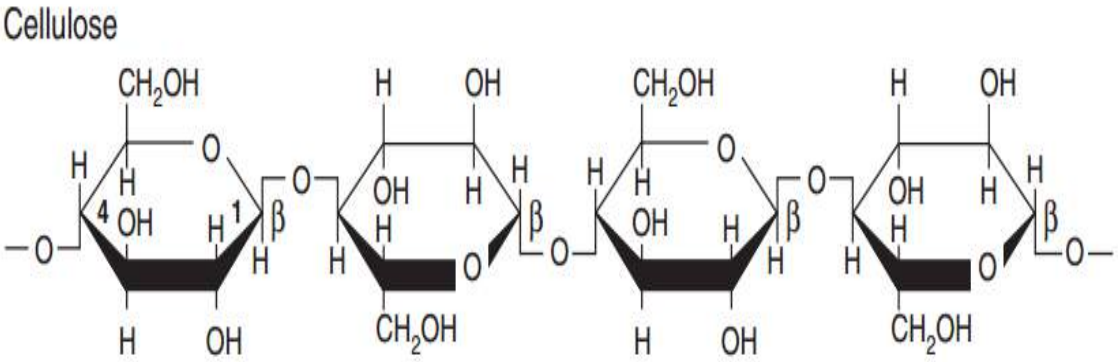
تركيب السكريات الامينية

- لو رفعنا الـ OH من الكلوكوز في ذرة الكربون رقم ٢ وحل محله NH_2 فيتكون Glucoseamine .
- لو رفعنا الـ OH من المانوز في ذرة الكربون رقم ٢ وحل محله NH_2 فيتكون Mannoseamine .
- لوتاكسدت CH_2OH إلى مجموعة COOH (في الكلوكوز) يسمى المركب الناتج Glucuronic acid .
- لو حل محل CH_2OH ذرة هيدروجين (في الكلوكوز) يسمى المركب الناتج السايلوز Xylose .
- Arabinose عبارة عن الكالكتوز ماعدا CH_2OH يحل محل H .

٢- السكريات المتعددة Polysaccharides : وتشمل السليلوز ، الهيميسيليلوز، النشا ، الكايتين

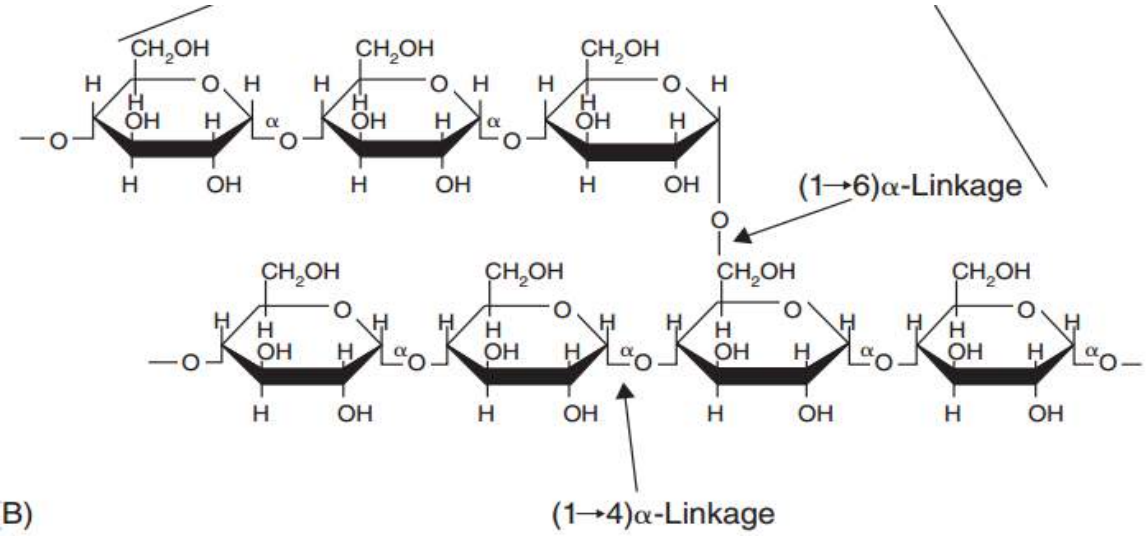
تركيب السليلوز Cellulose

السيليلوز عبارة عن مادة كربوهيدراتية تتكون من مجموعة كبيرة من جزيئات الكلوكوز مرتبطة مع بعضها برابطة B- 1,4 ، الآصرة تسمى كلايكوسيدية glycosidic bond ، يوجد السيليلوز في النباتات البذرية والطحالب وكثير من الفطريات وأكياس عدد من الابتدائيات .



تركيب النشا Starch

النشا عبارة عن مركب كاربوهيدراتي يدخل في تركيب أنسجة الخشب وسيقان النباتات والدرنات والبصلات والكرومات والثمار والبذور . ويتكون من جزيئات الكلوكوز مرتبطة مع بعضها بروابط
1,4 -& و 1,6 - & ونفس الآصرة .



B)

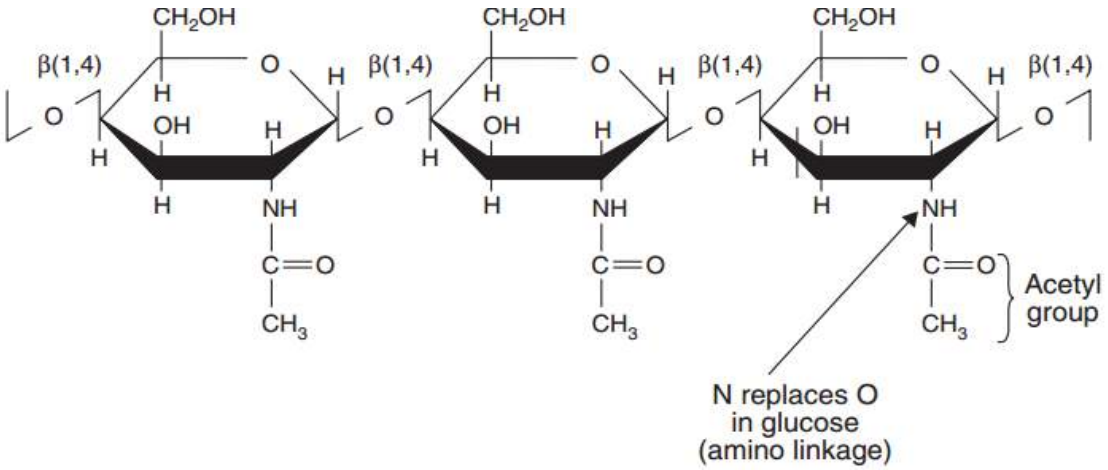
تركيب الهيميسيليلوز Hemicellulose ويسمى كلايكان glycan

يوجد في الجدران السميكة من خلايا السيقان والجذور والأوراق ويقسم إلى قسمين :

١- الكلايكان المتشابه Homoglycan (يتركب من سكريات أحادية متشابهة) مثل :
أ- Glucan : عبارة عن جزيئات الكلوكوز مرتبطة مع بعضها .
ب-Galactan : عبارة عن جزيئات الكالكتوز مرتبطة مع بعضها .
جـ- Xylan : جزيئات السايلوز مرتبطة مع بعضها .
د- Araban : جزيئات الارابينوز مرتبطة مع بعضها .
٢- الكلايكان المختلف Heterroglycan : يتركب من سكريات أحادية مختلفة مع حوامض مختلفة من الـ uronic acid ، أسمائها عبارة عن مركب ينتهي باسم السكر الأكثر وجودا فيه مثل :
Glucomannan ، arabinoxylan ، arabinogalactan .

