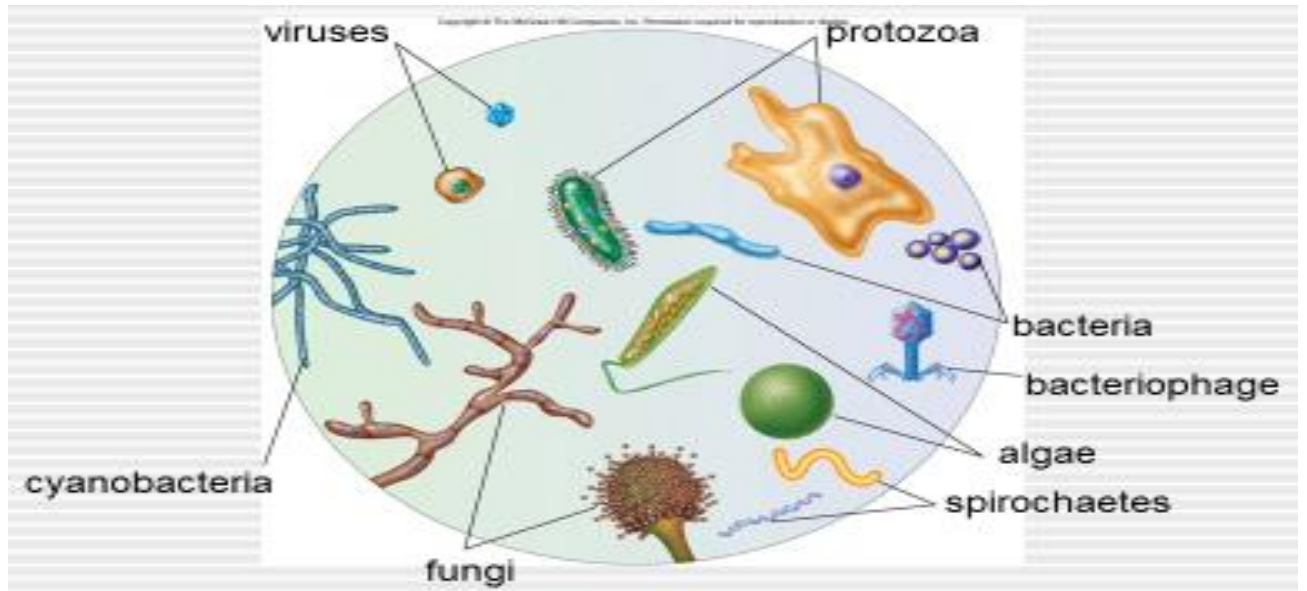


المحاضرات النظرية

Microbiology علم الأحياء المجهرية

علم الأحياء المجهرية :- هو العلم الذي يعنى بدراسة تلك المجموعة من الكائنات المتناهية في الصغر لدرجة يتعذر رؤيتها بالعين المجردة لذا يتم الاستعانة بالمجهر لرؤيتها ، لذلك سميت ب (الأحياء المجهرية) أو (الكائنات الدقيقة).

بشكل عام يكون الكائن الذي قطره واحد ملمتر أو أقل من الاحياء المجهرية وأن عين الإنسان لاتستطيع تمييز الأجسام التي يقل قطرها عن ملم واحد تقريباً ، ولايقصر إهتمام هذا العلم بدراسة الأحياء من النواحي المظهرية وانما يتعدى الى دراسة التركيب وطريقة التكاثر والنواحي الفلسجية وتصنيف الأحياء المجهرية ووراثتها وتوزيعها في الطبيعة. تشمل الأحياء ، الفطريات Bacteria المجهرية على مجموعة هائلة من الكائنات والتي تتضمن البكتريا ، الطحالب Molds والأعفان Yeasts والتي تقسم الى نوعين هما الخمائر Fungi ، وأن العلوم التي تعنى بدراسة هذه Viruses والرواشح (الفايروسات) Protozoa الأبتدائيات ، Bacteriology ، Mycology ، Phycology ، و Virology و Protozoology هي



إن وجود أعداد هائلة من هذه الكائنات في الطبيعة وعلاقتها المباشرة وغير المباشرة بالانسان من حيث المشاكل الصحية والاقتصادية التي تسببها له ودورها في تفسخ الأغذية ومساهمة البعض منها في صناعة الكثير من المنتجات الغذائية والاغذية المخمرة وأمكانية تسخير البعض الآخر منها في الأستعمالات الطبية والصناعية والزراعية والأدوار المهمة التي ، ولأهمية CO₂ و S ، P ، Nتؤديها هذه الكائنات في أكمال دورة العناصر في الطبيعة مثل : البعض منها في تحسين خواص التربة وكذلك فيما يتعلق بأمراض النبات ، لذلك فإن علم

Food Microbiology ، الأحياء المجهرية يتشعب الى علوم تخصصية عديدة نذكر منها Dairy Microbiology ، Medical Microbiology ، Soil Microbiology ، الخ.....

فيما يختص بعض فروع هذا العلم بدراسة جوانب معينة ومحددة من فعالية هذه الكائنات مثل Microbial Enzymes ، Microbial Ecology ، Microbial Genetics ، ولدراسة علم الأحياء المجهرية يجب الأهتمام بدراسة بعض Microbial Physiology العلوم الأساسية مثل الكيمياء الحيوية والكيمياء العضوية وعلم الحياة والفسلجة وغيرها.

تواجد الأحياء المجهرية

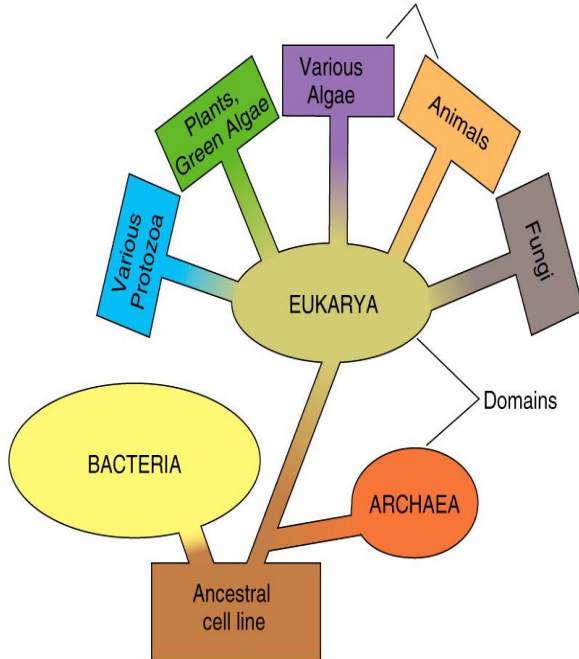
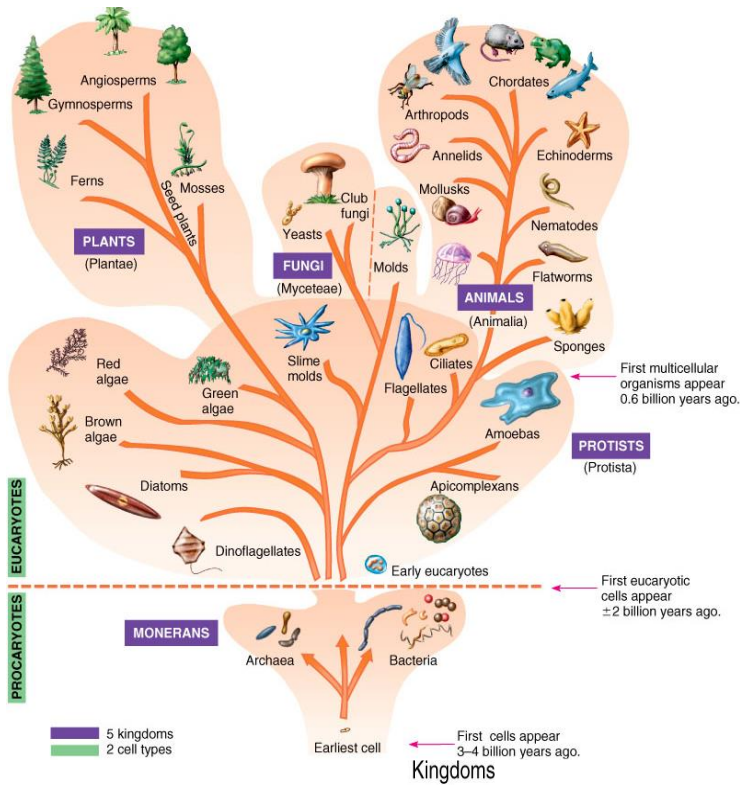
تتواجد هذه الأحياء في كل مكان تقريباً في الطبيعة في عناصرها الرئيسية الثلاثة " الهواء ، الماء والترربة " ، ولأنها موجودة في الهواء لذلك فمن المتوقع تواجدها في كل مكان يكون بتماس مباشر مع الهواء أو يصل إليه الهواء... وتختلف كثافة الأحياء المجهرية من مكان الى آخر حسب ما يوفره هذا المكان أو ذاك من متطلبات البقاء أو التكاثر.... كما تتباين الأحياء المجهرية من ناحية الكم والنوع باختلاف الأماكن والظروف البيئية في تلك الأماكن والمغذيات والضغط الازموزي وكمية الاوكسجين..... pH كالحرارة والرقم الهيدروجيني وهذه العوامل تمارس ضغوطاً انتخابية على الأحياء المجهرية فتوفر فرصة لحياة البعض وتلغي وجود البعض الآخر. فالأحياء المجهرية الموجودة في النياييع الحارة تتمثل بالأحياء ولاسيما البكتريا التي تتحمل بل وتنمو في درجات الحرارة العالية.. ومعظم البكتريا المسببة لفساد الاغذية المعلبة تعيش بعيداً عن وجود الاوكسجين والتي تسمى ب (اللاهوائية) .. pH وتكون التربة القاعدية غنية بالأحياء المجهرية المحبة للرقم الهيدروجيني القاعدي- أي عالٍ... وهكذا.

ان الأحياء المجهرية تكون نسبة عالية جداً من المكونات الحية للطبيعة التي تتكون من مكونات حية وغير حية وعدت الأحياء المجهرية من المكونات الحية للطبيعة وصنفت ضمن الانظمة ، التنفس Reproduction ، التكاثر Growth الحيوية لتوفر شروط هذه فيها وهي : النمو والحركة Nutrition or Assimilation of food ، التغذية Respiration تشكل الوحدة البنائية الأساسية لأي نظام حيوي بما Cell ، فضلاً ان الخلية Movement في ذلك الأحياء المجهرية. غير أن بعضاً من هذه الحياء تمتلك نظاماً ما دون الخلية أي ليس ومع ذلك تعد من Virions والفيروسات Viruses لها تركيب خلوي كامل كالفيروسات الأنظمة الحية ومن الأحياء المجهرية تحديداً وذلك لامتلاكها المادة الوراثية الخاصة بها وبالتالي قدرتها على توارث الصفات التي تمتلكها جيلاً بعد جيل عبر عملية التكاثر التي لاتتم إلا داخل الخلايا التي تصيبها هذه الفايروسات أو الفايرونات.

الموقع التصنيفي للأحياء المجهرية ضمن عالم الكائنات الحية

قبل اكتشاف الأحياء المجهرية كانت الكائنات الحية تصنف في مملكتين هما المملكة الحيوانية والمملكة النباتية وكان الفيصل في هذا التصنيف هو عملية البناء الضوئي، فالأحياء القادرة على عملية البناء الضوئي صُنفت مع النباتات وألاً فأنها تُصنف مع الحيوانات. مع اكتشاف الأحياء المجهرية حاول العلماء إيجاد موقع تصنيفي لها بين الكائنات الراقية ضمن المملكتين الحيوانية والنباتية. فقد عُدت الكائنات الحية وحيدة الخلية التي Protozoa تحتوي على غلاف مرن شبيه بغلاف الخلايا الحيوانية مثل البروتوزوا فقد صُنفت Algae (الابتدائيات) عُدت من الحيوانات وصُنفت ضمن مملكتها، أما الطحالب

مع النباتات لقدرتها على البناء الضوئي ولامتلكها جدار صلب للخلية مثل الخلايا النباتية كما صُنفت الفطريات والبكتيريا مع المملكة النباتية لأسباب غير واضحة في كثير من جوانبها ، وقد أُستمر القبول بهذا التصنيف غير الدقيق للأحياء المجهرية حتى عام ١٩٦٩ ، إذ وجد Robert H. Whittaker والذي وضعه العالم وتكر Five Kingdoms التصنيفي ذي الخمس ممالك والذي عمد على توزيع الكائنات الحية الى خمس ممالك مستقلة مقسمة الى ثلاث Monera مستويات من الرقي ، الأولى تشمل مملكة مستقلة هي المونيرا " كما يشمل المستوى الآخر مملكة أخرى هي مملكة Procaryotic الحية (البدائية النواة) " ، أما Eucaryotic وتضم الكائنات الحية أحادية الخلية حقيقية النواة Protista الطليعيات ، المستوى الثالث من درجة الرقي فيشمل على ثلاث ممالك هي مملكة الفطريات ، المملكة النباتية والمملكة الحيوانية ويعتمد توزيع الكائنات في الممالك الثلاث الاخيرة على طرق تغذية هذه الكائنات.



3 cell types, showing relationship with domains and kingdoms

التصنيفي ذي الخمس ممالك عام ١٩٦٩ نظام كارل ووز ذي الثلاث ممالك ١٩٨٠ Whitaker نظام وتكر

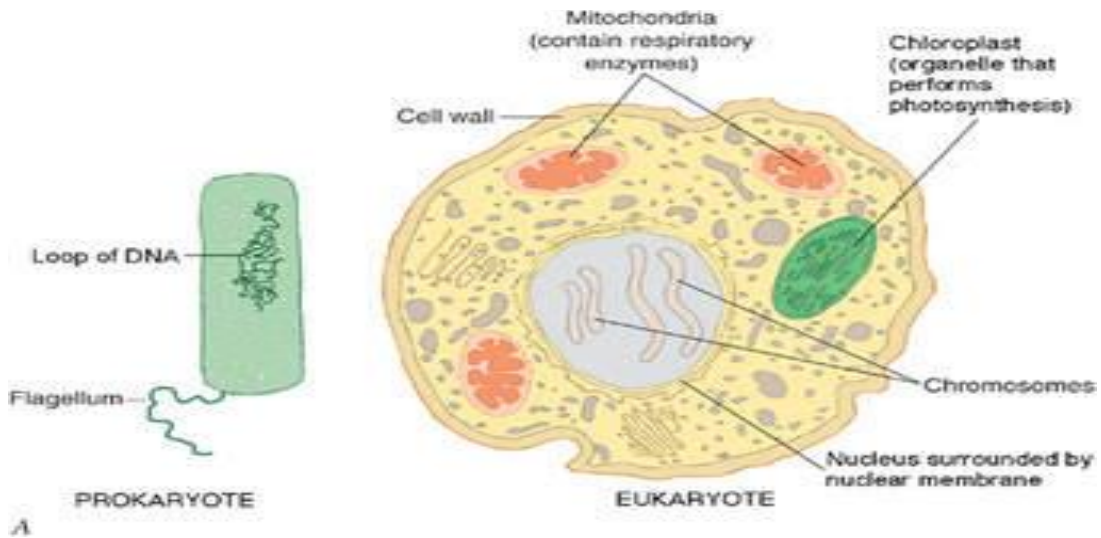
عام ١٩٨٠ نظاما تصنيفيا يحتوي على ثلاث ممالك رئيسة Carl Woese اقترح كارل ووز والكائنات الحية Eubacteria ، البكتريا الحقيقية Archaeobacteria هي البكتريا القديمة وان المملكتين الاولى والثانية بدائية النواة. Eucaryotes حقيقية النواة

لذلك يمكن القول ان التصنيف الساري للحياء المجهرية يكون كالاتي:

- طليعات حقيقية النواة Eucaryotes Protista
مثل الطحالب ، الابتدائيات ، الفطريات والاعفان المخاطية
- أحياء بدائية النواة Procaryotes
مثل Cyanobacteria البكتريا القديمة و السيانوبكتريا

Eucaryotes وحقيقية النواة Procaryotes الكائنات بدائية النواة

هنالك نمطان من الخلايا بدائية النواة وحقيقية النواة ، إذ تتألف جميع الكائنات الحية بغض النظر عن كونها مجهرية أو أحياء راقية من خلايا حقيقية النواة باستثناء الانواع من البكتريا المختلفة بما في ذلك السيانوبكتريا(الطحالب المزرق سابقاً) إذ تتألف من خلايا بدائية النواة ، وما بين النمطين المذكورين من الخلايا اختلافات واضحة وفوارق كبيرة على مستوى التركيب الوراثي وتركيب الجدار وحجم الخلايا وغيرها، إلا أن الفارق الأهم يكمن في أحتواء الخلايا وبروتينات قاعدية DNA حقيقية النواة على المادة النووية بصورة كروموسومات مؤلفة من ، وتكون الكروموسومات مجتمعة في موقع معين من الخلية Histons عبارة عن الهستونات ومحاطة بغلاف يعرف بالغلاف أو الغشاء النووي ، كما أن حقيقية النواة تحتوي على عضيات اخرى محاطة بالغشاء كبيوت تخليق الطاقة (الميتوكوندريا) والبلاستيدات الخضراء (عضيات البناء الضوئي في الخلايا النباتية والطحالب) ، ومثل هذه العضيات لا نجد لها أثراً في الخلايا دائرية حلقة مغلقة DNA بدائية النواة التي تكون مادتها الوراثية على شكل جزيئة واحدة من النهائيين تساهمياً وغير مرتبط بالهستونات وقد تسمى تجاوزاً ب الكروموسوم وتكون سائبة في الخلية متصلة بالغشاء السايوبلازمي في نقطة محددة توفر لها نوعاً من الاستقرار داخل الخلية وغير محاط بالغشاء.



المادة النووية في بدائية النواة وحقيقية النواة

إكتشاف الأحياء المجهرية

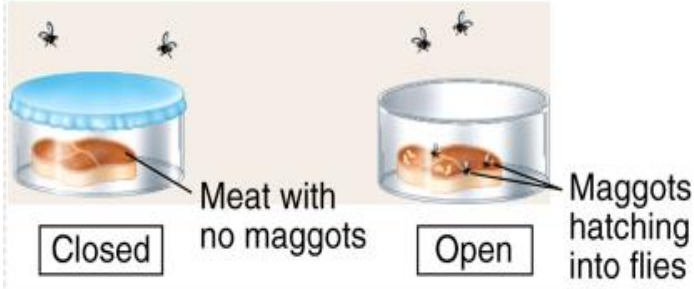
رغم وجود دلائل على وجود كائنات غير مرئية تعزى لها مشاكل الانسان الصحية في تاريخ البشرية قبل اكتشافها إلا ان احداً لم يتمكن من رؤيتها الا في القرن الخامس عشر، إذ استطاع عام ١٦٧٤ الذي كان Antony van Leeuwenhoek التاجر الهولندي أنطوني فان ليفنهوك مولعاً بصناعة العدسات وفحص عينات مختلفة من اللعاب وماء المطر والبول وروث الابقار واوراق النباتات وغيرها ، فصنع ٢٥٠ عدسة تتراوح قوة تكبيرها ١٠٠-٣٠٠ مرة ، فلاحظ أحتواء هذه العينات لجسيمات دقيقة وصغيرة يتميز البعض منها بالحركة واختلاف الاشكال لذلك ينسب له اكتشاف Animalcules أسماها ليفنهوك بالحوينات أو الحيوانات المجهرية الاحياء المجهرية بعد التمكن من رؤيتها بواسطة المجاهر التي تصل قوة تكبيرها الى ١٠٠٠ مرة في زمن باستور وكوخ.

أصل الحياة والنظريات الخاصة به

لقد بدأ الانسان منذ ان استتبت حياته على وجه البسيطة يفكر فيما حوله من الاشياء والمكونات التي تؤلف وحدات الطبيعة من الماء والهواء والتربة والنجوم والكواكب وغيرها وب نفسه وبما يتواجد حوله من الكائنات الحية من أين جاءت وكيف نشأت؟؟؟؟

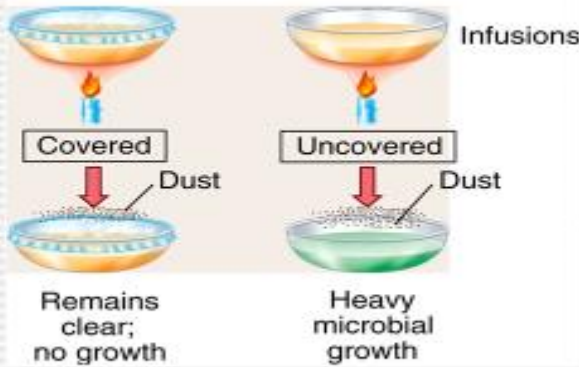
إذ بدأ بصياغة النظريات التي تفسر نشوء الكائنات الحية بناء على ما توفرت لديه من وسائل الفحص والاختبار واستناداً الى طريقة تفكيره فكان أن ظهرت في القرون الوسطى نظرية تفيد أن الكائنات الحية بغض النظر عن درجة تعقيدها أو رقيها نشأت من أصول غير حية سميت واستمرت هذه Spontaneous Generation هذه بنظرية النشوء الذاتي أو التولد الذاتي Francisco Redi النظرية مدة من الزمن الى ان جاء الطبيب الايطالي فرانسيسكو ردي (١٦٢٦-١٦٩٧) مع تراكم المعلومات عن الكائنات الحية بفكرة جريئة تلغي نظرية النشوء الذاتي عندما أوضح أن الديدان التي تظهر على اللحوم المتفسخة إنما تنشأ من بيوض ويرقات تكون هذه الديدان(الذباب) قد وضعتها قبل التفسخ وان هذه الديدان لا تظهر إذا حُفظت اللحوم بصورة صحيحة بعيداً عن هذه الديدان ورغم بساطة الاسلوب الاستدلالي لصحة النظرية إلا أن نظرية التولد الذاتي كانت تسيطر على العقول حتى العلمية منها، فكانت هذه اول نظرية تعرض نظرية النشوء الذاتي الى الضعف .