تركيب الكايتين Chitin

يوجد في التركيب الكيمياوي لغلاف الفطريات وأغلفة بعض الحشرات . يعتبر من أكثر أنواع السكريات المتعددة ذات الوحدات الأساسية المكونة من السكريات الامينية وجودا في الطبيعة، يتركب الكايتين من سلسلة من وحدات الـ N-acetylglucosamine مرتبطة ببعضها بروابط B- 1,4 ، الآصرة تسمى كلايكوسيدية .


CH2OH
β(1,4)
O
H
OH
NH
C=O
CH3
β(1,4)
Acetyl group
N replaces O in glucose (amino linkage)

المحاضرة الثامنة

الفطريات Fungi

علم الفطريات Mycology :

هو دراسة الفطريات من أدناها إلى أرقاها في سلم التطور من حيث مظهرها وانتشارها وطرق معيشتها وتركيب أجسامها الثمرية وأثارها الضارة والنافعة . قسم علم الفطريات إلى عدد من الفروع الرئيسية واهم هذه الفروع : بيئة الفطريات Fungal ecology ، فسيولجيا الفطريات ، وراثة الفطريات Fungal geneties ، وعلم الفطريات الصناعية Industrial mycology وعلم الفطريات الطبية Medical mycology ، والـ Mycology مكونه من : Mykes : وتعني العرهون أو عش الغراب . و Loges : وتعني علم .

الفطريات : كائنات حية ذات نواة حقيقية تعود إلى مملكة البروتيستا ولا تحتوي على الكلوروفيل :

١- لها جدار خلوي سميك مكون من السكريات المتعددة .

٢- خيوطها اسطوانية دقيقة تدعى خيوط العفن (خيوط فطرية) Hyphae تتجمع هذه الخيوط لتكون

الميسليوم (غزل الاعفان) Mycelium وقد تكون متفرعة أو غير متفرعة ، مقسمة أو غير مقسمة septate or non .

٣- تشتمل الفطريات على الاعفان والخمائر، تتكون الخمائر من خلية واحدة في حين تتكون الاعفان من عدة

خلايا على هيئة خيوط تسمى الهايفات .

٤- اغلبها مجهرية، تكون الأجسام الثمرية لبعضها كبيرة الحجم ترى بالعين مثل العرهون .

٥- غير ذاتية التغذية (متباينة التغذية) Heterotrophic .

أقسام الفطريات

تصنف إلى مجاميع تصنيفية على أساس السبورات التي تنتجها . ولهذا تقسم الفطريات الحقيقية Eumycetes إلى أربعة صفوف Classes رئيسة :

١- Phycomycetes: تشمل الاعفان المائية والأنواع الأخرى التي تعيش في البيئات الرطبة ، الهايفات غير مقسمة ، تتكاثر جنسيا بتكوين السبورات الزيجية Zygospore والسبورات البيضية Oospores ومنها الاعفان *Rhizopus* , *Mucor*

٢- الفطريات الكيسية Ascomycetes: الهايفات مقسمة ، تتكاثر جنسيا بالسبورات الكيسية Ascospores وهي تتكون داخل كيس بيضوي الشكل يسمى ascus ومنها خميرة الخبز *Saccharomyces cerevisiae* . فطر البنسيليوم – الكمأة

٣- الفطريات البازيدية Basidiomycetes : الهايفات مقسمة ، تتكاثر جنسيا بانتاج السبورات البازيدية Basidiospores والتي تتكون داخل تركيب على شكل هراوة يسمى البازيدة Basidium ومنها العرهون Mushroom . فطريات الصدأ- فطريات التفحم .

٤-الفطريات الناقصة (Fungi imperfecti) Deuteromycetes : تتكون من خيوط مقسمة وشفافة ، التكاثر الجنسي غيرواضح لذلك سميت بالفطريات الناقصة . لا جنسيا : بالأبواغ الكونيدية ومنها : فطر الفيوزاريوم،فطرالألترناريا.

الاعفان Moulds

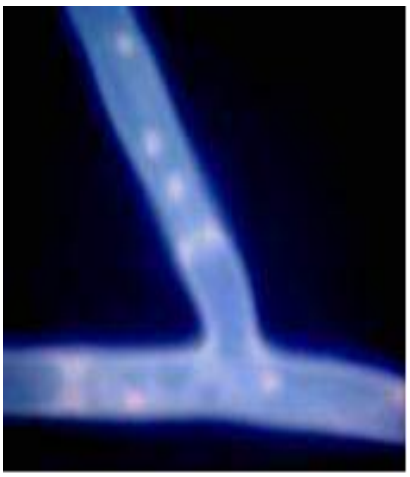
المظهر الخارجي : Morphology

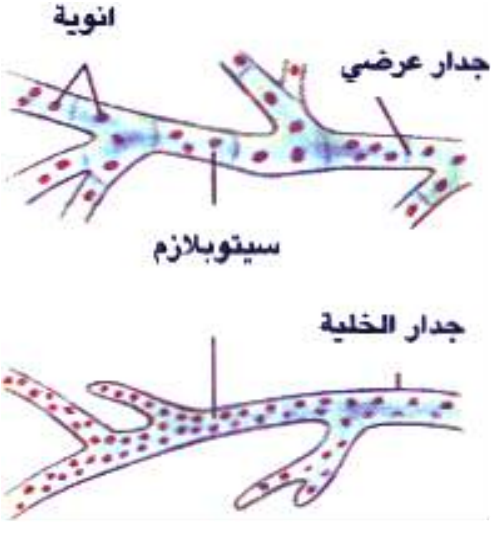
إن جسم العفن يتكون من المايسيليوم Mycelium وهو عبارة عن تكتل خيوط رفيعة تسمى الهايفات hyphae . تحتوي الاعفان على احد أشكال الهايفات الثلاثة الآتية :

١- هايفات غير مقسمة .

٢- هايفات مقسمة أحادية النواة .

٣- هايفات مقسمة متعددة النواة .





شكل : يبين اشكال الهايفات

وهناك نوعان من الهايفات من الناحية الوظيفية :

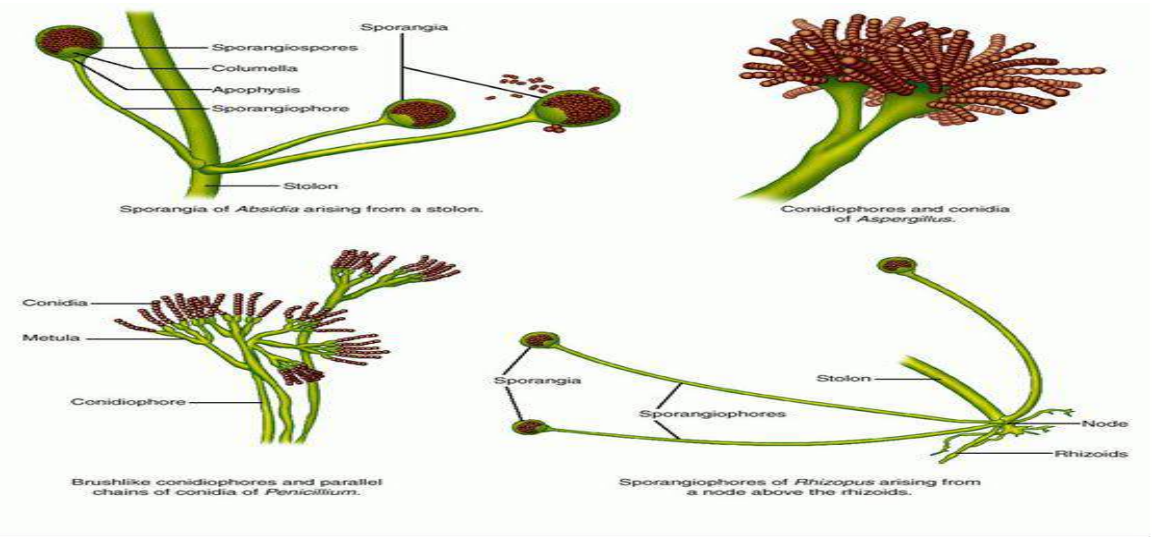
١- الهايفات الخضرية Vegetative hyphae : تخترق الوسط الغذائي للحصول على الغذاء .