Redi's Experiment



Francisco Redi (ca. 1668)

Jablot's Experiment



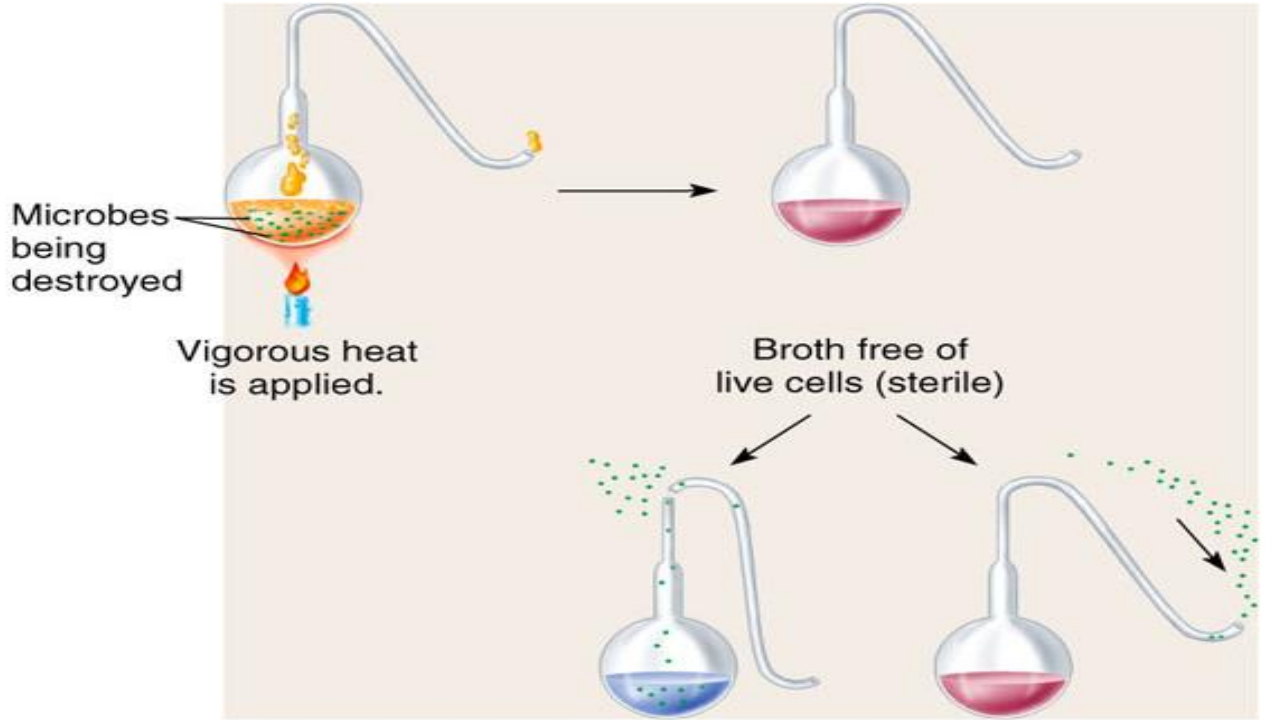
Louis Jablot

(1645-1723) أن منقوع الشعير Louis Jablot في عام 1710 لاحظ لويس جوبلوت يعطي اعداد هائلة من الاحياء أو الكائنات الدقيقة عند تركه في وعاء مفتوح لكنه يبقى خالياً منها عند تسخينه ووضعه في وعاء محكم الغلق فخرج باستنتاج مفاده إن منقوع الشعير وحده مثلاً لا يكفي أن يكون أصلاً من اصول غير حية لحياة الكائنات الحية. غير أن جون نيدهام (1713-1781) قد اعد تجارب جوبلوت وحصل على نتائج مغايرة أنه John Needham بسبب عدم تسخين منقوع الشعير تسخيناً كافياً للقضاء على الاحياء المجهرية والكائنات التي التي تمتاز بمقاومتها الشديدة للحرارة مما Spores يحتمل تواجدها ولاسيما ابواغ البكتريا ساعد على بروز نظرية التولد الذاتي ثانية كما قيل ان التسخين العالي يسبب قتل القوة الذاتية القادرة على تحويل هذه المواد...منقوع الشعير أو اللحم...

Louis استمر الجدل حول نظرية النشوء الذاتي حتى جاء العالم الفرنسي لويس باستور (1822-1895) والذي ساهم في العديد من مجالات العلم وخاصة فيما يتعلق Pasteur بالاحياء المجهرية ودرس جانباً منها واصبح على بينة من وجودها في الهواء. دحض نظرية تعمل على Swan Necked النشوء الذاتي بأعادة تجارب أسلافه في دوارق معقوفة الرقبة حجب دخول الهواء الى هذه الدوارق وتمنع دخول الكائنات الحية السابحة في الهواء والملتصقة بذرات الغبار الى العينات في الدوارق وبذا تبقى العينات داخل الدوارق دونما تفسخ ولفترة طويلة وهكذا تمكن باستور من الاثبات بأن الحياة لا تتبعث إلا من الحياة وهذه النظرية تسمى والمؤمنون بهذه النظرية يختلفون في الحياة على Biogenesis بنظرية "التكوين الحيوي" سطح الكرة الارضية فمنهم من يقول ان الحياة تنشأ في مكان آخر ثم انتقلت الاحياء المتكونة الى الارض بينما يعتقد الآخرون ان الحياة والكائنات الحية نشأت في عوالم متعددة وبصورة مستقلة بما في ذلك الكرة الارضية.

Cell Theory النظرية الخلوية

في الوقت الذي كان ليفنهوك يراقب الاحياء المجهرية التي اسماها الحيوانات عبر المجاهر (١٨٤٣- Robert Koch) والعدسات التي وضعها ، كان العالم الالمانى من بعده روبرت كوخ (١٩١٠) يسجل ملاحظات عن تركيب الفلين تحت المجهر واصفاً الفلين بأنه مؤلف من علب عديدة صغيرة جداً مفصولة عن بعضها بحواجز معينة. ان ما أسماها هوك بالعلب تُسمى اليوم بالخلايا ، وقد اتضح فيما بعد أن جميع الكائنات الحية مؤلفة من وحدات تركيبية ووظيفية هي الخلايا وسميت هذه النظرية بالنظرية الخلوية



Louis Pasteur الدوارق معقوفة الرقبة في دحض نظرية النشوء الذاتي التي اجرتها لويس باستور

Louis Pasteur (١٨٢٢-١٨٩٥) لويس باستور

علم فرنسي ، كان كيميائياً ، أهتم لاسباب وطنية بظاهرة التخمر والفساد الذي يظهر في صناعة الخمر في فرنسا واعتقد ان الفساد يعود لاسباب كيميائية ، أما ابرز انجازاته:

- اكتشف التخمر Fermentation وان الخميرة مسؤولة عن تخمر البيرة
- اكتشف فساد الخمر وعزاها الى البكتريا التي تنتج حامض اللاكتيك
- اقترح طريقة لحفظ الخمر (الحليب فيما بعد) تسمى عملية البسترة Pasteurization وهي معاملة حرارية (٦٣م/ نصف ساعة أو ٧٢م/ ١٥ ثانية) لخفض الحمل المايكروبي وقتل الاحياء المجهرية المرضية في هذه المنتجات ولاسيما صناعة الالبان
- دحض نظرية النشوء الذاتي
- درس مشكلة ديدان الحرير الطبيعي فتوصل الى السبب وهو نوع من الابدائيات

Robert Koch (١٨٤٣-١٩١٠) روبرت كوخ

طبيب الماني درس امراض الانسان ومسبباته ، أما ابرز انجازاته:

- ان الاحياء المجهرية هي المسؤولة عن معظم هذه الامراض وان منها ما يشترك بين الانسان والحيوان.
- اكتشف مسبب مرض السل *Mycobacterium tuberculosis* ، مسبب مرض الكوليرا *Vibrio cholera* ، مسبب مرض الجمرة الخبيثة *Anthrax* وهو *Bacillus anthracis*
- أول من ابتكر طريقة لعزل الاحياء المجهرية بصورة نقية

- استعمل الصبغات لتصبغ البكتريا
- استعمل الاكار لتصليب الاوساط الغذائية
- وضع المبادئ الاولى لعلم المناعة ومفاهيمها

Bacteria البكتريا

لاحتوي على الكلوروفيل باستثناء Procaryotes وهي كائنات حية دقيقة بدائية النواة a, b الحاوية على كلوروفيل بكتيري من نوع Cyanobacteria مجموعة من البكتريا تسمى وليس في عضيات متخصصة مثل البلاستيدات الخضراء المعروفة في النباتات d و c ، والطحالب وانما في الساييتوبلازم وكانت هذه البكتريا تصنف سابقاً ضمن الطحالب للسبب المذكور أعلاه.

تتواجد البكتريا في كل مكان من حولنا وهي واسعة الانتشار في الطبيعة في الهواء والماء والتربة ، فقد ثبت وجودها في الهواء على ارتفاع ٧ كيلومترات ، وعلى عمق ٥ كيلومترات في التربة ، ووجدت في انواع مختلفة من المياه العذبة والمالحة (كما في البحر الميت الذي يبلغ تركيز الاملاح فيه ٢٨% تقريباً) وفي الينابيع الحارة وفي ثلوج القطب الشمالي ، ويقدر عدد البكتريا في الغرام الواحد من التربة بحوالي $10^6 \times 300$ خلية بكتيرية ، اما في الحليب فيصل عددها الى ٥٠٠٠٠ خلية بكتيرية/ملتر حليب ، في حين يحتوي الماء الصالح للشرب على ما لايزيد عن ١٠٠ خلية/ملتر ماء.

البكتريا على تنوع كبير مثلما هي واسعة الانتشار فقد دونت أحد الكتب المختصة في تصنيف على أكثر من Bergeys manual of determinative bacteriology البكتريا وهو كتاب ١٥٧٦ نوعاً من البكتريا في ٢٤٥ جنساً مع الاشارة الى أن هناك الآن أكثر من ٤٠٠٠ نوع من البكتريا في مواقع تصنيفية غير محددة.

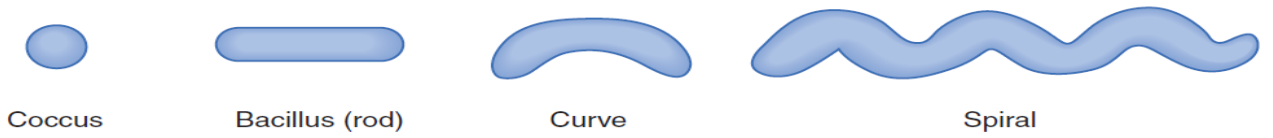
لايخلو مكان من الاحياء المجهرية ولاسيما البكتريا إلا من هذه المذكورة:

- دم الانسان والحيوان السليم
- الانسجة الداخلية للحيوان (باستثناء القناة الهضمية) والنبات
- فوهات البراكين
- السوائل والادوات الاواني المعقمة بأحدى طرق التعقيم

Size & Morphology حجم وشكل الخلايا

تتراوح ابعاد البكتريا من ١-٦ مايكرومتر طولاً ومن ١,٥-٥,٢ مايكرومتر عرضاً وقد تصل بعض أنواع البكتريا الحلزونية الى مدى يقع ما بين ٤٠٠-٥٠٠ مايكرومتر طولاً ، ويذكر ان نسبة السطح الى Eucaryotes وعموماً فان حجمها أصغر من الخلايا حقيقية النواة الحجم تزداد كلما كان حجم الخلية صغيراً وتبلغ هذه النسبة ١٠٠٠٠٠ في البكتريا الكروية التي يكون قطرها ٠,٥ مايكرون في حين تبلغ قيمتها من ١-٢ في بيضة الدجاجة التي يكون قطرها ١,٥ انج تقريباً. ان هذه الزيادة في النسبة تزيد من فرصة تماس الخلية مع بيئتها وتفاعلها مع وفي هذا المجال تتمكن بكتريا Nutrients المحيط الخارجي وامتصاص المغذيات الموجودة بصورة طبيعية في القناة الهضمية من تمثيل كمية من الكلوكوز *Escherichia coli* تقدر بحوالي اكثر من ١٠٠٠ مرة من وزن البكتريا خلال ساعة واحدة عند درجة حرارة ٣٧م ، في حين يحتاج الانسان الى مدة تقدر بنصف عمره اذا ما اراد تمثيل كمية من الكلوكوز مقدارها ١٠٠٠ مرة أكثر من وزنه.

أما أشكال البكتريا فهي أربعة أشكال رئيسية:



Spherical bacteria

١. البكتريا الكروية (مكورات)

وتظهر بترتيبات مختلفة أعماداً على مستوى انقسام الخلية Coccus ومفردها Cocci وتسمى خلال التكاثر فأذا كان إنقسام الخلية البكتيرية الكروية على مستوى واحد كونت زوجاً من المكورات أو سلسلة من الخلايا سبحية الترتيب باستمرار عملية الانقسام ، أما اذا كان انقسام ، في حين Tetrade الخلية البكتيرية الكروية على مستويين متعامدين كان ترتيب الخلايا رباعياً ، اذا ما كان انقسام Irregular aggregate أو تجمع غير منتظم Packet يكون الترتيب مكعباً الخلايا البكتيرية الكروية على ثلاث مستويات.

ويوضح الجدول التالي أمثلة على هذه الانواع من البكتريا الكروية

نوع البكتريا	ترتيب الخلايا	ملاحظات عن البكتريا
<i>Streptococcus pneumonia</i>	زوج من الخلايا	تسبب ذات الرئة
<i>Streptococcus lactis</i>	سلسلة سبحية من الخلايا	تستعمل في صناعة اللبن
<i>Streptococcus pyogenes</i>	سلسلة سبحية من الخلايا	تصيب الجروح
<i>Staphylococcus aureus</i>	عناقيد	تسمم غذائي
<i>Micrococcus tetrades</i>	رباعية التجمع	تسمم غذائي
<i>Sarcina ureaes</i>	مجموعة مكعبة	تسمم غذائي

Rod shaped bacteria

٢. البكتريا العصوية

وهي تسمية تطلق مجموعة تصنيفية تعرف على مستوى *Bacillus* ومفردها *Bacilli* تسمى وتختلف ابعاد البكتريا العصوية ويكون طولها وقطرها متشابهة احياناً حتى *Bacillus* الجنس يصعب تمييزها عن البكتريا الكروية أما نهاياتها فتكون اما مسطحة او مدورة او مشابهة لشكل أو متشعبة ، وفيما يلي أمثلة على البكتريا العصوية وبعض الملاحظات عن *Cigar* السيكار خصائصها المرفولوجية والشكلية

نوع البكتريا	ملاحظات مورفولوجية	الامراض التي تسببها
<i>Bacillus subtilis</i>	-مكونة للسبورات- g^+ عصوية- هوائية	تصيب البطاطا
<i>Bacillus anthracis</i>	-مكونة للسبورات- g^+ عصوية- هوائية	تسبب مرض الجمرة الخبيثة
<i>Clostridium botulinum</i>	- مكونة للسبورات- g^+ عصوية- لاهوائية	تقزز سموم Botulism تدعى
<i>Clostridium tetani</i>	-مكونة للسبورات- g^+ عصوية- لاهوائية	تسبب مرض Tetani الكزاز
<i>Shigella dysenteriae</i>	-تتحرك بالاسواط- g^- عصوية- لاهوائية	تسبب مرض الزحار البكتيري
<i>Corynebacterium diphtheria</i>	- غير مكونة g^+ عصوية(هراوة)- للاسواط	تسبب مرض الخناق

Spiral shaped bacteria

٣- البكتريا الحلزونية

تعد بكتريا عصوية تتخذ اشكالاً حلزونية قد تكون صلبة أو مرنة وحسب النوع، ويوجد نوعان ومن أمثلتها Comma shaped منها، الاول على شكل حرف (واو) وتسمى الواوية أو الضمية مسبب مرض الهيضة (الكوليرا)، أما النوع الثاني فذو *Vibrio cholera* بكتريا وهي بكتريا اغلبها يعيش في *Spirillum* انحناءات متعددة لذلك يكون شكله حلزونياً أو بريمية (مسبب مرض السيلان)، وان الاختلاف *Treponema pallidum* الماء، ومن الامثلة عليها بين البكتريا (الواوية) ذي الانحناءة الواحدة وبين البريمية (ذات عدة انحناءات) هو امتلاك الاولى سوطاً قطبياً واحداً بينما تكون الاسواط في البريمية موزعة على قطبي الخلية.

Square bacteria

٤- البكتريا مربعة الشكل

هي من الاشكال الغريبة في عالم الاحياء المجهرية أكتشفت عام ١٩٨١ على يد والسبي ، Halophilic على سواحل البحر الاحمر ، وهي من الكائنات المحبة للملوحة Walsby أطوال جوانبها من ٢-٤ مايكرومتر وسمكها يبلغ حوالي ٠,٢٥ مايكرومتر، ويعتقد أنها من *Archaeobacteria* أفراد مجموعة البكتريا القديمة.

ظاهرة تعدد الاشكال

يكون شكل الخلايا البكتيرية الحقيقية النشطة مميزاً وثابتاً في البيئات المناسبة ولكن جراء تغير الظروف البيئية تتخذ البكتريا ولاسيما العصوية منها أشكالاً واحكاماً مختلفة بسبب تغيرات تطراً على عمليات البناء الحيوي ونمو الجدار ، ومن الاشكال غير الطبيعية استطالة الخلية او انتفاخها أو اتخاذها شكلاً خيطياً، وقد يكون سبب هذه التغيرات في الشكل وجود المثبطات في الوسط أو اتخاذها شكلاً خيطياً، وقد يكون سبب هذه التغيرات في الشكل وجود المثبطات في الوسط Autolytic الغذائي أو شحة المغذيات مما يحفز تكون بعض الانزيمات المحللة الذاتية التي تؤثر على شكل الخلية من خلال تأثيرها على الجدار ، وقد تتحطم بعض الخلايا enzymes بفعل هذه الانزيمات ، لذلك فإنه عند وصف الخلية البكتيرية لتحديد شكلها الخارجي لابد من ان تكون مأخوذة من مزرعة حديثة العمر (أقل من ٢٤ ساعة) ومن وسط يلائم نمو تلك البكتريا

الخلية البكتيرية والمستعمرة البكتيرية

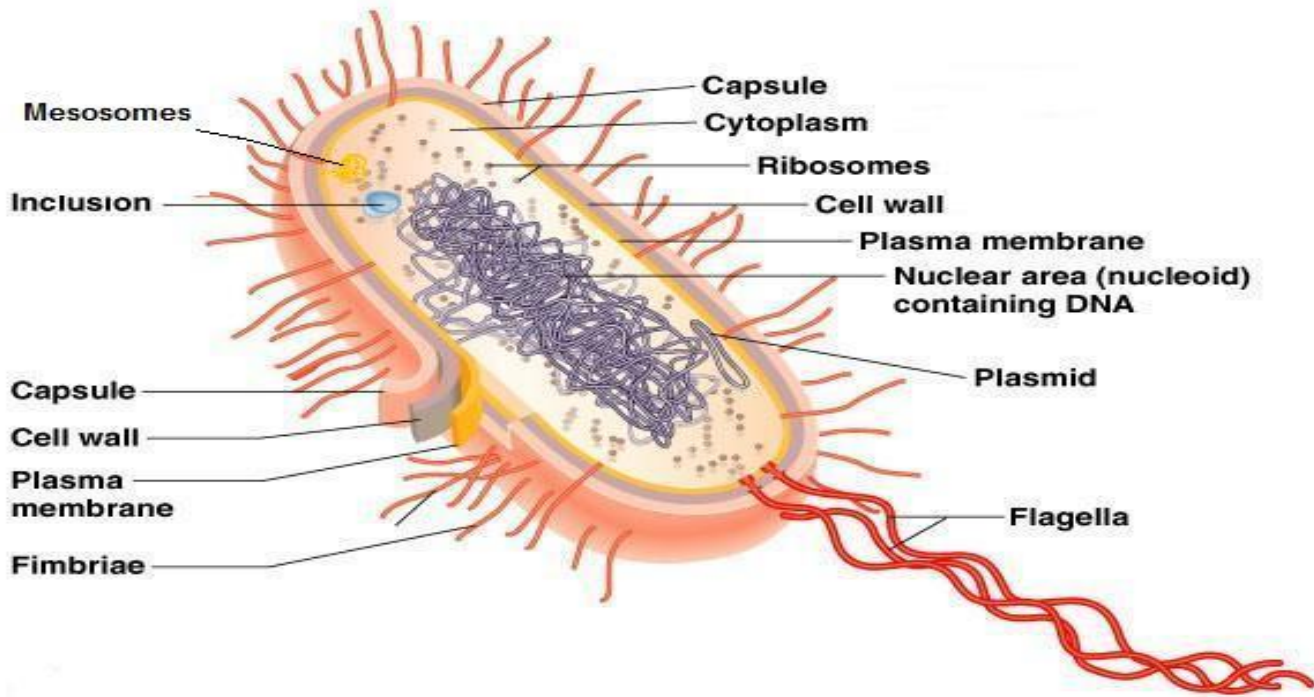
سبقت الاشارة الى البكتريا ، أيأ كان نوعها وشكلها ، تتألف من خلية مفردة واحدة تنتمي الى مجموعة من الخلايا غير حقيقية النواة (بدائية النواة) ويمكن ملاحظة خلايا البكتريا تحت المجهر الضوئي أو أي مجهر آخر بعد تحضير شريحة منها وتصبيغها بأحدى طرق التصبيغ ، غير ان الصلبة توجد على شكل مستعمرات. Culture media البكتريا في الاوساط أو البيئات الزرعية

هي البقعة من النومات على سطح الاوساط الصلبة التي تتألف من كتلة Colony المستعمرة (أعداد هائلة) من الخلايا البكتيرية تقدر بالملايين ، وكل مستعمرة تنشأ في الغالب من خلية واحد . وقد تنشأ من أكثر من خلية أو Spore واحدة أو من بوغ Vegetative cell خضرية من البكتريا على الاوساط الصلبة مستعمرة تتميز Species من بوغ واحد . ويكوّن كل نوع بخواص مورفولوجية ثابتة الى حد كبير من حيث الشكل والحجم والارتفاع واللون وحافة المستعمرة وغيرها . ويستفاد من الخواص المورفولوجية للمستعمرات في تمييز أنواع البكتريا مثلما يستفاد م شكل البكتريا تحت المجهر للغرض نفسه .

Functional Anatomy of Bacteria التشریح الوظيفي للبكتريا

مثلما يعود الفضل في اكتشاف الاحياء المجهرية الى ليفنهوك والى العدسات التي كان يصنعها ومن ثم المجاهر الضوئية المركبة التي شهدت تطوراً كبيراً في الصناعة ، فأ دراسة التراكيب الداخلية لخلايا الاحياء المجهرية وتشريحها الوظيفي تدين بالفضل الى المجاهر الالكترونية التي وفرت فرصة مشاهدة الاجزاء الداخلية للخلايا ومنها التعرف على العديد من مكوناتها الخلوية واحياناً على المستوى الجزيئي وتقسم مكونات الخلية البكتيرية الى

- **مكونات أساسية:-** تتضم الغشاء الساييتوبلازمي ، البرتوبلازم ، الرايبوسومات ، المنطقة النووية أو الجسيمة النووية(المادة الوراثية).
- **مكونات غير أساسية :-** وهذه موجودة في معظم وليس جميع خلايا بدائية النواة(البكتريا) وهي الجدار الخلوي، الكبسولة ، الطبقة الهلامية ، الاسواط ، الاهداب ، الابواغ ، البلازميدات والمواد المخزونة.



تركيب البكتريا

Capsule الكبسولة (المحفظة)

تركيب هلامي رخو محيط ببعض أنواع البكتريا ولايتكون إلا في ظروف بيئية وغذائية معينة ، وتمنح الكبسولة للبكتريا وبالتالي المستعمرات البكتيرية النامية في الاوساط الصلبة قواماً لزجاً رطباً، وتعد من المكونات غير الاساسية للبكتريا والتي يمكن ازالتها بالماء أو الانزيمات وتقتصر اهميتها على

- تشكل غطاءً واقياً للبكتريا تجاه المؤثرات الخارجية
- تزيد من امراضية بعض انواع البكتريا ولاسيما المسببة للامراض
- تعد مصدراً أو مخزوناً غذائياً تستعين بها الخلية في حالات معينة

فأن الكبسولة التي تكونها بعض أنواع البكتريا *Bacillus anthracis* بأستثناء بكتريا Polysaccharides عبارة عن سكريات متعددة

المادة(التركيب) Substances	الوحدة Structure unit	نوع البكتريا Bacteria
	البنائية	

<i>Bacillus anthracis</i>	Glutamic acid	Polypeptide
<i>Acetobacter xylinum</i>	Glucose	Cellulose
<i>Leuconostoc ssp.</i>	Glucose , Fructose	Dextrane

عندما تكون شبكة متخلخلة لها دور في التصاق البكتيريا على Glycocalyx تسمى الكبسولة Dental cavities سطوح النباتات والحيوانات وفي بقاء البكتيريا المسببة للنخر (نخر الاسنان) بين الاسنان المسبب الرئيس للنخر حيث تتراكم *Streptococcus mutans* وتعد البكتيريا المسماة (بكتل كبيرة على سطوح الاسنان ويحتاج هذا التراكم الى الكبسولة التي تكونها البكتيريا من سكر) والتي Fructan أو الفركتان (Glucan السكروز) والتي تتألف (الكبسولة) من وحدات الكلوكان تساعد البكتيريا على الالتصاق بالاسنان مسببة تلفها.

The Cell wall الجدار الخلوي

يعد من المكونات غير الاساسية للخلية البكتيرية ، للجدار الخلوي وظيفة أساسية مهمة تتلخص بأنه يحدد شكل البكتيريا ويحافظ عليه وعلى البكتيريا ، فالبكتيريا الكروية تمتلك جدار كروي ، والبكتيريا العصوية تمتلك جدار عصوي والاسطوانية وهكذا.... ومن الممكن تحطيم الجدار الخلوي للبكتيريا اما بطرق ميكانيكية او باستعمال انزيمات معينة ، والبكتيريا (أو أية خلية) Protoplast خالية من الجدار الخلوي او عديمة الجدار الخلوي تسمى.

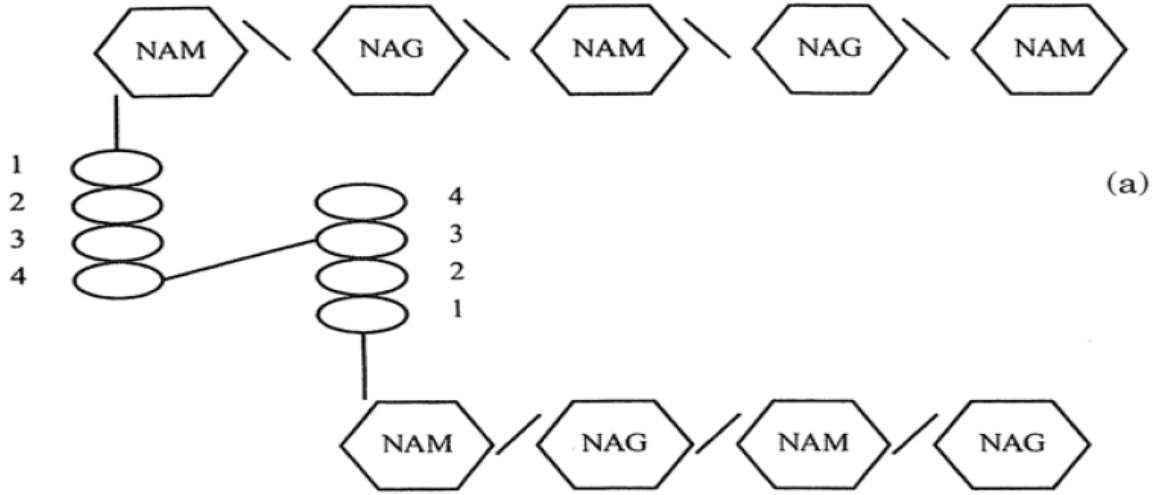
أما أهمية دراسة الجدار الخلوي فتكمن للأسباب الآتية:

- يتألف جدار الخلية البكتيرية من مكونات ليس لها نظير في مكان آخر من الطبيعة .
- يستطيع بعض مكونات الجدار (خاصة في البكتيريا السالبة لصبغة كرام) من إحداث أعراض مرضية (السموم الداخلية Endotoxins).
- يمثل الجدار موقعاً لعمل بعض المضادات الحيوية وفعلها.
- وجود الاختلاف في التركيب الكيماوي لجدار البكتيريا هو الذي يحدد صف استجابة البكتيريا لصبغة كرام Grams stain وبالتالي تقسيمها الى مجموعتين – البكتيريا الموجبة لصبغة كرام والبكتيريا السالبة لصبغة كرام.

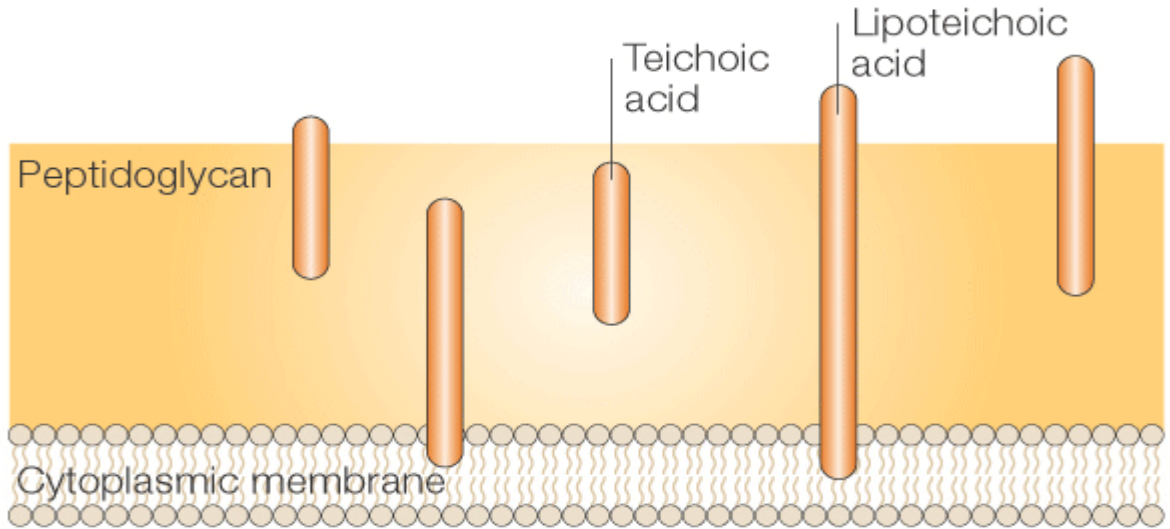
التركيب الكيماوي لجدار البكتيريا

Peptidoglycan يتكون الجدار الخلوي للبكتيريا من مكون أساسي يطلق عليه بيتيدوكلايكان ذو وزن جزيئي عالٍ ويتألف من وحدتين ثانويتين أساسيتين متبادلتين Polymer وهو بوليمر (تتصلان (N-acetylmuramic acid) NAM و (N-acetylglucosamine) NAG هما سلسلة (N-acetylmuramic acid) ، وترتبط بالوحدة الثانوية (1-4,β بأصرة كلايكوسيدية من بيتيدية مؤلفة من أربعة أحماض امينية . ترتبط سلاسل البيتيدوكلايكان والتي قبلها وبالتالي بعدها ارتباطاً عرضياً (مستعرضاً) بواسطة سلسلة من الاحماض الامينية أيضاً مكونة شبكة ثلاثية

الابعاد تمنح الجدار القوة والصلابة التي يمتاز بها.

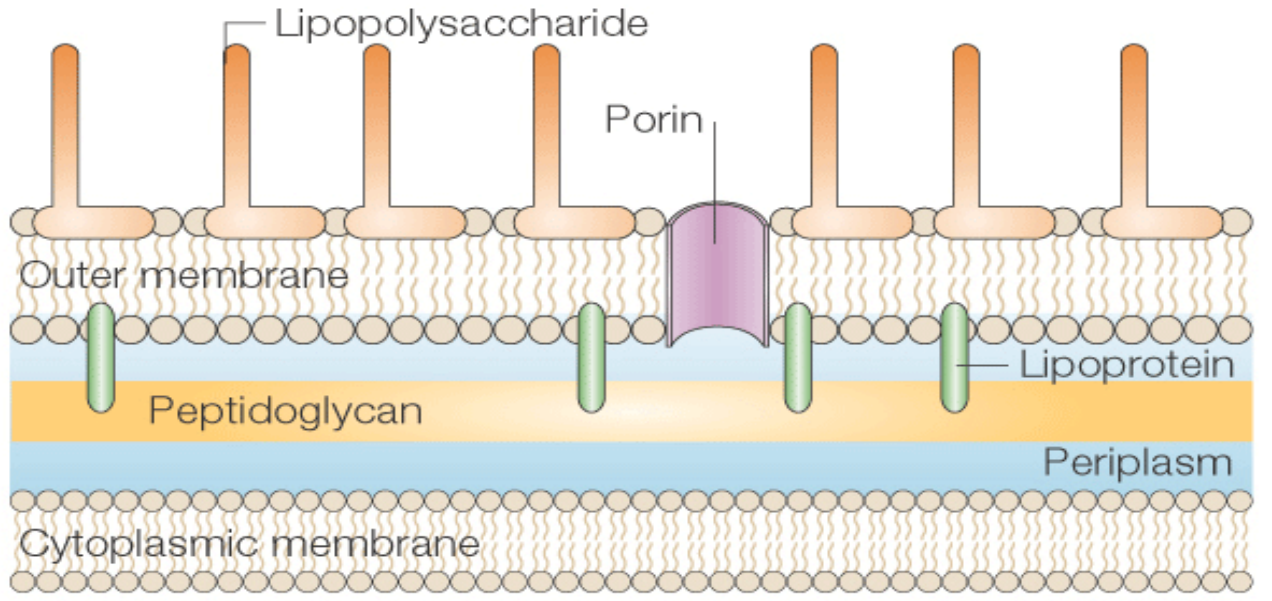


يوجد في جدار البكتريا الموجبة لصبغة كرام ٤٠ طبقة من الببتيدوكلايكان إذ تشكل حوالي ٥٠% من الجدار في حين لايتجاوز عدد هذه الطبقات واحدة أو اثنين من الببتيدوكلايكان في جدار البكتيريا السالبة لصبغة كرام والتي تشكل من ٥-١٠% من الجدار الخلوي، كما تحتوي وحامض Teichoic acid جدران البكتريا الموجبة لصبغة كرام على حامض التيكويك في حين تفتقر جدران البكتريا السالبة لصبغة كرام على هذين Lipoteichoic acid الليبوتيكويك الحامضين ، لذلك نرى أن جدار البكتريا السالبة لصبغة كرام تتكسر بالقوى الميكانيكية بسهولة أكثر من البكتريا الموجبة لصبغة كرام لقلّة طبقات الببتيدوكلايكان فيها .



جدار البكتريا الموجبة لصبغة كرام

إن جدار البكتريا السالبة لصبغة كرام يحتوي على مكونات اضافية فضلاً عن طبقات الببتيدوكلايكان المحدودة تقع الى خارج هذه الطبقة وهي طبقة البروتينات الدهنية والسكريات الدهنية Outer membrane والغلاف الخارجي Lipoproteins و Lipopolysaccharides المتعددة .



جدار البكتريا السالبة لصبغة كرام

تتلخص وظيفة البروتينات الدهنية في موازنة الغلاف الخارجي وتثبيتته على طبقة الببتيدوكلايكان ، أما طبقة الغلاف الخارجي فهي طبقة ثنائية تتألف من دهون مفسفرة ويعمل هذا الغشاء أو الغلاف على منع تسرب البروتينات في التجويف Phospholipids ، في حين تعمل الطبقة الأخيرة (السكريات الدهنية Periplasmic space البلازمي المحيطي على موازنة الغلاف ويكون حاجزاً يحول Lipid A المتعددة) والتي تتألف من مركب رئيس هو ، وتتميز هذه الطبقة بسميتها العالية Hydrophobic دون دخول الجزيئات الكاره للماء Endotoxin للحيوانات وتدعى عادة بالسلم الداخلي

الانزيمات المحللة للجدار الخلوي

الموجود في افرازات الحيوانات (الدموع واللعاب والافرازات Lysozyme يعد انزيم الايضية وفي الحليب) من اهم الانزيمات المحللة للجدار البكتيري اذ يهاجم الاصرة التي تربط الوحدات الثانوية في معقد الببتيدوكلايكان ، وقد تفرز البكتريا (β ,1-4 الكلايكوسيدية نفسها انزيمات محللة للجدار بعد موتها اذ تهاجم أجزاء من الجدار الخلوي وتحلله مثل انزيمات وهي انزيمات التحلل الذاتي ، ويذكر أن تأثير أنزيم Glycosidases و Peptidases في البكتريا الموجبة لصبغة كرام أكبر وأسرع ويحلل جدارها بالكامل عند معاملتها Lysozyme بهذا الانزيم مقارنة بالبكتريا السالبة لصبغة كرام إذ تبقى اجزاء من الجدار لكثرة الطبقات الموجودة في جدارها فضلاً عن طبقة الببتيدوكلايكان خاصتها.

في جدار البكتريا Penicillin تأثير البنسلين

يعد البنسلين أحد أنواع المضادات الحيوية والذي يستعمل الى جانب مشتقاته من المعالجات الطبية للأمراض المتسببة عن البكتريا ، ويتلخص تأثيره في قتل البكتريا من خلال منع تخليق الجدار الخلوي وتحليل طبقة الببتيدوكلايكان ، ومع بعض الاستثناءات يعد البنسلين أكثر فعالية ضد البكتريا الموجبة لصبغة كرام من السالبة لأن البنسلين يحتاج الى زمن اضافي أكثر لكي يصل لموقع تأثيره في طبقة الببتيدوكلايكان لوجود الطبقتين الاضافيتين في البكتريا السالبة وطبقة Lipopolysaccharides لصبغة كرام والمتمثلة بطبقة السكريات الدهنية المتعددة

اللتان تحيطان بطبقة الببتيدوكلايكان واللثان يمنعان البنسلين Lipoproteins البروتينات الدهنية من الوصول الى موقع تأثيره في طبقة الببتيدوكلايكان بسهولة وبسرعة.

Protoplast و Spheroplast

أو بمنع Lysozyme تعبيران يشيران الى الخلايا المنزوعة الجدار أما بمعاملة البكتريا بأنزيم تكوين الجدار تحت تأثير المضادات مثل البنسلين ، وتسمى الكتريا المنزوعة الجدار بالكامل بالبروتوبلاست والتي تتخذ شكلاً كروياً عند توفير حماية أزموزية أو عند وضعها في محلول متعادل الضغط الأزموزي وتكون غير قادرة على الانقسام إلا تحت ظروف معينة وغير قادرة . أما Bacteriophages على تكوين جدار خلوي جديد ولا تتعرض للأصابة بالعائيات البكتيرية في حالة البكتريا السالبة لصبغة كرام يبقى جزء من الجدار الخلوي ملتصق بالغشاء لعدم التحلل Spheroplast. الكامل وتسمى هذه الحالة أو التركيب بالسفيروبلاست.

Mycoplasma المايكوبلازما

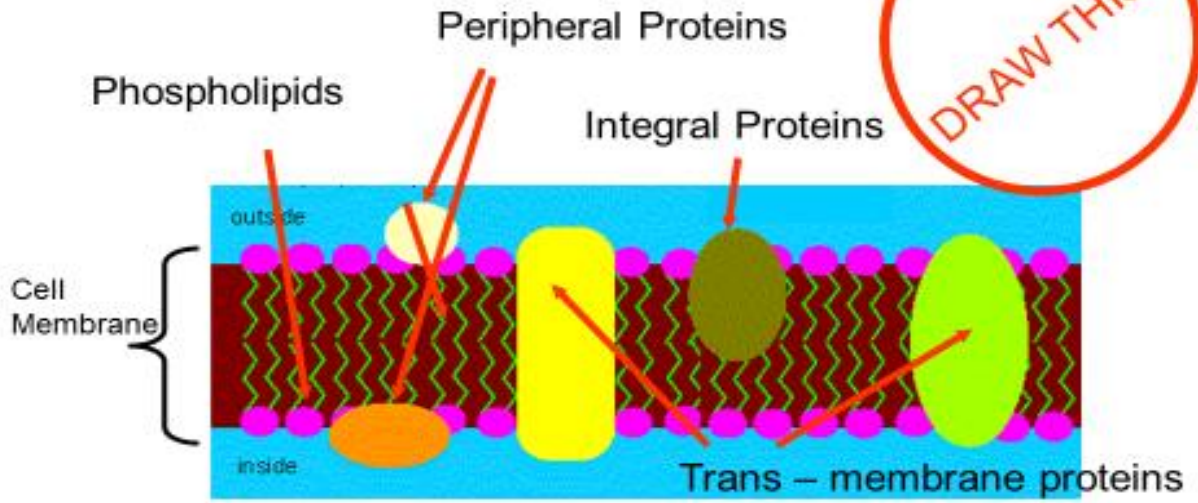
وهي مجموعة متفردة من البكتريا لافتقارها الى الجدران الخلوية ، وتكون ذات أشكال التي تساعد في زيادة صلابة Sterols مميزة، تحتوي أغشيتها السايكوبلازمية على الستيرويدات الغشاء السايكوبلازمي الذي يعد الحاجز المباشر للبكتريا عند محيطها الخارجي لافتقارها الى . تحتاج معظم Osmotic lysis الجدار وتساعد في حماية هذه البكتريا من الانحلال الأزموزي المايكوبلازما الى وسط يحتوي على المصل (٢٠% من مكونات الوسط) وهو مصدر الستيرويدات للبكتريا كما تحتاج الى العديد من الفيتامينات والاحماض الامينية والبيورينات والبريميدينات وغيرها، وتوجد بعض الانواع منه في التربة وفي مياه الصرف ، وتكون بعض الانواع منها أمراضاً للحيوانات والنباتات.