٢- الهايفات الخصبة أو الهوائية Fertile or aerial hyphae: تقوم بإنتاج الخلايا الخضرية.

ومن الصفات المورفولوجية الأخرى احتواء بعض الاعفان على التراكيب الآتية :

أ- المداد Stolon : عبارة عن الهايفات التي تربط العقد nodes والتي منها تظهر الهايفات الأخرى وأشباه الجذور .

ب- أشباه الجذور Rhizoids : عبارة عن خيوط تشبه الجذور وتقوم بامتصاص المواد الغذائية وتخرج من العقد وتلامس الوسط الغذائي . توجد هذه التراكيب في العفن *Rhizipus stolonifer* .



الحامل الحافظي Sporangiophore
أشباه الجذور Rhizoidal
المداد Stolon

جـ - الخلايا القاعدية (القدمية) Foot cells : عبارة عن خلايا مستطيلة ذات جدار سميك وموجودة في أو على الوسط الغذائي والتي تخرج منها حاملات الكونيديا Conidiophore (وهي عبارة عن خيوط من المايسيليوم والتي تحمل الكونيديات)

التكاثر Reproduction

تتكاثر الاعفان جنسيا أو غير جنسيا أو بالاثنين معا ،ويتم التكاثر جنسيا بتكوين السبورات الجنسية ، ولاجنسيا بالانشطار والتبرعم او تكوين السبورات اللاجنسية .

١- التكاثر اللاجنسي Asexual reproduction

أ- تجزؤ غزل الاعفان (Mycelium) : في الظروف الطبيعية : بسبب عوامل ميكانيكية (حركة الماء والرياح) تساهم في تجزئة المايسليوم . وفي الظروف غير الاعتيادية فان الخيوط تموت وتبقى قطعة صغيرة ممكن إن تكون حية إلى حين توفر الظروف الملائمة لتنمو إلى كائن جديد .

ب- بواسطة تكوين ابواغ لا جنسية (٢ ن من الكروموسومات) : تنتج الاعفان عدة أنواع من السبورات اللاجنسية مثل :

١- السبورات الحافظية Sporangiospore : تنتج داخل أكياس تسمى الحافظة السبورية Sporangium والتي تتكون في نهاية الحامل الحافظي Sporangiophore وهي عبارة عن نوع من الهايفات الخصبة .

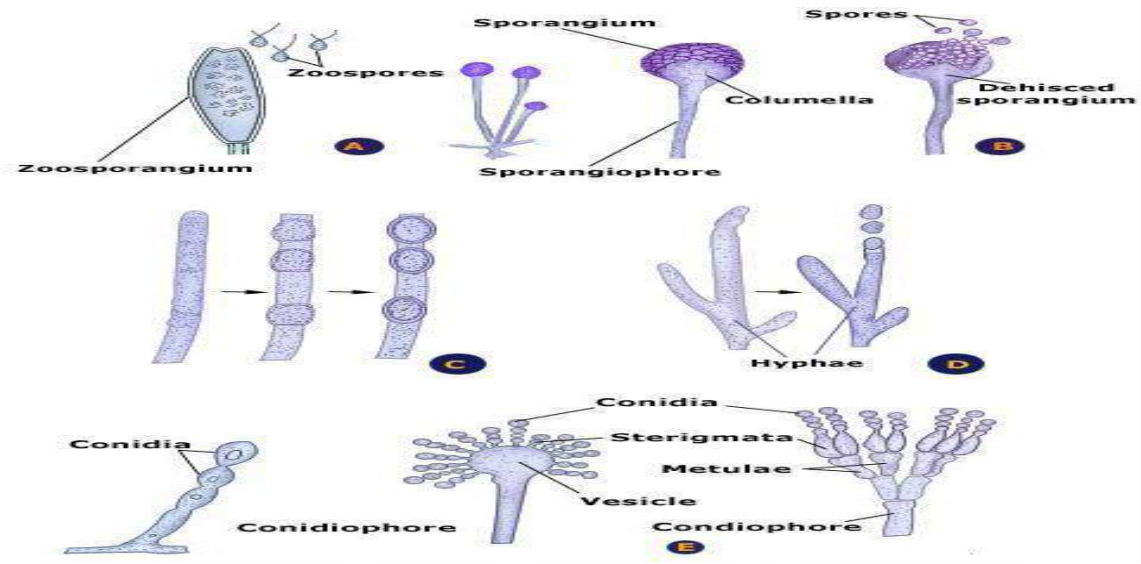
٢- الكونيديا Conidia : تكون عادة غير متحركة وتنتج منفردة أو على شكل سلاسل في نهاية الهايفا الخصبة والتي تسمى حاملة الكونيديا Conidiophore

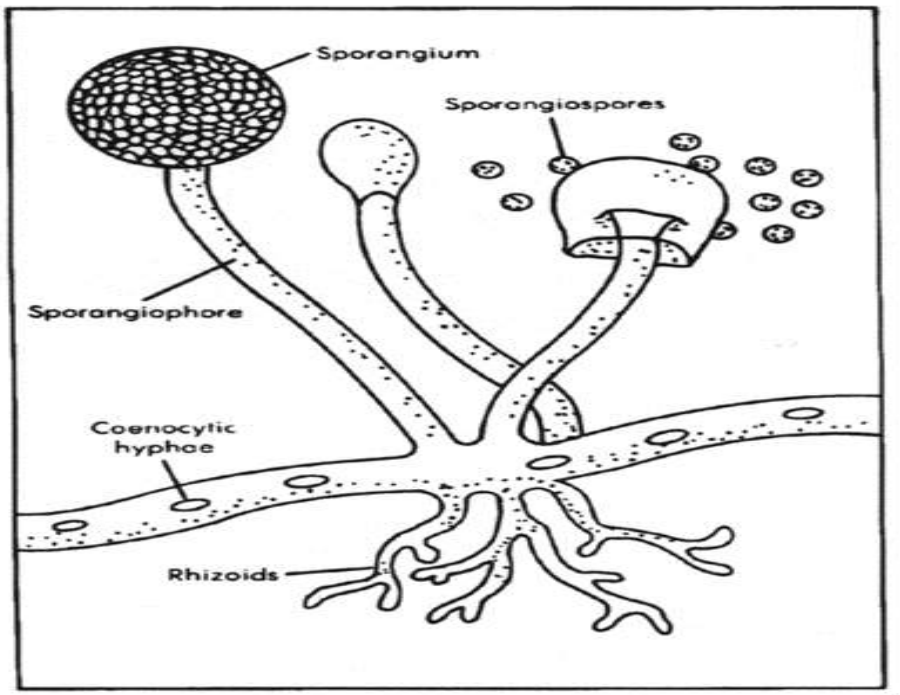
٣- السبورات الكلاميدية Chlamydospores .