Cytoplasmic Membrane الغشاء السايكوبلازمي

يمثل هذا الغشاء الغلاف الخارجي في الخلايا عديمة الجدار - كما مر - أما في البكتريا النموذجية طبقة تلي الجدار... وما بين الغشاء السايكوبلازمي والجدار منطقة تدعى ويسمى الغشاء السايكوبلازمي أحياناً Priplasmic space التجويف البلازمي المحيطي . إن Plasmic membrane أو الغشاء البلازمي Cell membrane بالغشاء الخلوي مظهر الغشاء السايكوبلازمي سواء عزل من الخلايا بدائية النواة أو من حقيقية النواة (الفطريات وحتى الحيوانات الراقية) متماثلة فعلاً عند فحصه بالمجهر الإلكتروني إذ يبدو كحزمتين معتمتين للإشارة الى Unit membrane مفصولتين بحزمة فاتحة ومن هنا جاءت تسمية الأغشية تماثلها على المستوى الجزيئي في جميع أنواع الخلايا.

والتي تشكل Phospholipids يتألف الغشاء السايكوبلازمي في البكتريا من دهون مفسفرة ٤٠% من الغشاء وبروتينات تشكل ٦٠% منه ، والدهون المفسفرة خالية تماماً من الستيروول ماعدا الغشاء السايكوبلازمي في بكتريا المايكوبلازما.

Composition of the cell membrane



تركيب الغشاء السايٲوبلازمي

وظائف الغشاء السايٲوبلازمي

- تتميز الأغشية السايٲوبلازمية بخاصية فريدة من نوعها تلك هي خاصية النفاذية الانتقائية Selective permeable أو خاصية شبة نضوح Semipermeable وهي خاصية السيطرة على مرور المغذيات والمواد الكيماوية الذائبة من والى الخلية
- يحتوي الغشاء البلازمي (السايٲوبلازمي) على مكونات السلسلة التنفسية وانتقال الألكترونات Electron Transport & Oxidative Phosphorylation في البكتريا الهوائية . وبهذا فان الغشاء السايٲوبلازمي يقوم في البكتريا مقام المايٲوكوندريا في حقيقة النواة في انتاج الطاقة
- إفراز الانزيمات المحللة الى المحيط الخارجي للبكتريا مباشرة في البكتريا الموجبة لصبغة كرام والى الفسحة البيئية (التجويف البلازمي المحيطي) في البكتريا السالبة لصبغة كرام ، وتتمثل وظيفة هذه الانزيمات في تحليل وتجزئة وتكسير المركبات ذات الاوزان الجزيئية العالية ومن هذه الانزيمات
- Proteases - الانزيمات المحللة للبروتين
- Amylases ب- الانزيمات المحللة للسكريات المتعددة
- Cellulases ج- الانزيمات المحللة للمواد السيللوزية
- يحتوي الغشاء البلازمي على الانزيمات المسؤولة عن تخليق بوليمرات الجدار الخلوي ومكونات الغشاء نفسه ولاسيما الدهون المفسفرة Phosphlipids وبعض الانزيمات المسؤولة عن تضاعف DNA .
- تمتلك البكتريا القدرة على التركيب الضوئي صبغاً وانزيمات لتحويل طاقة الضوء الى طاقة كيماوية وهذه موجودة في الغشاء أيضاً.

Permeability & Transports النفاذية والانتقال

أن الغشاء السايئوبلازمي يسمح بحركة وانتقال بعض المركبات من والى داخل الخلية بينما يحول دون انتقال المركبات والمواد الأخرى ، ومن هنا جاءت تسمية الخاصية الانتقائية . أن جميع المركبات والمغذيات والتي تمر عبر الأغشية لابد وان تكون ذائبة في الماء وتتلخص آلية انتقال المواد عبر الأغشية السايئوبلازمية بما يأتي

١. الانتشار المنفصل أو البسيط Passive or Simple Diffusion

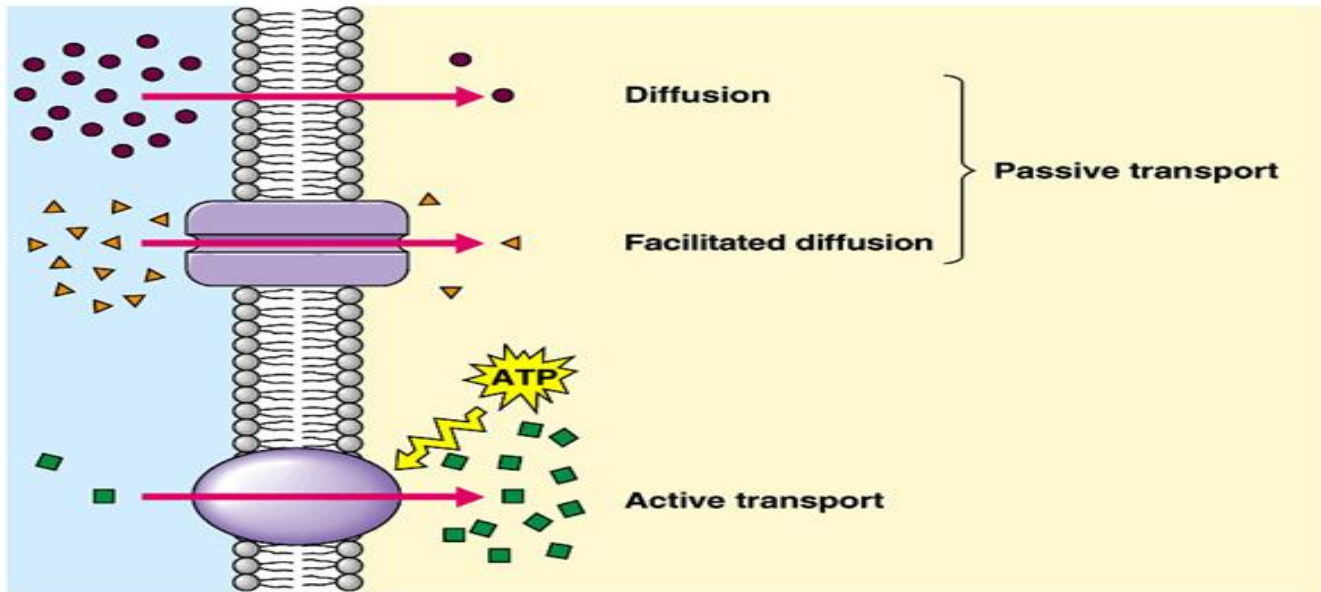
يكون انتقال المواد من التركيز الأعلى الى التركيز الأوطأ حتى يتعادل التركيز على جهتي الغشاء دون انفاق طاقة.

٢. النقل الفعال Active Transport

أسلوب مهم من أساليب نقل المواد الى داخل الخلية من الاوساط المخففة إذ تكون حركة المواد من الخارج (تركيز واطىء) الى داخل الخلية (تركيز عالٍ) وتحتاج العملية الى صرف طاقة .. ويتم النقل الفعال بارتباط المواد المراد نقلها الى داخل الخلية كالكسكريات البسيطة مثل الكلوكوز والاحماض الامينية بروتينات خاصة عند السطح الخارجي والتي تمتاز (البروتينات Carriers للغشاء الخلوي وتسمى هذه البروتينات بالحوامل الخاصة) بتخصصها العالي تجاه المواد التي تقوم بنقلها

٣. الانتشار الميسر Facilitated Diffusion

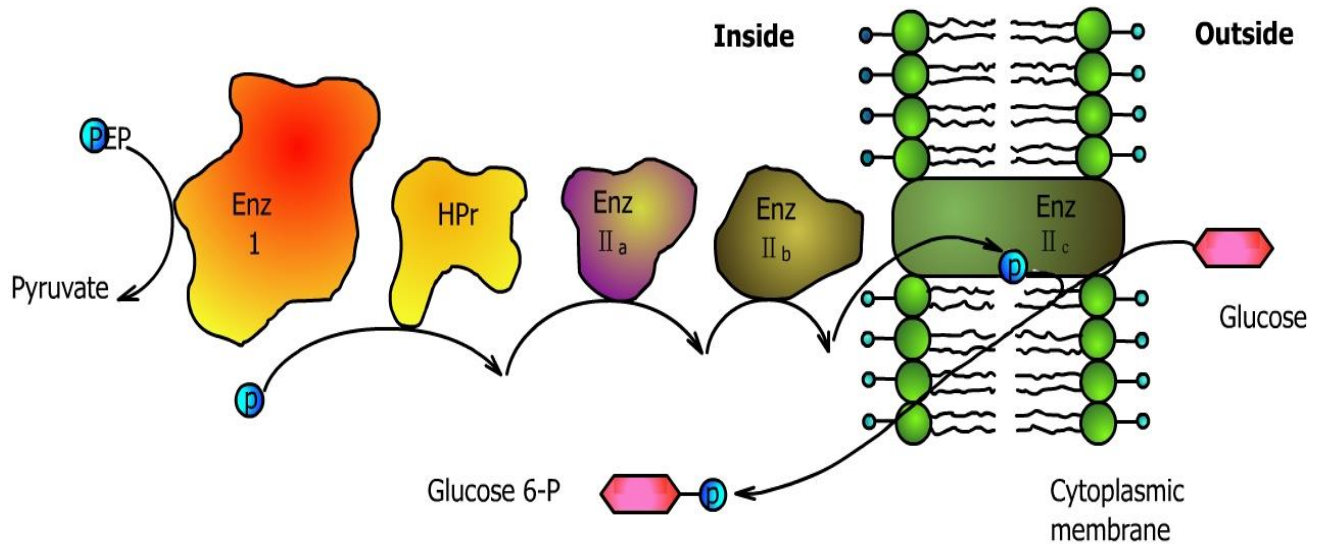
يشبه الانتشار البسيط، إذ تنتقل المواد من التركيز العالي الى التركيز الواطىء بوساطة بروتينات حاملة تسرع من عملية الانتقال دون الحاجة الى الطاقة



أساليب انتقال المغذيات الى الخلية البكتيرية

١. تغير موقع المجموعة Group Translocation

يحتاج هذا الاسلوب في النقل الى إحداث تحويل في المواد المنقولة مثل الكسكريات الى شكل كسكريات مفسفرة وتتم العملية عبر مجموعة من الانزيمات والبروتينات الواقعة في الغشاء وتتطلب العملية صرف مقدار من الطاقة ويكون النقل من التركيز الأوطأ الى التركيز الأعلى.



Mesosomes الميزوسومات

يكون الغشاء الساييتوبلازمي في البكتريا الموجبة لصبغة كرام طيات متمركزة في الساييتوبلازم أو انبعاجات باتجاه داخل الخلية تدعى الميزوسومات وهذه التراكييب غير واضحة أو غير موجودة في البكتريا السالبة لصبغة كرام ويعتقد أن الميزوسومات لها دوراً في تكوين الجدار يقع بالقرب منها. DNA المستعرض عند انقسام الخلية خاصة وان

Nuclear material (Nucleoid) المادة النووية

التي تكون مزدوجة الشريط DNA تتألف المادة النووية في بدائية النواة مثل البكتريا من هذه كروموسوم البكتريا وان عدد DNA دائرية حلقيّة مربوطة تساهمياً. تمثل مادة الكروموسومات في بدائية النواة هو كروموسوم واحد ويكون عادة خالية من الهستونات التي في البكتريا كبيرة الحجم وتحشر نفسها داخل الخلية DNA ، وتكون جزيئة DNA تترتبط مع ، وتكون Nuclear Region البكتيرية وتشغل مساحة معينة في منطقة تعرف بالمنطقة النووية (الكروموسوم) في البكتريا ملتصقة بالغشاء الساييتوبلازمي وفي جزء منه غالباً DNA جزيئة في بدائية النواة (البكتريا) DNA في موقع على الميزوسوم ، والمادة الوراثية المتمثلة بجزيئة وبعدد الكروموسومات في حقيقية النواة تحمل الصفات الوراثية كافة للكائنات الحية ومسؤولة عن إظهار أو تعبير هذه الصفات.

Plasmids البلازميدات

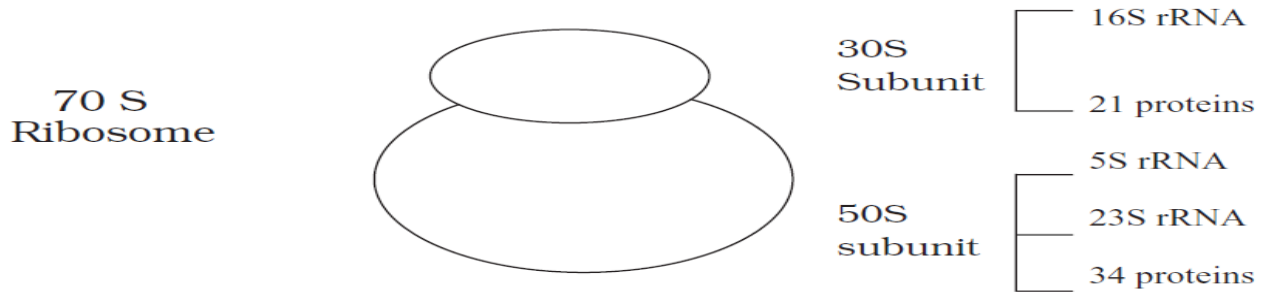
دائرية حلقيّة أيضاً لكنها DNA تحتوي البكتريا أحياناً على جزيئة واحدة أو أكثر من جزيئات الكروموسومي، DNA صغيرة الحجم (الوزن الجزيئي) ولا تبلغ إلا ١% من الوزن الجزيئي ل DNA وتحمل صفات وراثية إضافية أيضاً الى المعلومات الوراثية الموجودة على جزيئة الكروموسومي . ومن أهم هذه المعلومات :-

- مقاومة المضادات الحيوية والادوية وتسمى هذه البلازميدات ببلازميدات المقاومة Resistance plasmids.
- انتاج البكتريوسينات Bacteriocins وهي بروتينات تعمل على تحطيم البكتريا الاخرى في السلالات البكتيرية القريبة منها.
- تحليل العديد من المركبات المعقدة من قبل بلازميدات الايض Metabolic plasmids كما تحمل جينات لتكوين وحث تكوين العقد الجذرية في البقوليات وتثبيت النروجين.

- تحمل صفة انتاج السموم البكتيرية مثل السموم المعوية من قبل بكتريا *E. coli*.
- تحمل صفة التزاوج بين البكتيريا إذ تحمل عدداً من الجينات المسؤولة عن اقتران Conjugation خلايا البكتيريا في معرض تبادل المعلومات الوراثية وتعرف هذه البلازميدات ببلازميدات الخصوبة Fertility plasmids ، والبلازميدات في الوقت الراهن تعد أحد الادوات المهمة في تجارب الاستنسال Cloning والهندسة الوراثية Genetic Engineering .

Ribosomes الرايبوسومات

يرجع المظهر الحبيبي للساييتوبلازم الى وجود تراكيب منتشرة فيها تعرف بالرايبوسومات وهي اماكن او مصاطب لتخليق البروتينات اذ ترتبط بالاحماض الامينية وحسب تسلسل معين مع بعضها البعض بواسطة اواصر ببتيدية لتكوين الببتيدات أو البروتينات ، ويبلغ عدد الرايبوسومات في البكتيريا حوالي ١٥٠٠ رايبوسوم ويزداد هذا العدد مع زيادة نشاط البكتيريا لتخليق البروتينات . تتألف وحدة الرايبوسوم من جزئيتين كبيرتين مختلفتين هما البروتين و RNA (Ribosomal RNA) الرايبوسومي rRNA من RNA وحدتين ثانويتين ترتبطان مع بعضهما لتكوين الوحدة الرئيسية عند تخليق البروتينات والتعبير عن الصفات الوراثية. تمتاز الرايبوسومات بخواصها الترسيبية عند نبذها مركزياً في أجهزة النبذ فكلما كان حجم الرايبوسوم كبيراً فكلما كانت Ultracentrifugation المركزية فائق السرعة قابلية الترسيب عالية (أي يترسب بسرعة) ويعبر عن حجم الرايبوسومات بوحدة الترسيب أو نسبة الى العالم الكيمياء الفيزيائي السويدي سيودبرج مصمم أجهزة النبذ Svedberg وحدة (بينما يبلغ 70 S) ، والرايبوسومات البكتيرية يبلغ حجمها S المركزي الفائق . ويرمز لها بوحدة (أي أكبر حجماً) 80 S. حجم الرايبوسومات لخلايا الكائنات حقيقية النواة

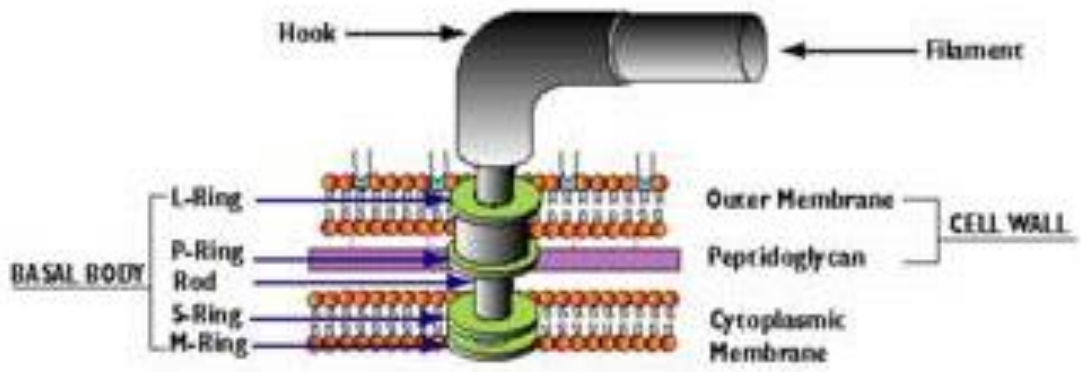


مكونات الرايبوسومات البكتيرية

Flagella الاسواط

وتعد من التراكيب الخارجية الظاهرية وهي خيوط بروتينية طويلة Flagellum مفردتها يكون طولها أكبر من طول البكتيريا نفسها ، وهي واسطة الحركة في البكتيريا التي تمتلكها ، يتألف السوط البكتيري من ثلاثة أجزاء :-

- الخيط Filament وهو الجزء الظاهري الممتد من الخلية خارجاً ويكون أسطواني مجوف ويتألف من ثلاثة خيوط رفيعة ملتفة مع بعضها البعض.
- الخطاف Hook الذي يربط الخيط بالجسم القاعدي
- الجسم القاعدي Basal body ويعمل على تثبيت السوط على الغشاء الساييتوبلازمي ماراً من الجدار ومكوناته المختلفة ، ويشتمل الجسم القاعدي على حلقتين يرتبطان بالغشاء الساييتوبلازمي في البكتيريا الموجبة لصبغة كرام ، أما بالنسبة للبكتيريا السالبة لصبغة كرام فهناك حلقات اضافية ترتبط بالغشاء الخارجي وفي منطقة الببتيدوكلايكان.



السوط البكتيري

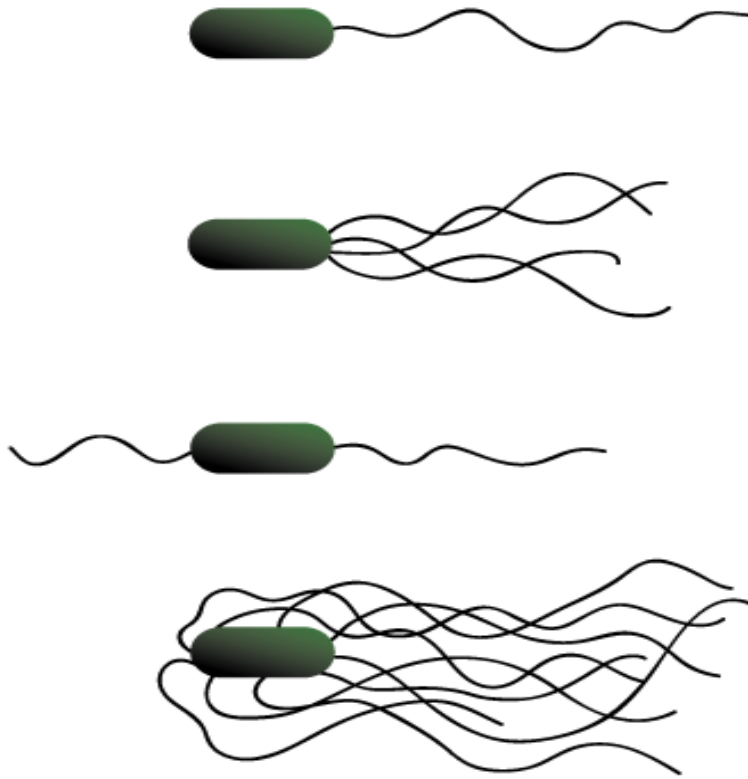
إن عدد وتوزيع الاسواط في الخلية البكتيرية ثابت لكل نوع وتختلف عن الانواع الاخرى من خلال العدد والتوزيع ويعد من الصفات المميزة لذلك النوع.