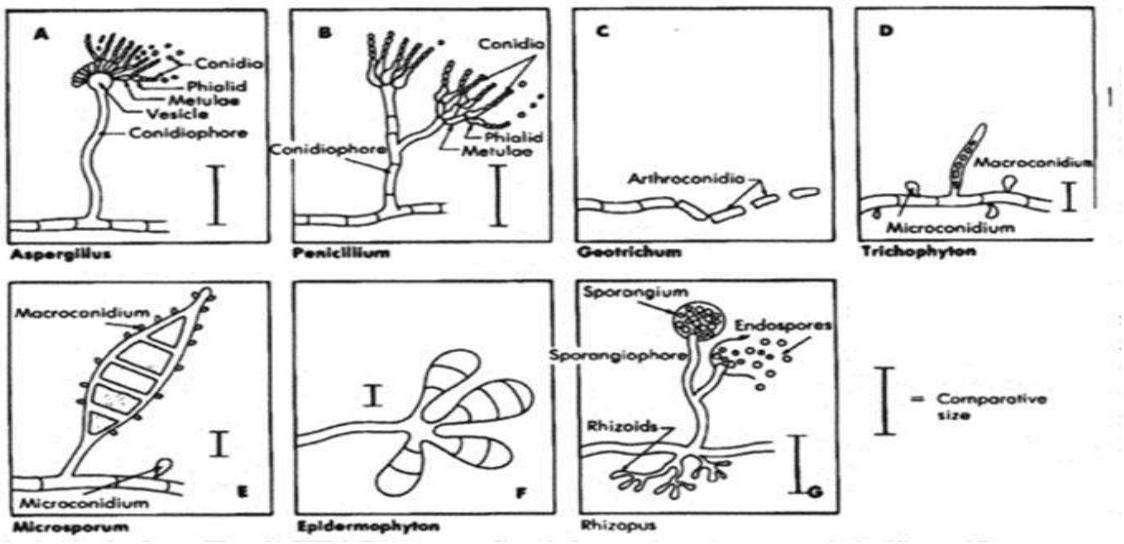
٤- المفصلية Arthrospore.

٥- السبورانجيوم Sporangium .

٦- الاويديا Oiodia







التكاثر الجنسي Sexual Reproduction

تتكاثر جنسيا نتيجة اتحاد نواتي خليتين تحوي كل منهما نصف عدد الكروموسومات لتكوين الخلية المخصبة التي تتحول إلى كائن جديد . تتكون الخلية المخصبة بطريقتين متعاقبتين :

ا- الاتحاد البلازمي : يتحد بروتوبلاست خليتين لتكوين خلية ذات نواتين تحوي كل منها نصف العدد من

الكروموسومات (١ن) .

ب- الاتحاد النووي : بعد الاتحاد الاول يتم اتحاد النواتين لتكوين نواة جديدة تحوي ضعف العدد (٢ن)

وبذلك تتكون الخلية المخصبة Zygote .

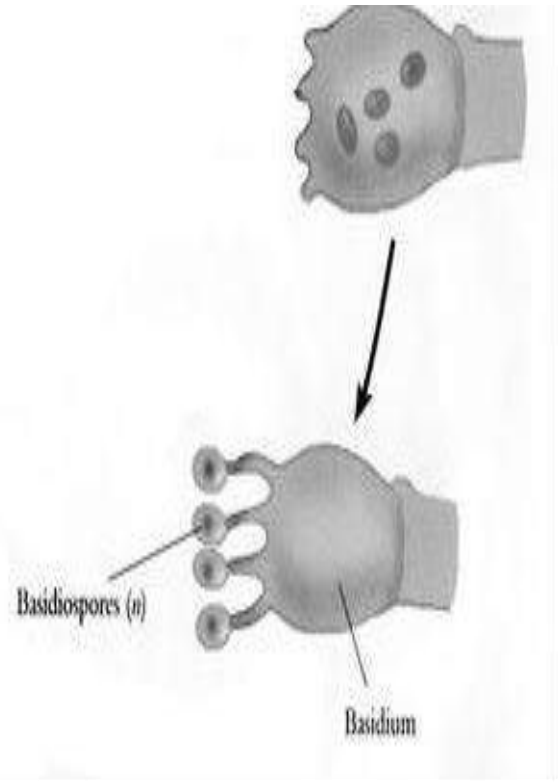
إن تكوين السبورات الجنسية يختلف حسب الاعفان .فهي تكون على أنواع منها :

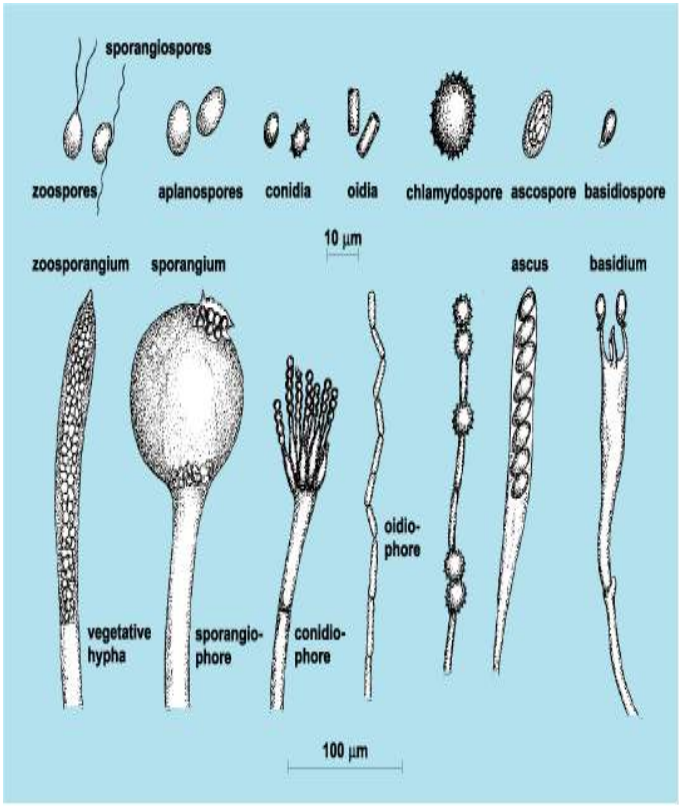
١- الابواغ البازيدية Basidiospores : تتكون على سطح يشبه الكماشة يدعى Basidium .

٢- اللاقحية Zygospores : تتكون عن طريق الاتحاد الجنسي بين الخلايا الطرفية لهايفتين متجاورتين.تنتجها أعفان *Rhizopus* والـ *Mucor* .

٣- البيضية Oospores : تتكون نتيجة اتحاد مشيجين مختلفين كما في عفن Achyla

٤- السبورات الكيسية Ascospores : تكون داخل أكياس Ascus تكونها الفطريات الكيسية .





المحاضرة التاسعة

الخمائر :

توجد الخمائر على هيئة كائنات وحيدة الخلية ذات أشكال مختلفة ، اذ يتباين شكلها من :

١- الكروي الى البيضوي

٢- من الشكل الاسطواني الى المستطيل

٣- وأحيانا تكون ذات اشكال خيطية .

تكون الخميرة عامة اكبر من اغلب أنواع البكتريا، يتراوح عرضها من ١ـ٥ مايكرومترات وطولها ٥ـ ٣٠ مايكرومتر ، الخمائر خالية من الاسواط أو أية أعضاء للحركة .

تركيب خلية الخميرة Cytology of yeast تتكون من :

١- الكبسولة Capsules : بعض أنواع الخمائر محاطة بمادة مخاطية لزجة تسمى الكبسولة ومعظم الكبسولات تتكون من السكريات المتعددة والتي تشمل المانان Mannans ومواد شبيهة بالنشا .

٢- جدار الخلية Cell Wall : يكون رقيقا جدا في الخلايا الفتية ويثخن مع تقدم العمر ، ويتكون بصورة رئيسية من نوعين من السكريات المتعددة وهي كلوكان glucan (٣٠ ـ٣٥ %) ومانان mannan (٣٠ %) .

٣- النواة Nucleus : تحتوي الخميرة على نواة حقيقية محاطة بغشاء نووي مزدوج شبه نفاذ .