(a) Polar, monotrichous

(b) Polar, amphitrichous

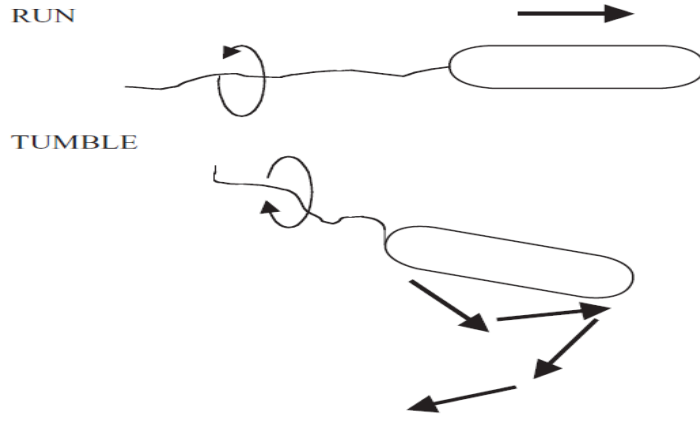
(c) Bipolar, monotrichous

(d) Peritrichous



أنماط توزيع الاسواط على الخلية البكتيرية

كما ذكرنا أن الاسواط هي اداة الحركة في البكتريا التي تمتلكها وتختلف الحركة باختلاف نمط وتوزيع الاسواط ، ويعتقد أن الحركة (السوط) تعتمد على الذبذبة الدائرية في حلقات الجسم القاعدي التي تولد طاقة لتحريك السوط ، فإذا كانت حركة السوط المفرد بعكس دوران عقرب الساعة فإنه يولد حركة الى الامام وبشكل مستقيم في حي تكون الحركة عشوائية وبتجاهات مختلفة عند الدوران مع اتجاه عقرب الساعة.



حركة البكتريا بواسطة السوط اعتمادا على دوران السوط مع أو عكس عقرب الساعة

هناك انواع من الحركة لاتتشارك فيها الاسواط منها الحركة الانزلاقية الناتجة عن ذبذبات وتموجات جسم الخلية البكتيرية وتحدث فوق الاسطح الصلبة وهناك نوع آخر من الحركة غير الحقيقية ناتجة عن تصادم جزيئات الوسط السائل بالاحياء المجهرية وتسبب حركة موضعية نسبة الى مكتشف هذه الحركة. *Brownian movement* تسمى بالحركة البراونية

Pili الشعيرات

تمتلك العديد من البكتريا السالبة لصبغة كرام المئات من اللواحق الشبيهة بالشعر تدعى الشعيرات التي تكون اقصر وارفع من الاسواط وتختلف عن الاسواط انها تخترق الغشاء السايئوبلازمي وكذلك لاتتعلق بالحركة حال الاسواط ، وان وظيفة الشعيرات تتلخص بإمكانية هذه الشعيرات من اختراق البكتريات الاخرى في سطوح ملائمة أي انها تمتلك صفة الامراضية لاملاكها وحدات بروتينية تسهل التصاق البكتريا عن طريق هذه الشعيرات في سطوح متخصصة على انسجة المضيف ، أما الوظيفة الثانية لهذه الشعيرات فهي تتعلق باقتران أو التي تفيد في اتصال خليتين أثناء *Sex Pili* التزاوج وتدعى هذه الشعيرات بالشعيرات الجنسية لتبادل المعلومات الوراثية. *Conjugation* الاقتران

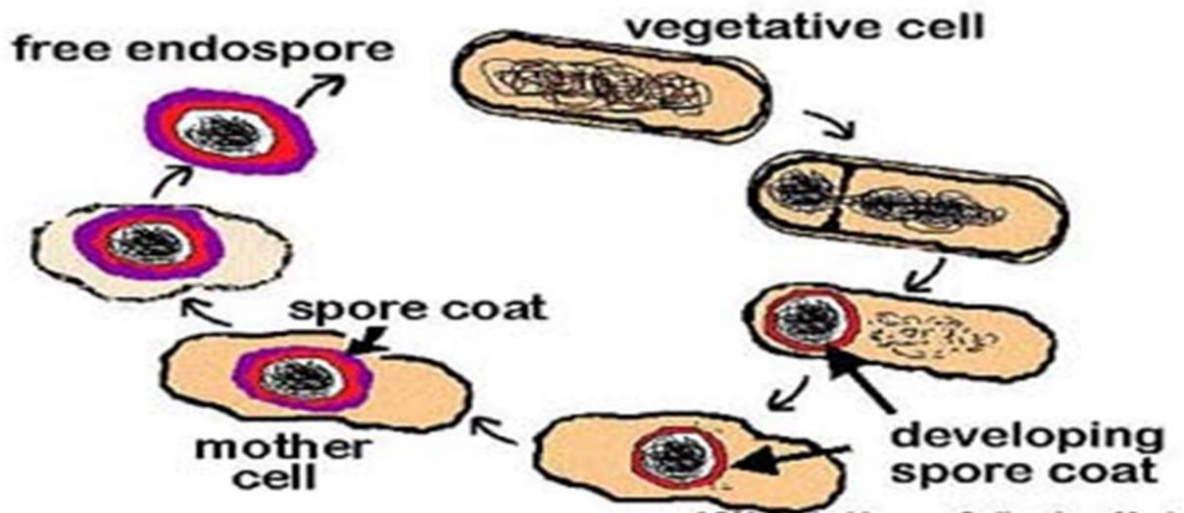
Spores الأبواغ

تركيب تقوم بتكوينه أنواع معينة من البكتريا الموجبة لصبغة كرام والعصوية في الغالب ، ويوصف هذا التركيب بانه نمط خلوي استثنائي يتكون داخل الخلية الخضرية عند نموها في ظروف دون الظروف المثلى ، وتتكون الابواغ البكتيرية داخل الخلية البكتيرية لذلك تسمى بخلاف الابواغ التي تكونها العديد من الاحياء المجهرية الاخرى *Endospore* بالابواغ الداخلية ، *Exospore* مثل الفطريات والتي تكون خارج الخلية الخضرية لذلك تسمى بالابواغ الخارجية ولاتعد الابواغ البكتيرية وسيلة للتكاثر لانها تتكون بواقع بوغ واحد لكل خلية خضرية وانما تعد وسيلة للمحافظة على النوع. تتميز الابواغ البكتيرية بمقاومتها العالية للعديد من المعاملات التي تؤثر في الخلايا الخضرية للبكتريا وللابواغ التكاثرية للكائنات الاخرى ، فالابواغ البكتيرية تنسم بمقاومتها العالية للحرارة والجفاف الشديد والاشعاع والكثير من المواد الكيماوية المستعملة في الحاوي على *Spore coat* التطهير والتعقيم وتعزى هذه المقاومة الى عدم نفاذية غطاء البوغ (ان سمك وتماسك مكونات *Dipicolinic acid - Peptidoglycan* معقد (الكالسيوم- الغطاء البوغي تمنح صفة المقاومة فضلاً عن التركيب ثلاثي الأبعاد الأنف الذكر ، فقد وجد ان المرضية تقاوم الغليان لعدة ساعات . رغم ان مقاومة *Clostridium botulinum* أبواغ بكتريا الابواغ للحرارة تختلف باختلاف الانواع فأن معظم الابواغ تقاوم حرارة ٨٠م / ١٠ دقائق وهي كافية للقضاء على الخلايا الخضرية تماماً.

تحتوي الابواغ على نسبة واطئة جداً من الرطوبة لذلك فانها تتصف بعدم امتلاكها نشاط ابيضي فعلي ، فهي تبقى ساكنة وتمثل على هذا الاساس طور السكون للبكتريا فبإمكانها ان تبقى ثانية الى خلايا خضرية وخلال فترة Germination ساكنة لسنوات عدة وبإمكانها ان تنبت قصيرة ثم تعود الخلايا الخضرية فتكون الابواغ عند دخولها طور الثبوت العددي ، وتدعى عملية تكوين الابواغ Sporogenesis.

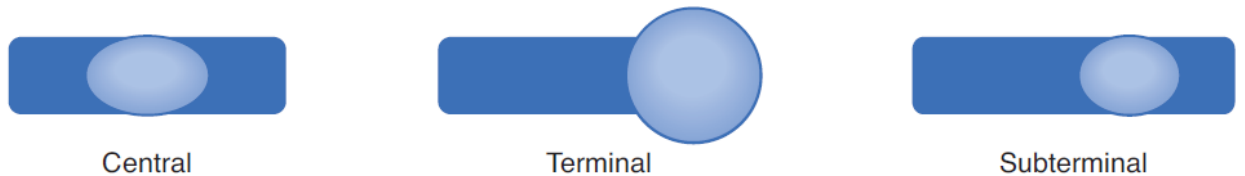
أما مراحل تكوين البوغ الداخلي فهي:

- تحول مادة DNA الى خيوط وحدث انبعاج في الغشاء الخلوي قرب أحد نهايتي الخلية وهذه التغيرات تؤدي الى تكوين مايعرف بالبوغ الاولي Fore spore .
- تكوّن طبقات تغطي البوغ الاولي تسمى قشرة البوغ Spore cortex تغطيها طبقات أخرى تسمى Spore coat ، وقد تحدث في بعض الانواع أن تضاف طبقة اخرى تعرف ب Exosporium .
- تحلل الخلية الام(الجزء الخضري) وانطلاق البوغ الحر Fore spore .



Sporogenesis مراحل عملية تكوين البوغ في البكتريا

يختلف موضع البوغ داخل الخلية الخضرية باختلاف نوع البكتريا فقد يكون البوغ مركزياً أو يكون طرفياً ويسمى Subterminal أو قريباً من أحد طرفي الخلية ويدعى عندئذ Central Sollow spore. أو قد يكون حجم البوغ اكبر من حجم الخلية الخضرية ويسمى Terminal



انماط توزيع الابواغ في الخلية البكتيرية

نظراً لمقاومة الابواغ البكتيرية للحرارة فإن لها اهمية استثنائية في مجال الصناعات الغذائية وفي صناعة الاغذية المعلبة ، فمعظم التلف في الاغذية المعلبة يعود الى البكتريا اللاهوائية المكونة للابواغ وقد يسبب البعض منها امراض خطيرة لاحتوائها على السموم الخارجية كما في ذلك ينصح بمعاملة المنتجات أو الاوساط الزرعية عن طريق *Clostridium botulinum* جنس للقطاء على سبوراتها المقاومة للغليان لساعات. Autocleave المؤصدة

Bacillus ومن الامثلة على البكتريا المكونة للابواغ من البكتريا العصوية) (من *Sporolactobacillus* و *Clostridium* و *B.stearothermophilus* و *subtilis* البكتريا الكروية *Sporosarcina*.

Storage materials الحبيبات المخزونة أو المدخرة

Inclusion bodies تتواجد في سايتوبلازم البكتريا الحقيقية تراكيب حبيبية تعرف بالاجسام الضمنية وهي تعمل كمخازن للغذاء والتي قد تكون مركبات عضوية مثل النشأ والكلايكوجين bodies أو الدهون فضلاً عن مركبات الكبريت والفوسفات المتعددة وتسمى الاخيرة أحياناً بالفوليوتين Volutin. (عادة لا تكون البكتريا إلا واحد من هذه المركبات).

تمتلك بعض البكتريا أجسام ضمنية خاصة تكون جديرة بالملاحظة مثل الماكنيتوسوم والتي تكون على هيئة أكاسيد الحديد التي تساعد البكتريا المحتوية عليها من Magnitosomes توجيه فسها الى الظروف البيئية المناسبة للبكتريا.

Nutrition تغذية الاحياء المجهرية

تتشارك جميع أشكال الحياة ابتداءً من الاحياء المجهرية وانتهاءً بالانسان في حاجتها الى متطلبات غذائية معينة لاجل نموها والقيام بوظائفها بصورة طبيعية وتتمثل هذه الاحتياجات بما يأتي:-

• مصدر الكربون والطاقة

تقسم الاحياء المجهرية من حيث مصدر الطاقة الى مجموعتين هما:

وهذه المجموعة تستنبط طاقتها من ضوء الشمس Phototrophs ١- أحياء ضوئية التغذية وتتميزان باحتوائهما على مادة الكلوروفيل Cyanobacteria وتتمثل بالطحالب والبكتريا المسماة وقيامهما بعملية البناء الضوئي

وهذه المجموعة تستنبط طاقتها من تفاعلات كيميائية Chemotroph ٢- أحياء كيميائية التغذية باكسدة المواد الكيميائية .

وهو CO_2 أما من حيث مصدر الكربون الذي تحتاجه كافة اشكال الحياة وبدون إستثناء من ابسط مصادر الكربون الى المركبات العضوية المعقدة فإن الاحياء تقسم الى مجموعتين ايضاً هما:

كمصدر للكربون CO_2 وهذه تعتمد على Autotroph ١- كائنات ذاتية التغذية

وتعتمد على المركبات العضوية Heterotroph ٢- كائنات عضوية التغذية (غير ذاتية التغذية) المختلفة

وعند الجمع بين أسلوب الحصول على الطاقة ومصدر الكربون معاً وتصنيف الاحياء المجهرية على أساس هاتين الخاصيتين نجد هنالك أربعة مجاميع من الكائنات الحية كما موضح في الجدول الآتي:

الامتثلة	مصدر الكربون	مصدر الطاقة	نوع التغذية
----------	--------------	-------------	-------------

١- Phototrophs - ضوئية التغذية

بكتريا بنفسجية كيريتية و ومعظم الطحالب <i>Cyanobacteria</i>	CO ₂	الضوء	ا- ضوئية معدنية التغذية Photolithotrophs
بكتريا بنفسجية غير كيريتية وبعض أنواع الطحالب	مركبات عضوية	الضوء	ب- ضوئية عضوية التغذية Photoorganotrophs
Chemotrophs ٢- كيميائية التغذية			
<i>Nitrosomonas, Nitrobacter, Thiobacillus, Ironbacteria, Methanogenicbacteria</i>	CO ₂	أكسدة مركبات غير عضوية	ا- كيميائية معدنية التغذية Chemolithotrophs
جميع أنواع البكتريا ذات الأهمية الطبية، أحياء التربة، أحياء الألبان ، الفطريات والبروتوزوا	مركبات عضوية	أكسدة المركبات العضوية	ب- كيميائية عضوية التغذية Chemoorganotrophs

• مصدر النتروجين

تحتاج جميع الكائنات الحية الى النتروجين ، فالنباتات تستهلك النتروجين على صورة نترات بينما تحتاج الحيوانات الى النتروجين على صورة مركبات عضوية مثل البروتينات والبيبتيدات والاحماض الامينية، أما الاحياء المجهرية فتختلف قدرتها على استهلاك مصادر عضوية غير الجوي مثل البكتريا المثبتة للنتروجين ، وبكتريا N₂عضوية من هذا العنصر ، فهناك ما تستهلك تستهلك المصادر النتروجينية العضوية ، بينما هناك المصادر النتروجينية غير العضوية مثل الطحالب .

• مصادر العناصر الاخرى

الى جانب الكربون والنتروجين تحتاج الاحياء المجهرية الى عناصر مثل الهيدروجين والاكسجين وغالباً ما تستعمل الاحياء المجهرية هذه المصادر من الماء والهواء ولاسيما بالنسبة للاحياء الهوائية ومن مصادر عضوية ، كما تحتاج الى عناصر اخرى مثل الفسفور والكبريت وبكميات غير قليلة وتحتاج كذلك الى عناصر معدنية مختلفة مثل الصوديوم والبوتاسيوم والكلور والكالسيوم والمغنيسيوم والحديد، وكذلك تحتاج الى بعض العناصر النادرة مثل النحاس والكوبلت والارصين والنيكل.

• عوامل النمو

هي مجموعة من المركبات لاتستطيع الكائنات الحية من تخليقها بنفسها لذلك ينبغي أن تتوفر في البيئة التي تتغذى فيها وتسمى مجموعة العوامل هذه بالفيتامينات بالنسبة للانسان ، غير ان العديد من البكتريا تمتلك المقدرة على تكوين هذه المركبات بنفسها وممايثبت هذه الحقيقة أن الانواع من البكتريا بإمكانها أن تنمو في الاوساط الغذائية التركيبية المؤلفة من مركبات كيميائية (املاح معدنية) معروفة التركيب والخالية أساساً من الفيتامينات والمركبات العضوية الاخرى تماماً، ويذكر أن معظم الفطريات لاتحتاج الى الفيتامينات أو عوامل النمو الاخرى وهذا هو حال العديد من البكتريا وجميع أنواع الطحالب. غير أن بعض البكتريا تحتاج الى أنواع معينة من الفيتامينات والنيوكليوتيدات أو المركبات العضوية كالبورينات والبريميدينات والاحماض الامينية إذ لاتستطيع هذه الانواع من النمو ما لم تتوفر هذه المركبات في البيئة أو الوسط الزراعي المختبري لافتقارها الى الانزيمات الخاصة بتخليق هذه المواد أو المركبات ، وخير مثال على ذلك بكتريا

التي تتواجد في الحليب ومنتجاته والتي ينبغي أن *Lactic acid bacteria* حامض اللبنيك تجهز بحوالي ٩٥% من الوحدات الأساسية التي تؤلف مادتها الخلوية في الوسط الزراعي.

لابد من الإشارة الى أن هناك بعض أنواع البكتريا التي تدعى بالطفيليات المجرية داخل وكلاميديا *Rickettsia* مثل الريكتسيا *Obligate intracellular parasites* الخلوية لا تستطيع النمو خارج الأنسجة التي تصيبها (خارج خلية حية أخرى) لاقتنارها *Chlamydia* لبعض الانزيمات والتراكيب الضرورية بما في ذلك انزيمات توليد الطاقة ، وعلى النقيض من (تمتلك انزيمات تسمح لها *Cyanobacteria* هذه المجموعة هناك انواع من البكتريا) بالتضاعف مع مواد مغذية بسيطة جداً كالاملاح غير العضوية والطاقة الشمسية.

• الماء

لا يمكن الاستغناء عن الماء لأي كائن حي ، فالماء يشكل ٨٠-٩٠% من وزن الاحياء المجهرية ولاستطيع هذه الكائنات من النمو إلا في وسط يحتوي على نسبة من الماء يعد وسطاً لجميع التفاعلات الحيوية التي تجرى على الانظمة الحية.