٤- الغشاء السايتوبلازمي : يتكون من طبقتين كثيفتين من الدهن والبروتين مع الحامض النووي DNA ، إذ إن الطبقة الداخلية تتكون من الدهن والخارجية من البروتين .

٥- الفجوة Vacuole : تحتوي كل خلية على فجوة واحدة او أكثر أو على شكل قطرات شفافة في سايتوبلازم الخلية ، تستخدم لخزن المواد الغذائية ومواد اخرى

٦- المايتوكوندريا Mitochondria : عبارة عن أعضاء محاطة بأغلفة ، تتكون من كميات كبيرة من البروتين الدهني Lipoprotein وكمية قليلة من الحامض RNA ، تسمى بيوت الطاقة لأنها تحتوي على الأنزيمات التنفسية .

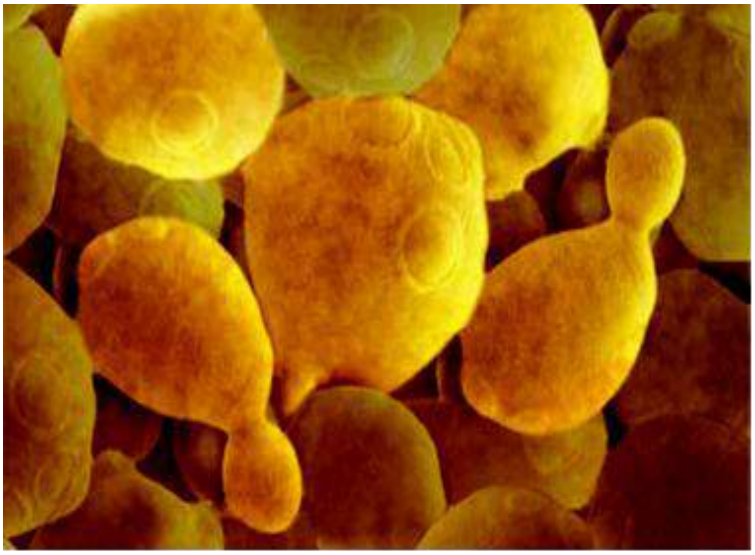
تكاثر الخمائر Reproduction of yeasts

تتكاثر جنسيا بتكوين السبورات الجنسية ولا جنسيا بالتبرعم أو الانشطار .

التكاثر اللاجنسي :

أ- الانشطار الخلوي Cell fission : تنتفخ أو تستطيل خلية الخميرة وتنقسم النواة وتتكون خليتين جديدتين . كما في *Schizosaccharomyces* .

ب- التبرعم Budding : يتكون نتوء صغير على السطح الخارجي للخلية وعندما يكبر البرعم ويصبح تقريبا بحجم الخلية الام يعاد ترتيب الجهاز النووي في كلتا الخليتين، فتنفصل الخلية الام عن الخلية الجديدة ويتكون برعم جديد .



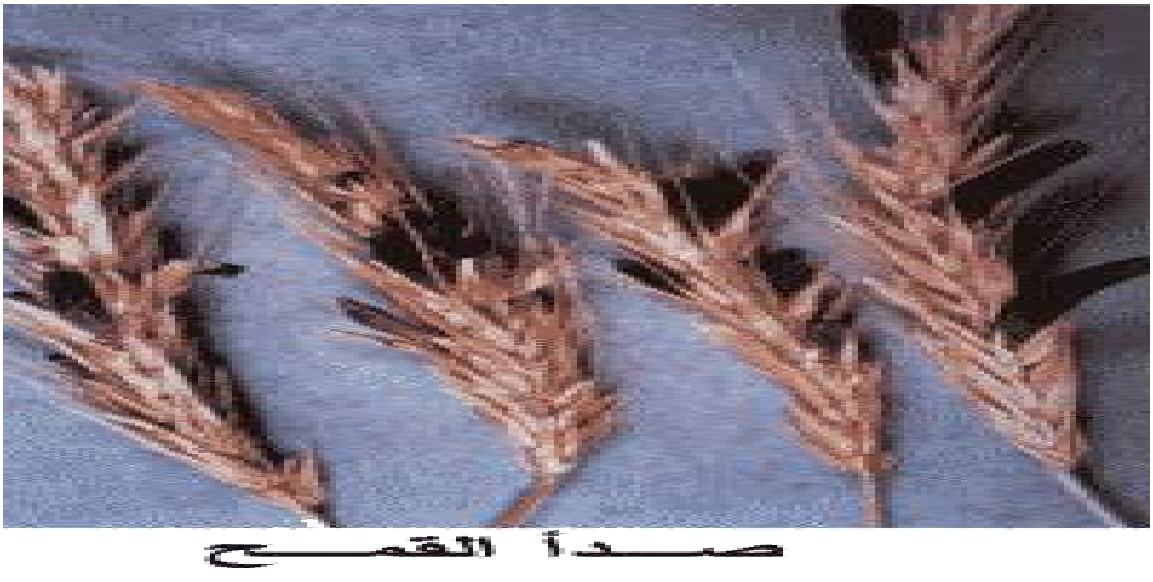
التكاثر الجنسي :

جميع الخمائر الحقيقية تنتج السبورات الكيسية Ascospores وهي عملية تكاثر جنسية ، لذلك تصنف الخمائر الحقيقية ضمن الفطريات الكيسية . يحتوي الكيس عادة على ١ـ٤ سبورات وقد يكون العدد أحيانا ٨ أو أكثر .

أنواع الفطريات حسب طريقة التغذية

١- فطريات إجبارية التطفل Obligate Parssitic Fungi

وهي التي تعيش في الطبيعة متطفلة على عوائل خاصة تلائمها ولا تستطيع أن تعيش بمنأى عن عوائلها ومنها ما يقضى دورة حياته على عائل واحد وتعرف بالفطريات وحيد العائل مثل الفطر الذي يسبب مرضا للعنب يسمى بمرض البياض ألزغبي للعنب Downy mildew of grapes ومنها ما هي متباينة العائل مثل الفطر المسبب صدا الساق الأسود في القمح Puccinia graminis التي يقضي دورة حياتها على عائلين مختلفين.



صدأ القمح

٢- فطريات اختيارية التطفل Facultative Parasitic Fungi :

وهي التي تعيش في الظروف الطبيعية مترممة فتعيش على مواد عضوية متحللة موجودة في التربة فإذا لم تجد هذه المواد ووجدت عائلاً مناسبا فإنها تستطيع التطفل عليه ومن أمثلتها الفطر المسبب لمرض ذبول القطن التي تتبع الجنس *Fusarium sp* والذي يسبب أمراضا خطيرة للقطن .