Culture media الاوساط الزراعية

تُحضّر الاوساط الزراعية المختلفة حسب المتطلبات الغذائية للاحياء المجهرية قيد التنمية ، غير أن بيئة النمو لاتعد العامل الوحيد المحدد لنمو الاحياء المجهرية رغم كونه من العوامل المهمة بل الى جانب هذا العامل هناك العديد من العوامل الاخرى التي تسمى بمجمّلها بالعوامل الفيزيائية ومن ابرز هذه العوامل المؤثرة في نمو الاحياء المجهرية:

■ درجة الحرارة Temperature

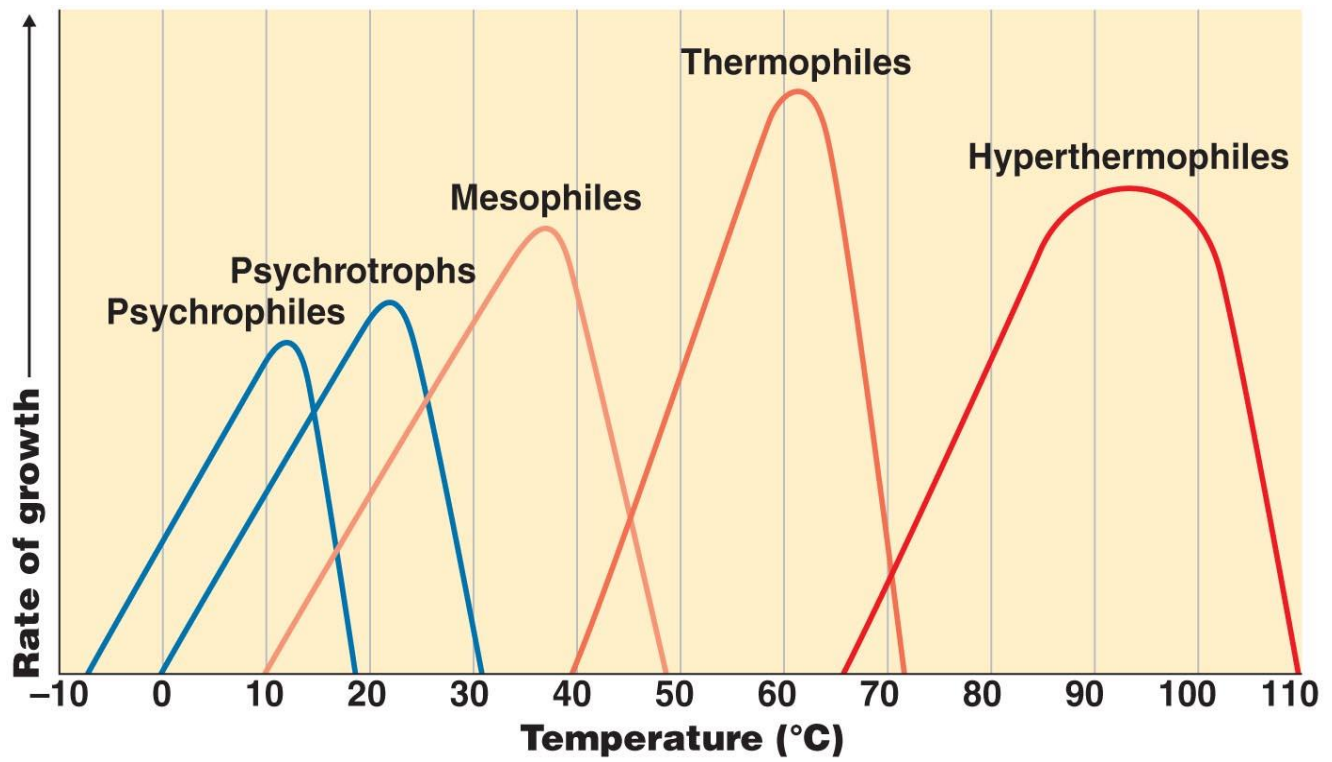
تعد عاملاً مهماً لكونها تؤثر في معظم الفعاليات الحيوية بفعل تأثيرها في فعاليات الانزيمات في الخلية وما النمو إلا حصيلة هذه الفعاليات مجتمعة ، وتقسم الاحياء المجهرية حسب درجات الحرارة المثلى :

Psychrophils ١- الألفة للبرودة

Mesophils ٢- الألفة للحرارة المعتدلة

Thermophils ٣- الألفة للحرارة العالية

يذكر أن لكل مجموعة من هذه المجاميع الثلاثة هناك ثلاث درجات حرارية مميزة وهي وهي درجة الحرارة التي تبلغ عندها *Optimum temperature* درجة الحرارة المثلى معدلات النمو حدودها القصوى بمعنى ان الزمن اللازم لانقسام الخلية الواحدة الواحدة الى خليتين عند هذه الدرجة يكون في حدوده الدنيا ، وان معدلات النمو سوف تنخفض بالابتعاد عن هذه الدرجة زيادة أو نقصاناً حتى تصل معدلات النمو الى الصفر أو ان تتوقف تماماً ، وتسمى درجة *Maximum temperature* الحرارة التي يقف النمو عند زيادتها درجة حرارية واحدة بالحرارة العليا *Minimum temperature* ، وعند خفضها درجة حرارية واحدة تسمى بالحرارة الدنيا *temperature* وان درجة الحرارة المثلى لأي كائن حي تكون أقرب الى العليا منها الى الدنيا.



علاقة نمو الانواع البكتيرية مع درجات الحرارة الخاصة بها

Osmotic pressure

■ الضغط الأزموزي

وهو الضغط الذي يتولد من مكونات ومحتويات الساييتوبلازم على الغشاء الساييتوبلازمي بسبب اختلاف تركيز الساييتوبلازم عن تركيز المحيط ، وتتواجد معظم الاحياء المجهرية في محيط مخفف (أقل تركيز) مقارنة مع تركيز الساييتوبلازم ومع ذلك لا يحدث انجرار الخلية جراء تدفق الماء من خارج الخلية الى داخلها لامتلاك الخلايا الى جدران سميكة. غير أن هناك مجموعة من الاحياء المجهرية التي اعتادت على العيش في محيط ذات ضغط أزموزي عالٍ (تركيز الوسط أو المحيط أعلى من تركيز الساييتوبلازم) ويطلق على هذه الاحياء بالاحياء المجهرية الآلفة للضغط وهي نوعين Osmophilic الأزموزي

:- وهذه الانواع لاتستطيع العيش إلا في الاوساط Halophilic ١- الآلفة للملوحة العالية أو البيئات المالحة أو التي يضاف لها الملح ومن أمثلة هذه الاحياء الانواع التابعة لجنس وقد وجد ان مثل هذه الاحياء المعزولة من البحر الميت تحتوي خلاياها على *Halobacterium* تركيز ملحي عالٍ جداً.

وهذه تتمثل ببعض انواع الخمائر المحبة Saccharophilic ٢- الآلفة للتركيز السكرية العالية. وهكذا تركيز عالٍ من السكر يتواجد *Saccharomyces roxii* للتركيز العالية من السكر مثل في الجلي والمرببات.

■ تركيز ايونات الهيدروجين

ويعبر عنه بالاس (الرقم) الهيدروجيني وهو اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدروجين الحرة $pH = -\log[H^+]$ أي أن pH ويرمز له

يختلف مدى الرقم الهيدروجيني للأوساط الزرعية التي تعيش فيها الاحياء المجهرية باختلاف هذه الاحياء ويمكن تقسيم الاحياء المجهرية على أساس الارقام الهيدروجينية الى ثلاث مجاميع:

: وهذه المجموعة تنمو بمعدلاتها القصوى في الارقام **Acidophile** ١- الآلفة للحموضة *Thiobacillus* لبكتريا Optimum pH الهيدروجينية الحامضية فالرقم الهيدروجيني الأمثل التي تقوم بتكوين حامض الكبريتيك في حدود ٢,٥ ويمكن نموها حتى في رقم *thiooxidans* هيدروجيني ١ وهناك ايضاً أحياء تنمو في ارقام هيدروجينية حامضية مثل بكتريا حامض الخليك =جميع الانواع التابعة للجنس) ومعظم الفطريات والخمائر التي (*Acetobacterspp*) spp تفضل الاوساط الحامضية.

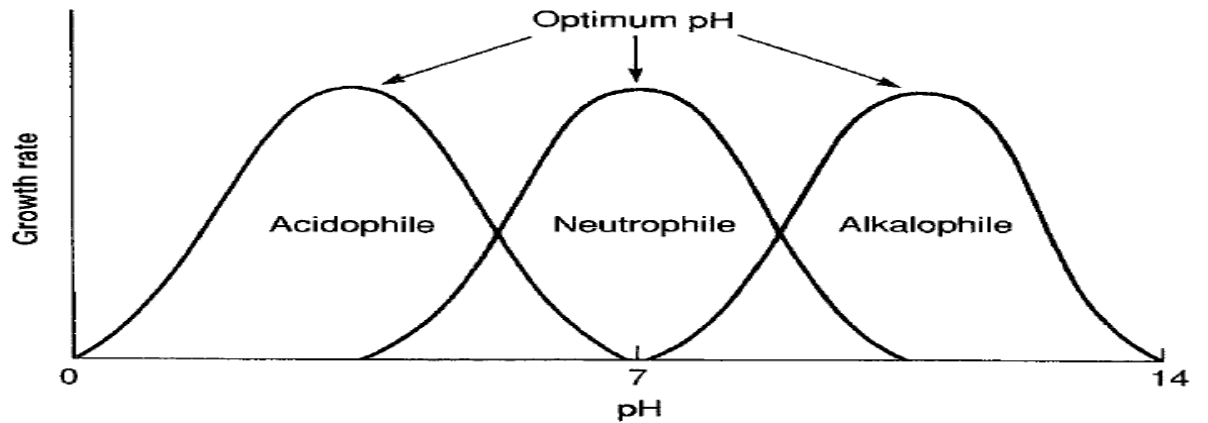
: تنمو هذه المجموعة بشكل **Neutrophile** ٢- الآلفة للارقام الهيدروجينية المعتدلة (المتعادلة) أفضل في الاوساط المتعادلة في ارقامها الهيدروجينية التي تتراوح ما بين ٦,٥-٧,٥ وان معظم أنواع البكتريا تقع ضمن هذه المجموعة.

: تنمو هذه المجموعة في الاوساط والبيئات القاعدية والتي **Alakalophile** ٣- الآلفة للقاعدية ومعظم انواع الطحالب *Bacillus* يكون الرقم الهيدروجيني لها فوق ٧ مثل أنواع جنس

ولكل نوع من هذه الانواع الثلاثة من الاحياء المجهرية حدود من الارقام الهيدروجينية وهي

- ☒ الرقم الهيدروجيني الأمثل Optimum pH : وهو الرقم الهيدروجيني الذي تكون معدلات نمو الكائن المجهرية عنده مثالية (معدلات نمو عالية ، أي ان الزمن اللازم لانقسام الخلية الواحدة الى خليتين يكون قصير جداً).
- ☒ الرقم الهيدروجيني الاعلى Maximum pH : ويمثل أعلى رقم هيدروجيني تنمو عنده الخلية فعند زيادته عند هذا الحد يتوقف النمو تماماً.
- ☒ الرقم الهيدروجيني الادنى Minimum pH : ويمثل أدنى رقم هيدروجيني يحصل عنده النمو وان كان بمعدلات واطئة.

ويعود تحمل بعض الاحياء المجهرية للحموضة أو القاعدية المفرطة الى اختلاف تركيب جدارها الخلوي وأغشيتها السايوبلازمية عن تلك التي تنمو في الاوساط والبيئات المتعادلة أو معتدلة الحموضة أو القاعدية.



■ الاوكسجين Oxygen

يعد أحد العوامل المهمة التي تحدد قدرة الاحياء المجهرية على المعيشة في بيئة ما ويمكن تقسيم الاحياء المجهرية حسب احتياجها للاوكسجين الى المجاميع الآتية:

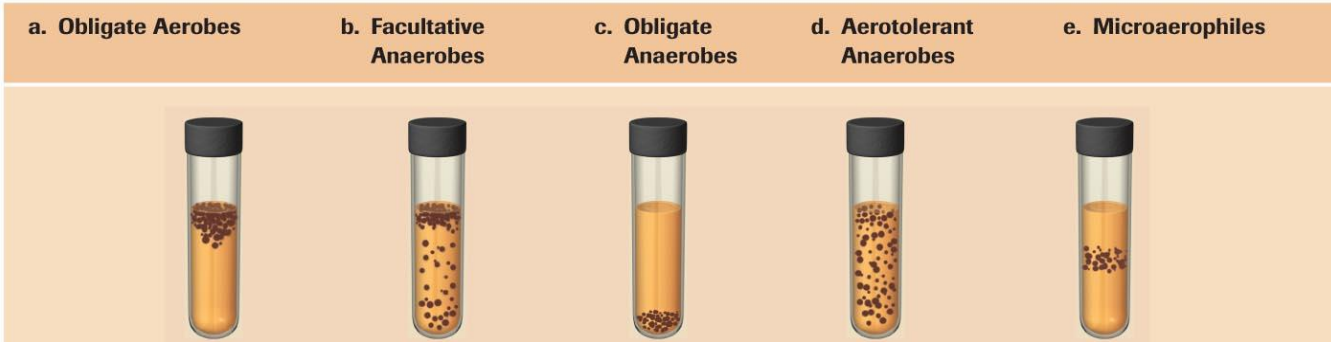
:تمتلك هذه المجموعة **Obligate(strick) aerobes** -أحياء هوائية مجبرة(صارمة) احتياجاً مطلقاً للاوكسجين وتنمو بشكل أفضل عند وجودها في الاوساط ذاتية التهوية الجيدة.

: لاتستطيع هذه **Obligate(strick) anaerobes** -أحياء لاهوائية مجبرة(صارمة) المجموعة النمو الا بغياب كامل للاوكسجين في المحيط أو البيئة التي تتواجد فيها ، إذ يعد الاوكسجين ساماً لها أو يحول دون نموها.

: تستطيع هذه الاحياء استعمال **Facultative anaerobes** ج- أحياء لاهوائية اختيارية الاوكسجين عند وجوده وتستطيع النمو بغيابه أيضا بيد أنها تنمو بشكل أفضل وأسرع عند وجود الاوكسجين .

: تمثل مجموعة محدودة ذات **Microaerophilic organisms** د- أحياء آفة للهواء القليل صفة مشتركة في احتياجها للاوكسجين وبتركيز أقل يبلغ (٢-١٠%) فقط من تركيزه في الهواء .

: تمثل مجموعة محددة **Aerotolerant anaerobes** ه- أحياء لاهوائية مقاومة للاوكسجين لاتستعمل الاوكسجين ولايثبط نموها تواجد في الوسط او البيئة الزرعية .



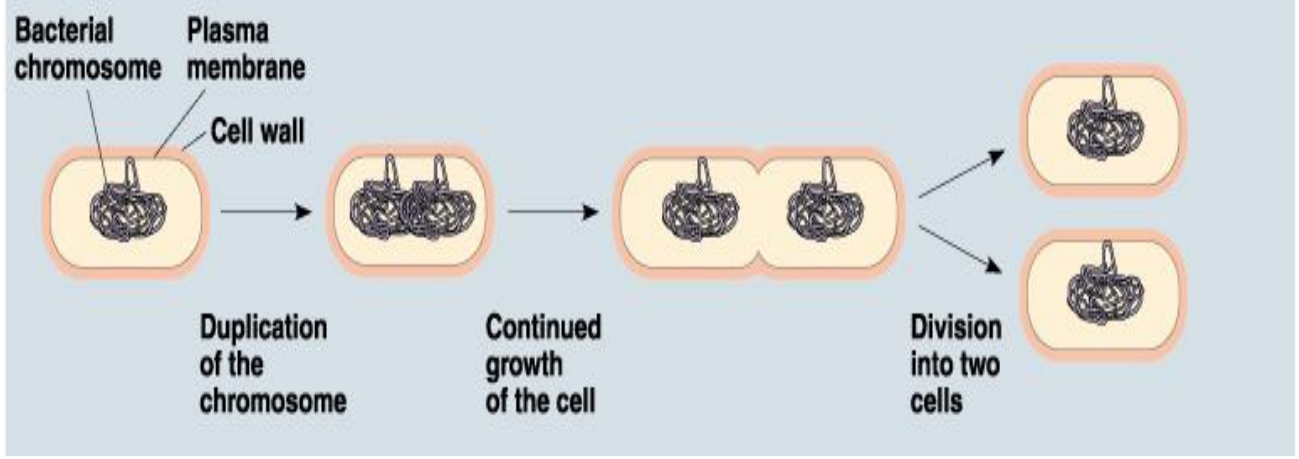
يمكن توفير الظروف اللاهوائية للحياء اللاهوائية ولاسيما البكتريا بأساليب أو طرق مختلفة منها

- حضن الاوساط المزروعة بالبكتريا في حاويات خاصة تدعى Anaerobic jar ويتم تفرغها من الهواء (باستعمال مضخات سحب الهواء).
- استعمال عدة الظروف اللاهوائية Anaerobic kits التي تتضمن مركبات مولدة للهيدروجين ، إذ يرتبط H_2 المتولد مع O_2 في جو هذه الحاويات عند درجة حرارة الغرفة.
- استعمال شمعة أو قطن او كمية من الكحول داخل حاويات مغلقة لحين نفاذ الهواء
- إضافة مواد مختزلة الى الاوساط الزرعية مباشرة أثناء تحضيرها ، إذ تعمل على اختزال مستوى الاوكسجين بارتباطها كيميائياً معه ومن هذه المواد حامض الاسكوربيك أو السيسنتئين Ascorbic acid & Cysteine .
- تضاف طبقة من الفازلين Vaseline المعقم أو الرافين Parafin بحيث تغطي سطح الوسط السائل المعد لتنمية الاحياء المجهرية لمنع وصول الاوكسجين الى الوسط .

Bacterial Growth & Reproduction نمو البكتريا وتكاثرها

: حصول زيادة في المكونات الخلوية بشكل منتظم ومتناسق وبلوغ الخلية **Growth** النمو الحجم المحدد لهاوراثياً، وهذا على مستوى الخلية.

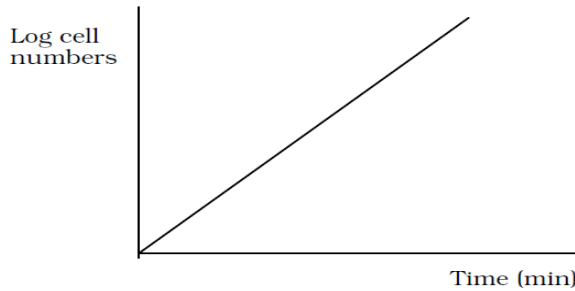
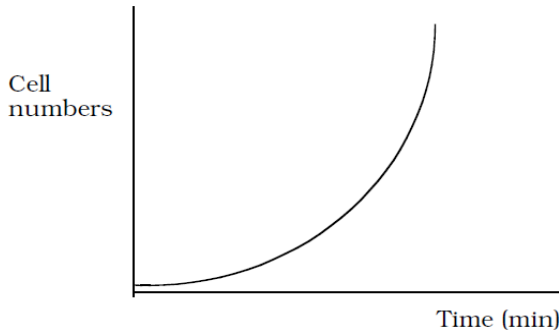
: فيقصد به الزيادة الحاصلة **Bacterial population** أما مفهوم النمو في الجماعة البكتيرية في عدد الخلايا البكتيرية الحية تحت الظروف التي تعيش فيها وهذه الزيادة هي ناتج عملية



وفي Simple binary fission تتكاثر البكتيريا بطريقة تعرف بالانشطار الثنائي البسيط وتبعاً Asexual تنقسم الخلية الواحدة خليتين متماثلتين وهي من طرق التكاثر اللاجنسي للانشطار البسيط فإن أعداد البكتيريا تزداد زيادة أسية (لوغارتمية منتظمة) عبر فترات زمنية منتظمة:

$$1 \text{ خلية} \longrightarrow 2 \longrightarrow 4 \longrightarrow 8 \longrightarrow 16 \longrightarrow n$$

$$1 \times 2^0 \quad 1 \times 2^1 \quad 1 \times 2^2 \quad 1 \times 2^3 \quad 1 \times 2^4 \quad 1 \times 2^n$$



النمو البكتيري (لوغارتمياً)

النمو البكتيري (عددياً)

ويمكن حسب عدد البكتيريا النهائي من معرفة عدد مرات الانقسام الحاصل ، اذ ان

= عدد مرات الانقسام (التضاعف)، ومن معرفة العدد الابتدائي في زمن الصفر (بداية تلقيح n الوسط)

$$Y = \text{العدد النهائي}$$

$$X = \text{العدد الابتدائي} = 2^n \times Y = X$$

وعند أخذ لوغارتهم طرفي المعادلة

$$\text{Log}Y = \text{Log}X + n \text{Log}2$$

$$\text{LogY} - \text{LogX} = n \text{ Log2}$$

$$n = \frac{\text{LogY} - \text{LogX}}{\text{Log2}} = \frac{\text{LogY} - \text{LogX}}{0.301}$$

ومعرفة الزمن اللازم لحصول هذا العدد أو ذلك من الانقسامات الثنائية (n) وعند معرفة قيمة وهو الزمن اللازم Generation time يمكن عندئذ استخراج ما يعرف بزمن التضاعف لانشطار الخلية البكتيرية الى خليتين أو اللازم المحصور بين انقسامين

$$\text{Generation time (G.T.)} = \frac{\text{Time}}{n}$$

ويقصد به عدد مرات الزيادات الحاصلة في Growth rate كما يمكن استخراج سرعة النمو عدد البكتيريا خلال ساعة واحدة واحدة .

$$\text{Growth Rate (G.R.)} = \frac{n}{\text{Time (h)}}$$

في وسط *E.coli* ويذكر أن زمن الجيل لبكتيريا يتراوح من ١٥ دقيقة (كما هو الحال مع بكتيريا *Mycobacterium tuberculosis* الحليب) الى ٩٥٠ دقيقة (كما في بكتيريا التدرن الرئوي) ولا يتحدد زمن الجيل بنوع البكتيريا فحسب وإنما بالظروف والعوامل الفيزيائية والغذائية المحيطة بالبكتيريا

Bacterial Growth Curve منحنى النمو البكتيري

عند تلقیح وسط غذائي سائل بعدد معين من البكتيريا ومن نوع معين وحضن الوسط في درجة الحرارة التي تمثل الحرارة المثلى لنموها فإن هذه المجموعة من الخلايا تمر بمراحل من النمو Growth phase تعرف بأطوار النمو.