٣- فطريات إجبارية الترمم Obligate Saprophytic:

هي تلك الفطريات التي لا تستطيع أن تعيش على أحياء بل تعيش على مواد عضوية متحللة سواء كانت بقايا نباتية أو حيوانية وهي تختلف من حيث قدرتها الإنزيمية كفطر البنيسيليوم Penicillium وفطر الترايكوديرما *Trichoderma sp* (جميع الفطريات ذات الأهمية الاقتصادية)

٤- فطريات اختيارية الترمم Facultative Saprophytic Fungi

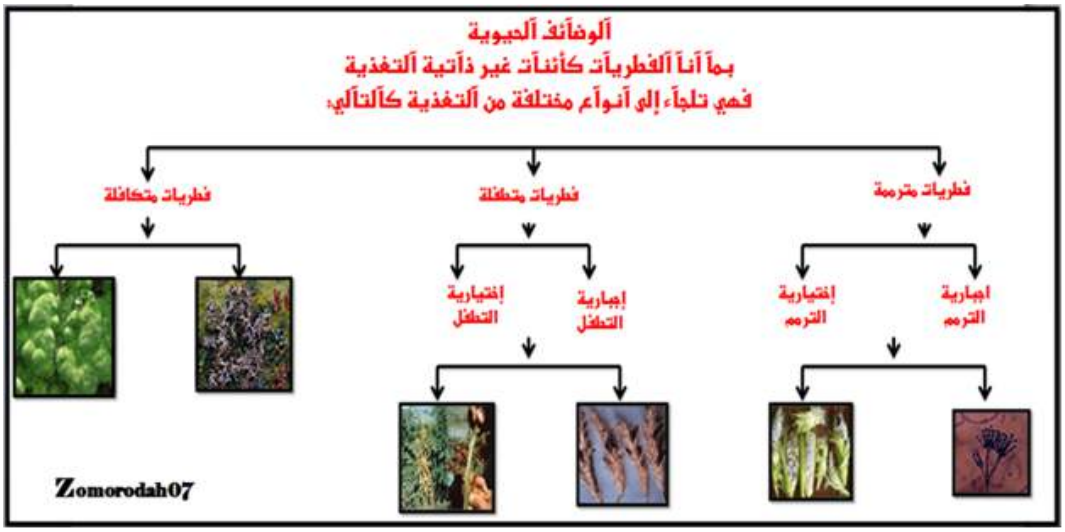
وهي التي تعيش عادة متطفلة ولكنها إذا لم تجد العائل الملائم فأنها تلجا إلى الترمم وتعيش على مواد عضوية في التربة كما يمكن زراعتها في المختبر على أوساط غذائية مختلفة ومن أمثلتها الفطريات المسببة لأمراض التفحم Smuts في نباتات الحبوب وسميت كذلك لأنها تحول ألاجزء النباتية التي تصيبها إلى ما يشبه الفحم.

٥- فطريات متكافلة Symbiotic Fungi :

وهي التي تعيش بطريقة التكافل أي تبادل المنفعة مع كائنات حية أخرى كبعض الطحالب مكونة ما يعرف بالاشنات Lichens .

وتوجد علاقة تكافلية أخري بين جذر نباتات راقية وفطريات تعيش في التربة وتعرف هذه العلاقة بفطريات Mycorrhiza (mykes = فطر ، rhiza = جذر) وهي أما أن تكون خارجية حيث يحيط غلاف فطري بالجذر وتنعدم الشعيرات الجذرية ويحل محلها إمدادات فطرية

تساعد على امتصاص الماء مقابل ذلك يمد الجذر الفطر باحتياجاتها الكربوهيدراتية . أما الفطريات الداخلية فان جزءا من الغزل الفطري يخترق داخل الجذر ، بمعنى أن الفطر يكون تشابكات خيطية داخل الخلايا من الغزل الفطري داخل الجذر وتستطيع أن تهضم ما تحتاجه بواسطة إنزيمات ويستخلص النبات الراقي من هذه التشابكات بعض من احتياجاته الغذائية وخاصة عنصر الفسفور بينما تستمد الفطر من النبات الراقي احتياجاتها الكربوهيدراتية .



أهمية الفطريات :

١- بعضها يتطفل على الحشرات وبالتالي إذا كانت الحشرات ضارة فهي نافعة أما إذا كانت نافعة فهي ضارة .

٢- بعضها يتطفل على الأسماك فهي خطر على الثروة السمكية .

٣- بعضها يتطفل على الإنسان والحيوان مسبباً أمراض يطلق عليها الأمراض الفطرية mycosis وإذا كانت مقتصرة على الأمراض الجلدية فتسمى الأمراض الفطرية السطحية أو الخارجية ، اما الاصابات الفطرية للرئتين والاعضاء الداخلية فتسمى بالامراض الفطرية العميقة او الجهازية.

٤- لبعض الفطريات القدرة على التطفل على النيماتودا .

٥- الفطريات الرمية لها دور هام في تخليص الطبيعة من مخلفات معقدة مثل اللكنين والبكتين.

٦- الكثير من الفطريات يسبب تلفاً للأغذية ويفرز سموماً سامة للحيوان والإنسان .

٧- بعض الفطريات تستخدم في المقاومة الحيوية للحشرات والفطريات أيضاً .

٨- تستخدم العديد من الفطريات في الصناعات المختلفة مثل الصناعات الغذائية كالجبن .

٩- تستخدم في أنتاج البروتين الميكروبي وبعضها يؤكل مثل الكمأة وعيش الغراب .

١٠- يستخرج منها العديد من المضادات الحيوية تستخدم في علاج المرضى مثل البنسيلين والسيكالوسبورين .

١١- تسبب أمراضا متعددة للنباتات وتسبب خسائراقتصادية كبيرة ، مثل امراض الصدا، التفحم، التعفن،

التفاف الأوراق ، تبقع الاوراق ، اللفحة ، الذبول ، الجرب .

الفيروسات

Virus : كلمة لاتينية معناها ، السم القاتل ، معناها العامل المسبب للامراض المعدية . اكتشفت الفايروسات من قبل العالم ديمتري ايفانوفسكي عام ١٨٩٢ من خلال تبرقش التبغ .

الفيروسات Viruses : كائنات طفيلية غير خلوية إجبارية داخلية ، تحتاج الى خلية المضيف لكي تعيش (تتضاعف) ، وهي اصغر الكائنات الحية المعروفة واكثرها عددا ، لايمكن مشاهدتها الابالمجهر الالكتروني . ليست من بدائيات النواة و ليس بها أي خصائص من بدائية النواة و لا تستطيع إكثار نفسها و لا يمكن اعتبارها من بين الكائنات الحية أصلا لأنها تفشل في توفير الكثير من مقاييس الحياة. يتراوح حجم الفايروس من (٢٠ــ ٣٥٠ نانومتر) .

إن جسيمة الفايروس تتناوب بين حالتين منفصلتين :

الأولى : خارج الخلية وتكون خاملة وتسمى فيريون Virion وتحتوي على إما RNA أو DNA.

الثانية : داخلية فيكون على هيئة حامض نووي في حالة تضاعف .

صفات الفيروسات :

١- يحتوي الفيروس على أحد الأحماض النووية DNA أو RNA

٢- يدخل في عملية التكاثر الحمض النووي فقط.

٣- لا يخضع الفيروس لعملية الانقسام الثنائي.

٤- ينقص الفيروس التركيب الوراثي اللازم لتكوين النظام المسؤول عن إنتاج الطاقة.

٥- لا تستطيع الفيروسات التكاثر خارج خلايا العائل فهي تعتبر أجساما متطفلة إجباريا.