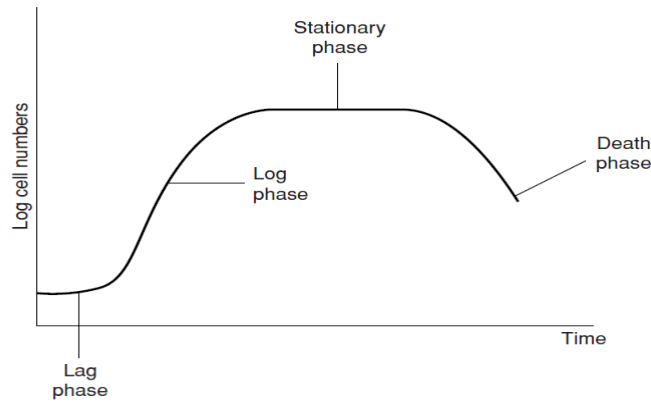
١. طور الركود أو الطور التمهيدي Lag phase

في هذا الطور لا تزداد أعداد البكتيريا وإنما تبقى ثابتة مؤقتاً ولكن تنمو كل منها فتزداد كتلتها وتتوسع بالحجم وتتضاعف مكوناتها من الاحماض النووية والرايبوسومات ومركبات ATP، وان طول هذه المرحلة يتوقف على:

- نوع الخلية البكتيرية
- نوع الوسط الغذائي الجديد ومدى التشابه أو الاختلاف بين هذا الوسط والوسط الذي كانت فيه البكتيريا
- مدى الاختلاف أو التشابه بين الظروف البيئية للوسطين والعوامل الفيزيائية
- الطور الذي كانت فيه البكتيريا عند النقل، فالبكتيريا التي تكون في طور النمو اللوغارتمي عند نقلها الى وسط جديد فأنها سرعان ما تتجاوز طور الركود خلال مدة زمنية قصيرة.

٢. الطور اللوغارتمي Logarithmic phase

تنقسم خلايا البكتيريا في هذا الطور بأقصى معدلاتها ، والطريقة الملائمة للتعبير عن معدلات نمو البكتيريا تكون بدلالة عدد الانقسامات أو عدد مرات التضاعف الحاصل خلال ساعة واحدة والتي Generation time والتي هي مقلوب زمن الجيل Growth phase أسميهاها بسرعة النمو ، فإذا كان زمن الجيل ٣٠ دقيقة فإن معدل النمو هو ٢ (خلية/ساعة) ، وأن معدلات سرعة النمو وزمن الجيل لا تنطبق على جميع أطوار نمو البكتيريا في بيئة أو وسط معين بقدر ما تنطبق على جميع أطوار النمو اللوغارتمي.



أطوار النمو البكتيري

٣. طور الثبوت Stationary phase

تتباطئ معدلات نمو البكتيريا في المرحلة الأخيرة من الطور اللوغارتمي ثم سرعان ما يكون النمو ثابتاً ولا يلاحظ زيادة أو نقصان في أعداد البكتيريا الحية في الزمن الذي يلي الطور اللوغارتمي لذلك فإن هذا الطور يسمى بطور الثبوت العددي . أن ثبوت أعداد البكتيريا في هذا الطور يعود أما إلى تساوي معدلات النمو مع معدلات الهلاك أو أن الخلايا تتوقف عن الانقسام مع عدم تعرض أي منها للهلاك جراء

- حصول ما يسمى بالازدحام الفيزيائي
- محدودية المغذيات وعوامل النمو في الوسط
- تراكم النواتج السمية خلال النمو

٤. طور الهلاك أو الموت Decline or Death phase

هو طور التدهور العام للوسط من حيث النفاذ الكامل للمغذيات وتأثير النواتج الثانوية للبكتيريا نفسها وحدث تغيير في بعض العوامل الفيزيائية مثل الرقم الهيدروجيني . أن جميع هذه العوامل تبدأ بالتأثير على البكتيريا وتؤدي إلى هلاكها وبصورة أسية إلى حد كبير

Pathogenic microorganisms الاحياء المجهريّة الممرضة

تتسم الاحياء المجهريّة الممرضة بأهمية استثنائية كبيرة لما لها علاقة بصحة الانسان ومجتمعه ، وقد تم كشف النقاب عن معظم المسببات المرضية المايكروبية ودرست هذه المسببات بشئ من التفصيل ووضع حلول ناجحة للحد من انتشار هذه المسببات ، بيد ان هناك الكثير من التحديات التي تواجه الانسان من جراء بعض الامراض الناجمة عن المسببات المايكروبية التي تظهر هنا وهناك من العالم بين فينة واخرى أو أنه يتفاجئ بأمراض جديدة تقتك بالملايين من سكان الكرة الارضية يجد الانسان نفسه عاجزاً عن ايجاد وسيلة تكفل له الحماية والوقاية منها بسهولة

العلاقة بين الانسان والاحياء المجهريّة

هناك مجموعة غير قليلة من الكائنات الحية تعيش أو تستوطن على سطح جسم الانسان أو اجزاء معينة من بعض اجهزته كالجهاز الهضمي مثلاً دون توليد أو احداث المرض وتدعى مثل أو أنها تستوطن جسم Normal flora هذه الاحياء المجهريّة بالفلورا (المنبتات) الطبيعية ، ويقدر عدد الاحياء المجهريّة من هذا Transient flora الانسان لفترات متقطعة وتدعى عندئذ النوع وفي أي مرحلة عمرية من مراحل حياة الانسان باكثر من خلايا جسم الانسان نفسه *Staphylococcus epidermidis* بعشرات المرات ، ومن الفلورا الطبيعية في جسم الانسان

Streptococcus viridans الموجودة على الجلد و *Propionibacterium sp.* الموجودة في الامعاء. *Enterobacteriaceae* الموجودة في الحنجرة والبكتريا المعوية

إن اختراق الكائنات المجهرية سطح جسم الانسان ووصولها الى انسجة الجسم الداخلية فيصبح الشخص عندئذ مصاباً **Infection** وتكاثرها هناك سيؤدي الى إحداث الخمج او الإصابة ، وان الكائنات المجهرية التي لها القدرة على توليد المرض هي الوحيدة التي تدعى **Infected** ، وان **Pathogenecity** وان الممرض هو المسبب للمرض وان الامراضية **Pathogen** بالمرضة فهو الذي يستطيع احداث **Opportunist** هي المقدره على توليد المرض ، اما الكائن الانتهازى عند ضعف آلياته الدفاعية والذي ينتج عن الجروح او **host** الممرض في العائل أو المضيف (بشكل مفرط ولفترة طويلة او جراء المعالجة بعقاقير **Antibiotics** تعاطي المضادات الحيوية تؤثر في الجهاز المناعي.

strain أو السلالة **species** تتفاوت الكائنات المجهرية بدرجة امراضيتها باختلاف النوع ضمن النوع نفسه ، وتوصف الاحياء المجهرية التي تمتلك قدرة عالية على الامراضية بالضارية لما تمتلك من اسباب هذه الضراوة قياساً بالاحياء المجهرية المماثلة لها على **Virulence** ومن عوامل **non-virulence** مستوى النوع والتي لا تمتلك مثل هذه الاسباب وتسمى الضراوة :

- **المحفظة (الكبسولة) Capsule** : كما في بكتريا *Streptococcus pneumonia* مسبب ذات الرئة ، فالسلالات من هذه البكتريا الحاوية على الكبسولة تتميز بضرورتها في احداث المرض اما السلالات التي تفتقر القدرة على تكوين الكبسولة فتكون غير ضارية او ان قدرتها على احداث المرض ضعيفة.
- **السموم Toxins** : غالباً ما تنتج الاحياء المجهرية المرضية مواد تعرف بالسموم لها تأثيرات في المضيف او العائل ويمكن تقسيم السموم البكتيرية الى نوعين:

Exotoxins ١- السموم الخارجية :

مركبات ذات طبيعة بروتينية تتولد في السايوبلازم من خلايا بكتريا موجبة لصبغة كرام والبعض من البكتريا السالبة لصبغة كرام وغالباً ما تكون حساسة للحرارة ، ومن الامثلة على التي تنتج ما يعرف *Staphylococcus aureus* البكتريا المنتجة لهذ النوع من السموم بكتريا *Clostridium botulinum* المسببة للتسمم الغذائي وبكتريا **Enterotoxins** بالسموم المعوية مسبب الكزاز وبكتريا *Clostridium tetani* وبكتريا **Botulism** المسببة للتسمم المعروف مسببة الخناق التي تصيب الجهاز التنفسي العلوي *Corynebacterium diphtheria* كالحنجرة واللوزتين والبلعوم والتي تنتقل من منطقة الإصابة الى مناطق التأثير كعضلات القلب والاعصاب والغدة الادريينالية وغيرها من الاعضاء فتسبب تلفها.

من اقوى السموم الخارجية البكتيرية فتكاً بالانسان إذ **botulism** وسموم **tetani** يذكر ان سموم كافية لابادة سكان الكرة الارضية ، وان القليل من **botulism** ان ٣ كيلو غرامات من سموم *Staphylococcus aureus* المنتجة من قبل السموم الخارجية المهمة مثل **Enterotoxins** يقاوم الغليان (١٠٠م) ولمدة ٣٠ دقيقة أو اكثر.

كما تقوم بعض البكتريا السالبة لصبغة كرام بافراز توكسينات او سموم خارجية ومنها بكتريا المسببة للسعال *Bordetella pertussis* التي تسبب الهیضة (الكوليرا) و *Vibrio cholerae* التي تسبب dysentery و *Yersinia pestis* التي تسبب الزحار *Shigelladysenteriae* الديكي و plaque. تسبب الطاعون.

Endotoxins ٢- السموم الداخلية

تنتجها بعض انواع البكتريا السالبة لصبغة كرام وهي أحد مكونات جدار الخلية للبكتريا لا تتحرر خلال نموها بل تنطلق عند موت البكتريا وتحللها وهي معقدة التركيب تتكون من والدهون الفوسفاتية والبروتين والمواد الدهنية، وغالباً Polysaccharides سكريات متعددة ماتكون ثابتة تجاه الحرارة ، وان الجزء السام من هذا المعقد غالباً ما يؤثر في جهاز الدوران وجميعها متشابهة التأثير في الانسان تقريباً ، ومن أهم Fever ويسبب ارتفاعاً في حرارة الجسم و *Shigella* و *Salmonella* sp. انواع البكتريا المولدة لهذه السموم بكتريا *Escherichiacoli*.

الخاصية	Exotoxins	Endotoxins
المصدر البكتيري	g- ,g+	فقط-g
الموقع	تخلق في السايوبلازم وتفرز خارج الخلية	أحد مكونات الخلية
طبيعتها	بروتينات	lipid سكريات متعددة تحتوي على
الكيمياءوية		A
الثباتية	اقل ثباتا للحرارة (٦٠-١٠٠م)	اكثر ثباتا للحرارة
التأثير	لكل نوع منها تأثير مميز	لجميع انواعها التأثير نفسه(حمى ووضرر في جهاز الدوران)

● قدرة الغزو Invasiveness

وهي من الخواص المهمة لضرارة الكائنات المجهرية الممرضة وتعتمد على تحرير عدد من العوامل التي تعزز من ضرارة المسببات المرضية ومنها:

المحلل للكولاجين وهو بروتين موجود في معظم الانسجة الرابطة Collagenase ١- انزيم *Clostridiumperfringens* وابرز البكتريا التي تفرزه

Febrin المخثر ليلازما الدم الذي يؤدي الى احاطة البكتريا بالفبرين Coagulase ٢- انزيم مما يساعدها على مقاومة الوسائل الدفاعية للجسم ، ويفرز هذا الانزيم من قبل *Staphylococcus aureus*

وهو مركب يتحلل أو يثبط كريات الدم البيضاء وتفرزه بكتريا Leucocidins³-
Staphylococcus aureus

(يحطم كريات الدم Hemolysin و Phosphlipase وهناك مركبات وانزيمات أخرى مثل
وغيرها. Deoxyribonuclease و Lipase الحمراء) و

Koch's postulates فرضيات كوخ

للاستدلال على ان كائناً من الكائنات المجهرية هو المسبب لمرض من الامراض ولاثبات ذلك
بصورة قطعية لابد من تحقيق متطلبات معينة سميت بفرضيات كوخ الأربعة نسبة لوضعها
في نهاية القرن التاسع عشر وهي: Robert Koch العالم الالماني روبرت كوخ

١- لابد من وجود الكائن المجهري في جميع حالات المرض (من النوع نفسه أو الاعراض
نفسها) وغيابه عن الاشخاص الاصحاء

The microorganism must be present in every instance of the disease and
absent from healthy individuals.

٢- لابد من عزل وتنمية الكائن المجهري في مزرعة نقية

The microorganism must be capable of being isolated and grown in pure
culture.

٣- عند حقن الكائن المجهري في عائل سليم (حيوان مختبري أو متطوع) يجب ظهور الاعراض
المرضية نفسها

When the microorganism is inoculated into a healthy host, the same
disease condition must result.

٤- لابد من استرداد الكائن المجهري من العائل المختبري المصاب عمداً

The same microorganism must be re-isolated from the experimentally
infected host.

بين الميكروب والمضيف Specificity العلاقة النوعية

هناك علاقة نوعية متخصصة بين الاحياء المجهرية والمضيف التي تسبب لها الامراض ،
فقد لوحظ ان عدداً كبيراً من البكتريا يسبب امراضاً للنباتات ولكن ليس له القدرة على اصابة
الانسان او الحيوان ، كما ان العديد من البكتريا مثل مسبب التيفوئيد والزحار والخناق لا تصيب
اي نوع من الكائنات في الطبيعة غير الانسان اي انها تتصف بالعلاقة الامراضية النوعية مع هذا
المخلوق تحديداً ، ويرجع ذلك الى طبيعة الاختلافات الفسيولوجية وعوامل الضراوة التي تمتلكها
هذه الاحياء المجهرية مقرونة بالاختلافات الفسيولوجية للمضيف إذ ان المرض هو ناتج التفاعل
المشترك بين المسبب للمرض والمضيف .

ان هذه العلاقة النوعية لا تقتصر على البكتريا فقد وجد ان الفايروسات هي الاخرى تتصف
لاتصيب الا الانسان ، Measles والحصبة Smallpox بالخاصية نفسها ، ففايروس الجدري
وBrucella melitensis وهناك امراضاً مشتركة بين الانسان والحيوان مثل الحمى المالطية
والطاعون Mycobacterium tuberculosis والسلم Bacillus anthracis والجمرة الخبيثة
(العائلة الكلبيية والانسان) وفايروس الحمى rabies وفايروس داء الكلب Yersinia pestis
(بين القرود والانسان). Yellow fever virus الصفراء

Rickettsia الريكتسيا

وهي من البكتريا المتطفلة على الانسان والحيوان وهي ذات علاقة بالمفصليات اذ تعد المفصليات ناقلات أو مضاف للريكتسيا مثل القراد والقمل والبرغوث وهي : عسوية الشكل وصغيرة الحجم جداً ، سالبة لصبغة كرام وغير متحركة ، تتكاثر بالانشطار الثنائي البسيط في Obligately السايوبلازم ونواة خلايا العائل وكونها طفيلية مجبرة داخل خلوية عليه لايمكن تنميتها في الاوساط الزرعية الاعتيادية بل تنمو في intracellular parasite البيوض المخصبة او في مزارع الانسجة الخلوية ، ومن اهم الامراض التي تسببها:

Rickettsia rickettsii ويسببه Rocky mountain fever ١- حمى جبال روكي

Rickettsia akari ويسببه Rickettsial pox ٢- جدري ريكتسيا

الكلاميديا *Chlamydia*

وهي من البكتريا المتطفلة ايضاً يمكن تنميتها في البيوض ومزارع الانسجة الخلوية فقط وتتميز بأنها كروية صغيرة جداً ، سالبة لصبغة كرام وغير متحركة ، تتكاثر بالانشطار الثنائي وعليه تعتمد على العائل اعتماداً كلياً في الحصول على الطاقة ATP البسيط لكنها لا تنتج الطاقة بخلاف الريكتسيا التي تعتمد جزئياً على العائل في نشاطها الايضي ومن ابرز انواعها أي إصابة ملتحة العين وقد Trachoma مسبب مرض التراخوما *Chlamydia trachomatis* تصيب الرئة وتسبب ايضاً التهاباً للاحليل ، ويعد الانسان العائل أو المضيف الطبيعي لهذه المجموعة من البكتريا ويعد الذباب ناقلاً لها .

يذكر ان كلاً من الريكتسيا والكلاميديا تصنفان من الفايروسات لصغر حجميهما وكونهما طفيليات مجبرة خلوية إلا أن خصائصهما المميزة التي تختلف عن الفايروسات جعلتهما اكثر انسجاماً معالبكتريا ولاسيما في:

- انها تحتوي على DNA و RNA معاً
- تتكاثر بالانشطار الثنائي البسيط – داخل خلية حية
- تحتوي جداراً صلباً يكون Muramic acid جزءاً من تركيبه
- تحتوي على الرايبوسومات
- تمتلك نشاطاً ايضياً ولو ناقصاً أحياناً
- حساسة لمضادات وعقاقير مؤثرة على البكتريا

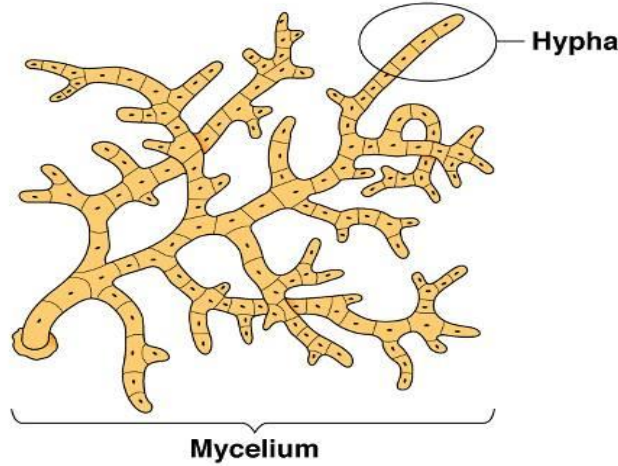
كوكسيلا *Coxiella*

جنس ينتمي الى عائلة الريكتسيا. يتميز بانه ينمو في الاغشية المحيطة بالفجوات (وليس في السايوبلازم ونواة خلايا العائل كما هو الحال مع الريكتسيا) ويقاوم الجفاف والحرارة (٦٣ م / مدة نصف ساعة وهي ظروف البسترة البطيئة) وتنتقل عن طريق استنشاق الغبار المحمل (وهو نوع من Q-Fever (Q)مسبب حمى *Coxiella burnetti* بالبكتريا والنوع لهذا الجنس التهاب القصبات.

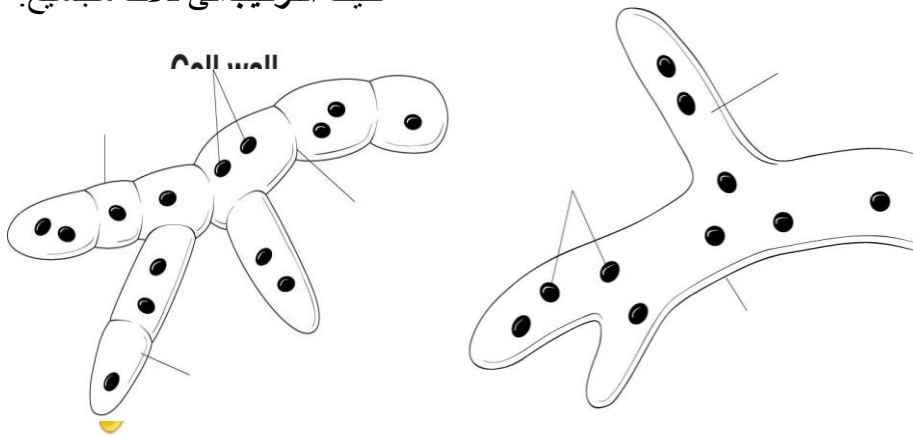
Fungi الفطريات

الفطريات كائنات حية حقيقية النواة لكنها تختلف عن المملكة النباتية في أنها لا تكون أجنة أو بذور ولا تمتلك أجزاء مميزة فسيولوجياً كالأوراق والسيقان والجذور والاهم في الخلاف بينهما Heterotrophs يكمن في أن الفطريات غير ذاتية التغذية في الحصول على مصدر الكربون والسبب المهم الآخر هو أن النباتات تستطيع أستعمال Autotrophs بينما المملكة النباتية تكون طاقة الشمس في حين لاتمكن الفطريات من ذلك ، وكذلك تختلف الفطريات عن الخلايا الحيوانية بامتلاكها جدار سميك في حين تكون الخلايا الحيوانية بدون جدران.