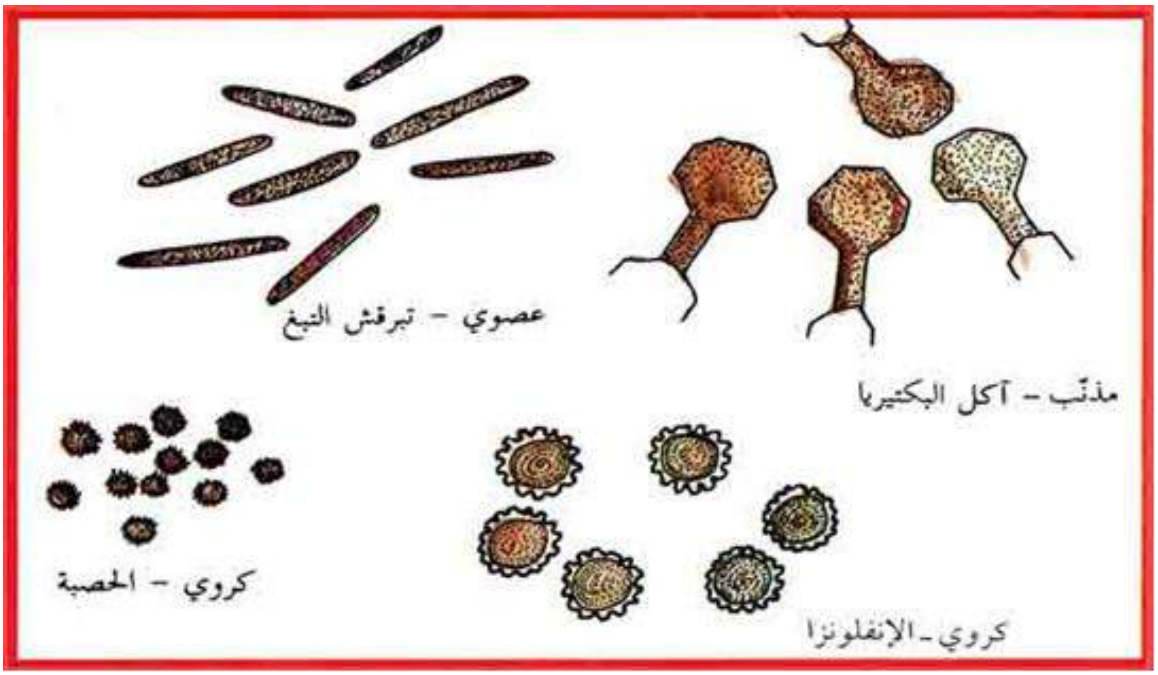
أنواع الفايروسات : للفايروسات نوعين هما :

١- عاري .

٢- مغلف .

والفايروسات ذات تركيب حلزوني (فايروس تبقع التبغ)أو متعدد الأضلاع (معظم الفيروسات الحيوانية ، وأحيانا يكون ناتجا من هذين الشكلين (العديد من العاثيات البكتيرية) وبذلك يكون للفايروس اربعة أشكال :

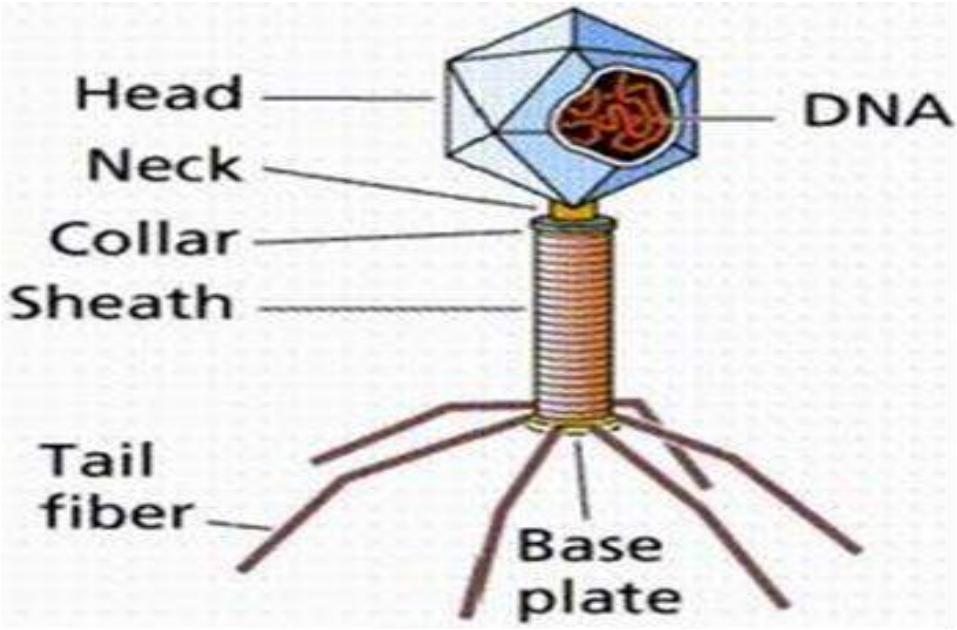
١- حلزوني عاري .
٢- متعدد الأضلاع (الاوجه) عاري .
٣- حلزوني مغلف .
٤- متعدد الأضلاع مغلف .



تكون نسبة الحامض النووي في الفيروسات الكروية أعلى من مثيلتها في الفيروسات العصوية

يتركب الفايروس من الحامض النووي (RNA أو DNA) وليس كلاهما محاطة بغلاف من البروتين يسمى Capside الذي يتكون من وحدات فرعية بروتينية تسمى كل منها بالكابسوميرات Capsomeres ، وفي الفايروسات المغلفة يكون الحامض النووي RNA أو DNA موجود ضمن كابسد بروتيني حلزوني أو متعدد الأضلاع يحاط بدوره بتركيب غشائي خارجي يدعى بالغلاف envelope وهذا الغلاف مؤلف من عدة طبقات من اللبيد والبروتين .

يمكن تسمية الفايروس حسب العائل الذي يصيبه والأمراض التي تسببها ، فان الفايروس الذي يصيب التبغ يسمى فايروس موزائيك التبغ ، والفايروس الذي يعزل من غدد الانسان يسمى فايروس غدد الانسان ، والفايروس الذي يصيب البكتريا يسمى البكتريوفاج Bactriophage .



شكل يبين المظهر الخارجي للفايروس .

وظيفة الغلاف البروتيني (الكابسيد) :

١- حماية الحمض النووي.

٢- تحديد شكل وحجم الفيروس.

٣- يساعد على التصاق الفيروس بالخلية الحساسة ولاسيما في الفيروسات العادية.

فايروسات الحامض The DNA viruses(DNA)

فايروسات الحامض يكون على صورة الحلزون المزدوج ومنها فايروس الجدري small pox وجدري البقر

فايروسات الحامض The RNA viruses (RNA)

معظم الفايروسات المحتوية على الحامض RNA يكون الحامض بها في صورة خيوط مفردة وتسبب بعض فيروساته شلل الأطفال وداء الكلب Rabies والتهاب الرأس في الحصان Equine encephalitisوالتهاب الغدة النكفية.

تصنيف الفايروسات Classification :

صنفت الفايروسات قديما تبعا لنوع المضيف إلى :

١- الفايروسات الحيوانية : تصيب الحيوان والانسان ، بعضها يحتوي DNA والآخر RNA .

٢- الفايروسات النباتية : تتصف الفيروسات النباتية باحتوائها على RNA وقليل منها يحتوي على DNA

٣- الفايروسات البكتيرية (العاثيات) : تصيب البكتريا .

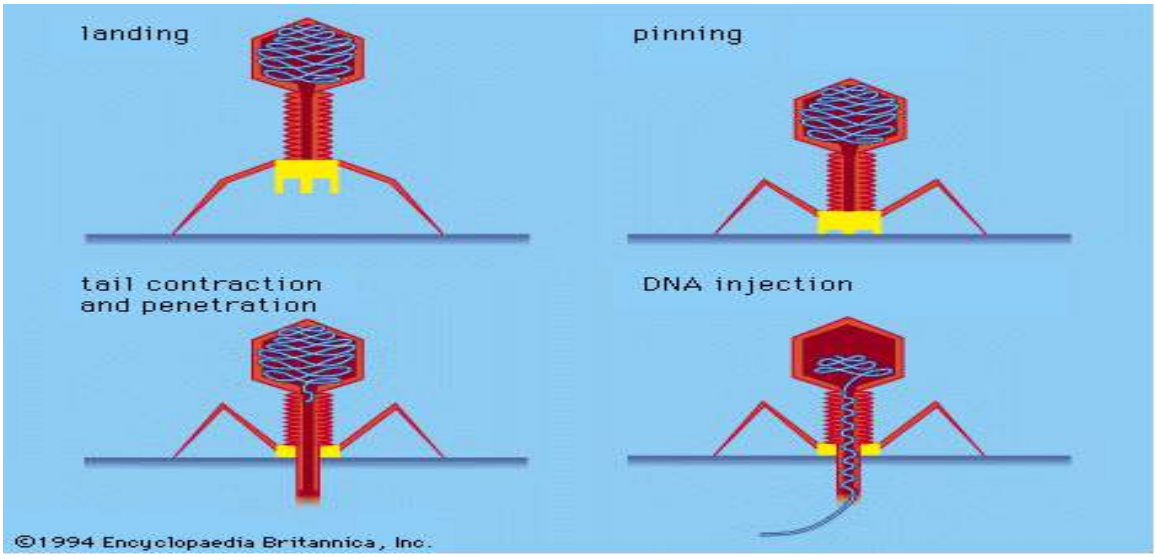
تركيب الفيروسات : تتركب الفيروسات من غلاف بروتيني، ونوع واحد من الاحماض النووية.

١- **مم يتركب الفيروس آكل البكتيريا؟** يتركب من غلاف بروتيني وحمض نووي DNA
٢- **مم يتركب الفيروس الحيواني؟** يتركب من غلاف بروتيني وحمض نووي RNA
٣- **مم يتركب الفيروس النباتي؟** يتركب من غلاف بروتيني و RNA
نلاحظ أن الفيروسات جميعها تتركب من غلاف بروتيني، وحمض نووي واحد DNA أو RNA

تضاعف الفايروس Virus Replication :

إن جسيمة الفايروس خارج خلية المضيف لا تمتلك تأثيرا حيويا ، وهي غير قادرة على التكاثر . يحدث تضاعف الفايروس عندما يدخل بروتين الفايروس والحامض النووي الفايروسي إلى داخل خلية العائل المتخصص لها ، والخطوات الرئيسية لتضاعف الفايروس هــي :

١- **الادمصاص Adsorption :** ادمصاص ألياف ذيل الفايروس على سطح جدار خلية المضيف ، يرافقه تغير في الـ PH وتركيز الأملاح في منطقة الاتصال .



٢- **الاختراق Penetration:** يقوم أنزيم معين (Lysozyme) مستقر في ذيل الفايروس بتحليل جزء صغير من الجدار الخلوي البكتيري، فيدخل الحامض النووي إلى داخل خلية المضيف ، ويبقى الغلاف البروتيني وذيل الفايروس ملتصقا خارج جسم الخلية المضيفة .

٣- **التضاعف Replication :** يكون مكان تضاعف الحامض النووي الفايروسي إما في السايتوبلازم أو
في النواة تبعا لنوع الفايروس . بعد أن يدخل الحامض داخل خلية المضيف يحصل :

أولا: تحول الحامض النووي الفايروسي (RNA) إلى حامض مستنسخ mRNA فايروسي .

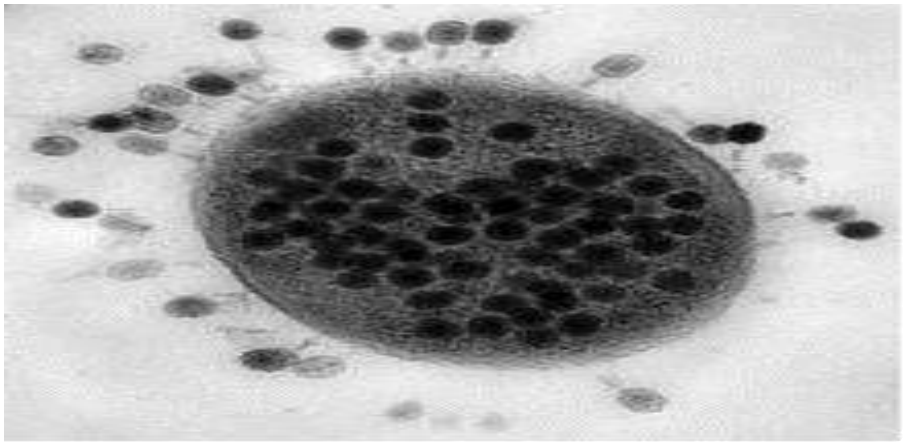
ثانيا : تخليق بروتين الفايـــــروس (الكابسد)،

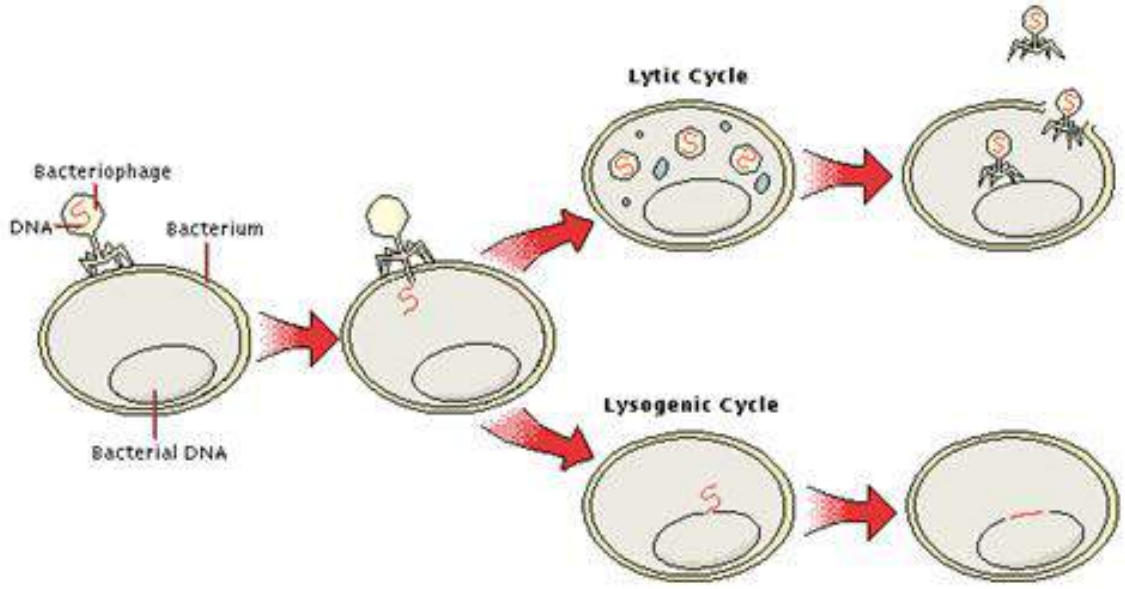
وبهذا يستحوذ الفايروس على كل الايض الخلوي البكتيـــــري لصالحها ، مع ذلك تستمر الفعاليات الايضية للمضيف بعملها لتسرع تخليق البروتين والحامض النووي للفايروس .

٤- **النضج Maturation أو إنتاج Production :** تتضمن تجميع للعديد من جزيئات الحامض
النووي للفيروس وكثير من البروتين للفايروس لتكوين الفايروس .

تنضج فايروسات النوع RNA في السايتوبلازم ، اما فايروسات النوع DNA فتنضج في النواة .

٥- **التحرر Release :** تتحرر الفايروسات البالغة بطرق تختلف حسب نوع الفايروس ، ففي الفايروسات البكتيرية والحيوانية العارية يفرز أنزيم يحلل جدار الخلية المضيفة مما يؤدي إلى انحلال الخلية لتنتشر الفريونات ، اما في أنواع الفايروسات الحيوانية المغلفة والنباتية فانها تتحرر عن طريق تكوين براعم في مناطق من جدار خلية المضيف لتنفجر لاحقا وتحرر الفيروسات .





صورة توضيحية لآلية عمل فايروس البكتريوفاج في مهاجمة البكتريا .