والاخيرة تتألف **Yeasts والخمائر Molds** تقسم الفطريات عموماً الى مجموعتين هما **الأعفان** من خلية مفردة واحدة في أحد أطوار حياتها على الأقل ، أما الاعفان فأنها تألف من من تراكيب ومجموعة الهيافات تسمى بالغزول الفطرية **Hyphae** خيطية دقيقة أسطوانية تدعى الهيافات (، والغزل الفطري أما أن يكون مقسم الى خلايا تنفصل **Mycelium** (مفردها **Mycelia**) أو يكون غير مقسم **Septa** الواحدة عن الاخرى بحواجز تدعى



توجد في كل خلية نواة واحدة ، غير أن الحواجز تحتوي على ثقب صغيرة دقيقة تسمح بحركة السايكوبلازم من خلية الى أخرى مجاورة لها ، وفي بعض الاحيان لا يحتوي العفن على مثل هذه الحواجز فيبدو الغزل الفطري الواحد وكأنه عبارة عن انبوية دقيقة أو مجموعة خلايا مندمجة غير مميزة تحتوي على أنوية متعددة ، وعليه فأن الهيافات الفطرية تقسم الى الانواع الآتية من حيث التركيب الى ثلاث مجاميع:



مقسمة متعددة الانوية

غير مقسمة

مقسمة أحادية النواة

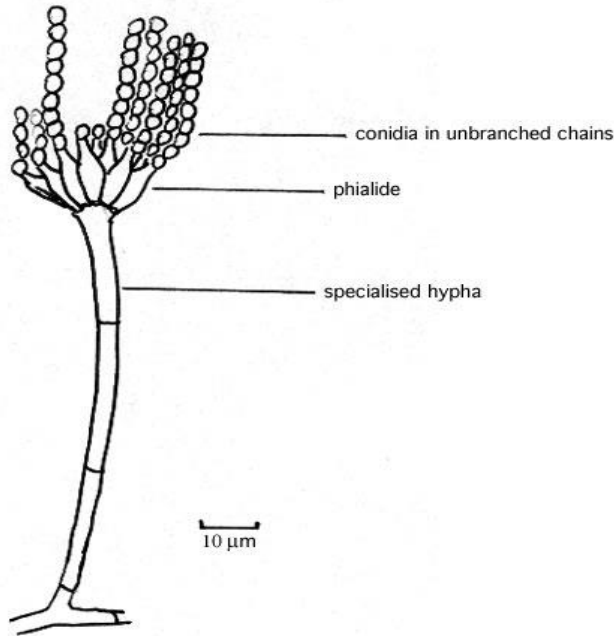
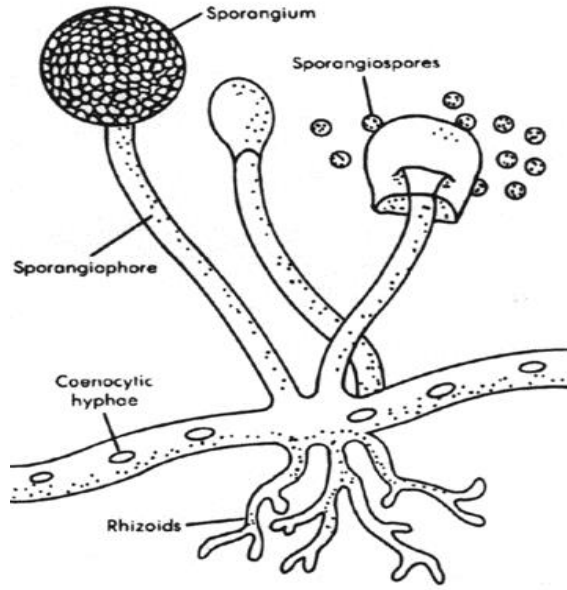
septated mononucleus non-septated septated coenocytic

أما التقسيم من حيث الوظيفة فأن الهيافات تقسم الى:

1- Vegetative hypha - هيافات خضرية

تتمثل بالهيافات التي تمتد داخل الاوساط أو البيئات التي تنمو عليها الفطريات وتتولى مهمة امتصاص المغذيات من هذه الاوساط أو البيئات بعد تحليلها الى مكوناتها من المركبات البسيطة في بعض **Rhizoids** القابلة للامتصاص وهذه الهيافات أما أن تكون على شكل أشباه الجذور **Nods** وتنشأ من تراكيب تسمى العقد **Mucor** و **Rhizopus** الاعفان مثل الانواع التابعة لجنس ويكون شكلها مستطيلاً ذات جدار **Foot cells** على الهيافات أو تكون على شكل خلايا قاعدية تخين وهذه الخلايا تعمل على تثبيت العفن في الوسط ومن الامثلة على الاعفان التي تكون الخلايا وهناك نوع متخصص **Penicillium** و **Aspergillus** القاعدية بعض الانواع التابعة لجنس

للحصول على الغذاء تسمى Host من أشباه الجذور في الاعفان الطفيلية تخترق خلايا المضيف
Haustorium.



Foot cells (*Penicillium*) Rizoids(*Rhizopus*)

Fertile or aerial hypha : ٢- الهيفات الخصبة أو الهوائية

هذا النوع من الهيفات تكون بارزة فوق الوسط الغذائي وتحمل التراكيب المسؤولة عن تكوين الابواغ الجنسية واللاجنسية في التكاثر ، غير ان بعض الفطريات تكوّن خيوط ذكرية غير مميزة مندمجة مع بعضها البعض بصورة كتلة كمثرية متماثلة تدعى الاجسام اللحمية مثل العرّهون وغيرها ، وهناك أعفان تعرف بالاعفان المخاطية Puff ball وعش الغراب Mushroom التي تكون خلاياها مندمجة غير مكونة للخيوط الفطرية تفرز مواد مخاطية Slime molds لزجة تمنحها قواماً أو تركيباً هلامياً ، كما أن بعض الخمائر تكوّن غزول أو خيوط شبيهة والغزول الكاذبة في احد أطوار حياتها Pseudomycellium. بالغزول الفطرية تسمى

Fungi Reproduction تكاثر الفطريات

تتكاثر الفطريات تكاثراً جنسياً ولاجنسياً أو الأثنين معاً والتكاثر اللاجنسي أكثر ثباتاً للفطريات من الناحية الوراثية لأن الأجيال الناتجة كون حاملة للصفات الوراثية نفسها في الآباء ، اما التكاثر الجنسي فيؤدي أحياناً الى ظهور صفات وراثية جديدة بسبب ما قد يحدث من دمج Spores الجينات واتحادات وراثية جديدة ، والتكاثر بنوعيه في الفطريات يتم عن طرق الابواغ وهي تراكيب كروية أو بيضوية أو ما شابه ذلك تحمل الصفات الوراثية في داخلها وتنتج كل منها الى فطر من جديد عند انتقالها الى بيئة تتوفر فيها الظروف التي تساعد على الانبات. هذه الابواغ تعد تكاثرية بخلاف الابواغ البكتيرية التي تقتصر أهميتها أو مهمتها في المحافظة على النوع ، وتكون أعداد الابواغ الفطرية كبيرة وان الابواغ البكتيرية اكثر مقاومة للظروف البيئية المتطرفة .

نتطرق الى أهم الأنواع المختلفة من الأبواغ التي تكون عبر عمليتي التكاثر الجنسي والتكاثر اللاجنسي :

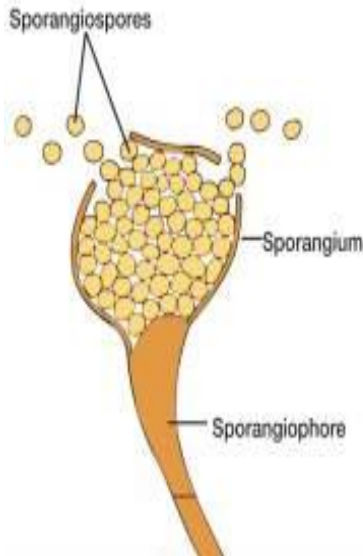
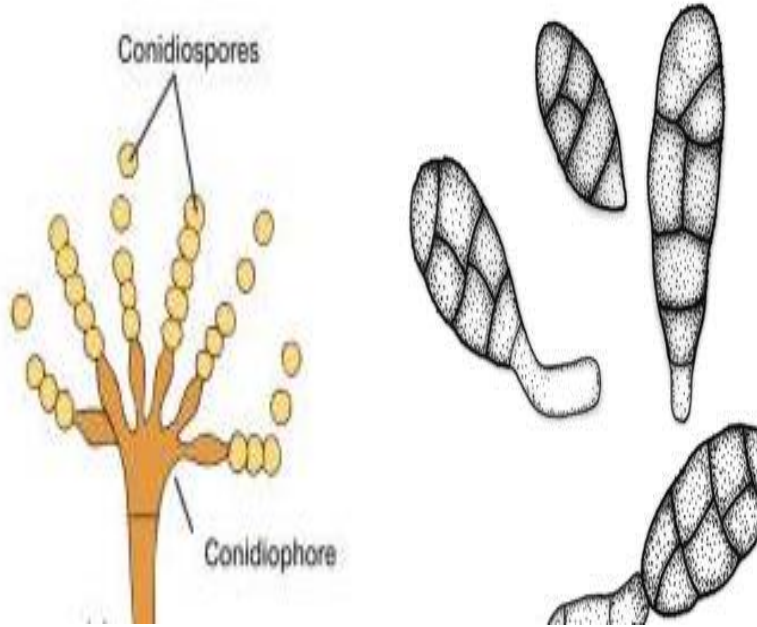
• التكاثر اللاجنسي Asexual Reproduction

١. الابواغ الكونيدية Conidiospores

تتكون على شكل أبواغ مفردة أو سلسلة من الابواغ المتصلة الواحدة بالآخرى في نهاية و *Aspergillus* كما في Conidiophore هايفات خصبة تعرف بحامل الكونيديا والأخيرة تكوّن كونيديات كبيرة الحجم كما في فطر Macroconidia ، وهناك *Penicillium* و *Alternaria*.

٢. الأبواغ الحافظة Sporangiospores

والتي تتكون في Sporangium تتكون داخل كيس كبير نوعاً ما تدعى الحافظة البوغية كما في حالة Sporangiochore نهاية هايفات خصبة متخصصة تسمى بالحامل الحافظي *Rhizopus* و *Mucor* جنسي



Alternaria(Macroconidia)ConidiosporesSporangiospores

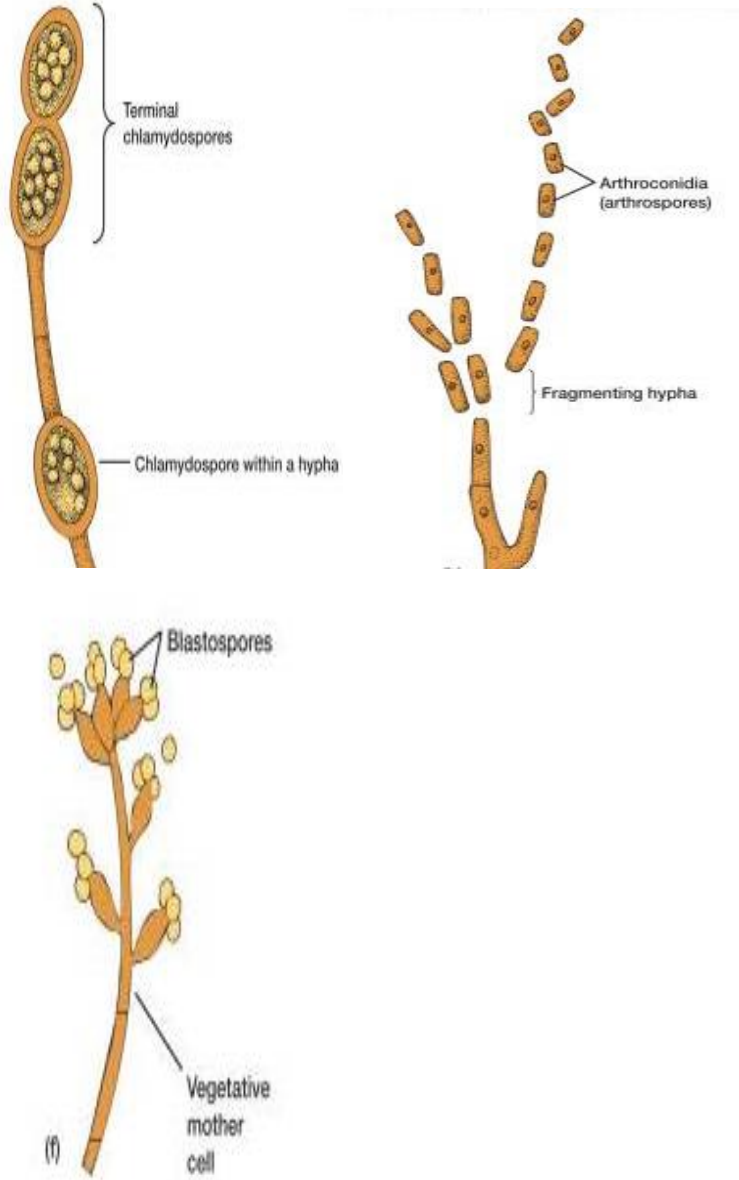
:وهذه المجموعة من الابواغ اللاجنسية تختلف عما **Thallospores** .**٣. الابواغ الثالوثية** ذكرت اعلاه من حيث التركيب وانها اجزاء تنبتق من الهيفات المقسمة ومن خلايا هذه الهيفات تحديداً ومنها:

❖ **الابواغ المفصلية Arthrospores** : ابواغ مفردة تتكون من انفصال خلايا الخيوط الفطرية .

❖ **الابواغ الكلاميدية Chlamyospores** : خلايا مفردة سميكة الجدران تتميز بمقاومتها للظروف غير الملائمة ومن الامثلة عليها خميرة *Candida* التي تتميز بتكوينها غزولاً فطرية كاذبة.

❖ **الابواغ البرعمية Blastospores** (أو البراعم Buds) : وهذه تكون على شكل نتوء صغير في موقع معين من خلايا الخميرة (وهي من طرق التكاثر اللاجنسي الخاصة بالخمائر دون الاعفان) وسرعان ما يكبر مع الزمن فتكون بينه وبين الخلية الام جدار

فيغذو بحجم الخلية الام ثم ينفصل منها أو يبقى متصل بها كما في خميرة الخبز
. *Saccharomyces cerevisiae*

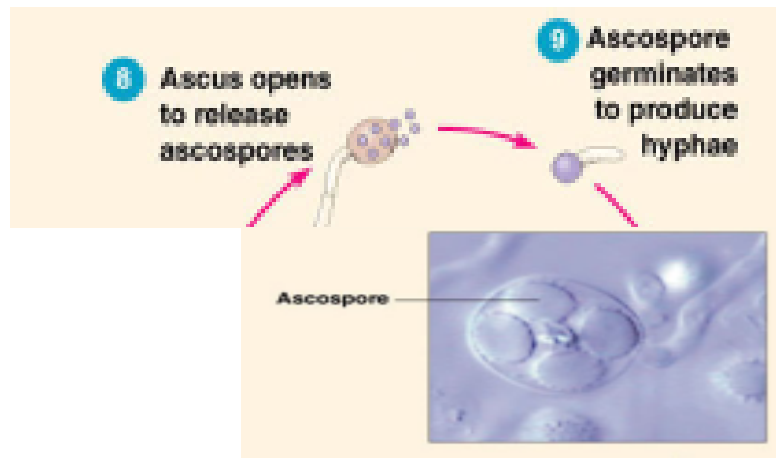


Arthrospores Chlamydospores Blastospores

• التكاثر الجنسي Sexual Reproduction

١. الابواغ الكيسية Ascospores

خلايا تتكون داخل كيس بواقع (٢-١٦) خلية أو بوغاً للكيس الواحد وحسب النوع وهذا النوع التي *Ascomycetes* من التكاثر يكون خاص بصنف الفطريات التي تعرف بالفطريات الكيسية تضم الخمائر الحقيقية (وهي خمائر قادرة على التكاثر جنسياً).

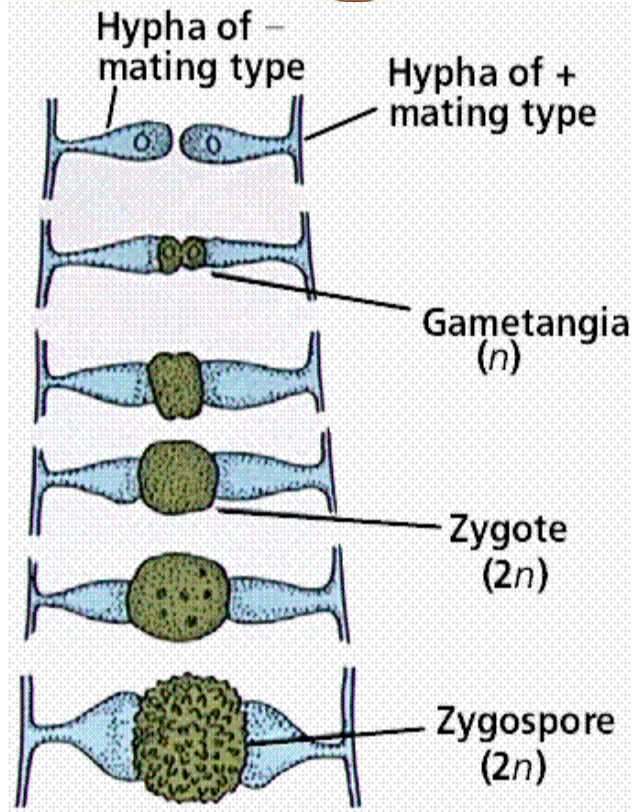
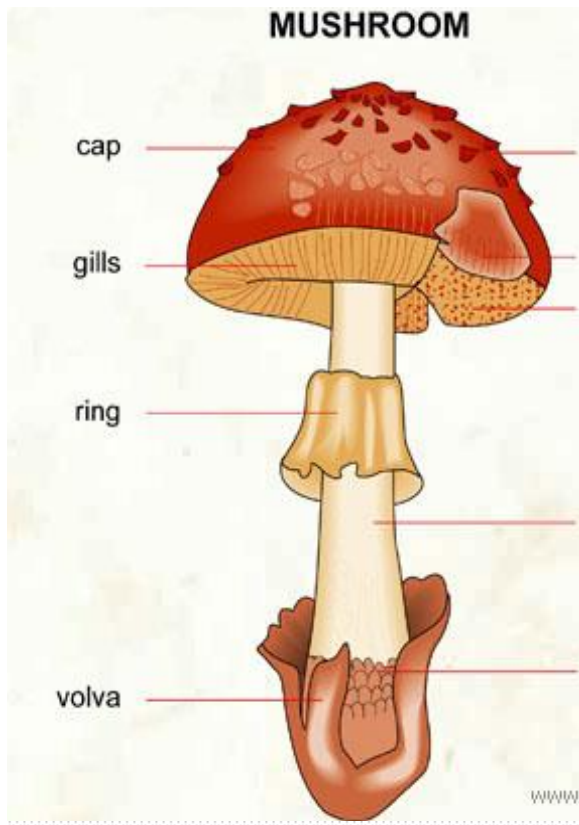


٢. الابواغ البازيدية Basidiospores

أبواغ عارية مفردة محمولة على تراكيب تعرف بالبازيديوم بعدد يصل الى أربعة أبواغ (التي تفتقر الى التكاثر Basidiomycetes تكونها الافراد التابعة لصنف الفطريات البازيدية *Agaricus* (النوع الصالح للاكل يعرف علمياً Mushroom اللاجنسي) مثل العرّهون Smuts والتفحم Rusts وفطريات الصدا Puff ball) والكرات النافخة *compestris*.

٣. الابواغ اللاقحية Zygosporos

تتكون نتيجة اتحاد أمشاج مشابهة المظهر، أذ يتقابل غزولان فطريان من نمطين مختلفين ويكون لكل غزل نتوء جانبياً يتلامسان ويندمجان ليكونا بوغاً كبيراً محاطاً بجدار سميك.



Basidiospores Zygospores

تصنيف الفطريات

هناك العديد من الأسس المعقدة في تصنيف الفطريات كالمظهر الخارجي ونوع الهيايات (مقسمة ، غير مقسمة ، متفرعة) وطرق التكاثر الجنسي والتكاثر اللاجنسي وبعض الخواص الفسلجية.... وتقسم الفطريات الى شعبتين هما:

▪ شعبة الفطريات المخاطية (Slime Molds (Myxomycota)

أفراد هذه الشعبة لا تكون خيوطاً فطرية مميزة وأطوارها الخضرية عديمة الجدار ، وتتغذى البعض منها على البكتريا أو تتطفل على الطحالب البحرية أو النباتات الراقية أو تتغذى على النباتات الميتة والبعض منها تسبب الامراض النباتية وليس لها أهمية صناعية قيمة.

■ شعبة الفطريات الحقيقية Eumycota

Aquatic : وهي الى مجموعتين ، الاولى المائية **Phycomycetes** ١- الفطريات الطحلبية ، ومن مميزات الفطريات الطحلبية تكون هايفاتها غير مقسمة **Terrestrial** والثانية الأرضية ، ومن أمثلتها **Zygosporos** وتتكاثر جنسياً بواسطة الابواغ اللاقية **Non-septate** .
Rhizopus stolonifer و *Mucor miehei* .

: تكون هايفات أفراد هذا الصنف مقسمة **Ascomycetes** ٢- الفطريات الكيسية
ومن أمثلتها خميرة الخبز **Ascospores** ، تتكاثر جنسياً بواسطة **Septated** اللذان **Aspergillus** و **Penicillium** وبعض أنواع **Saccharomyces cerevisiae** **Conidiospores** يتكاثران لاجنسياً بواسطة الابواغ الكونيدية .

:تضم معظم الفطريات اللحمية مثل العر هون ، **Basidiomycetes** ٣- الفطريات البازيدية
وتكون هايفاتها مفصولة بحواجز ، ولا تكوّن أبواغ **Basidiospores** تتكاثر جنسياً بواسطة لاجنسية .

: تضم جميع الفطريات التي تتكاثر لاجنسياً فقط **Deuteromycetes** ٤- الفطريات الناقصة
بواسطة الطرق المعروفة كتكوين الابواغ الحافظة والمفصلية وغيرها وتكون هايفاتها مفصولة التي **Candida albicans** وتشمل معظم الفطريات الممرضة للانسان مثل **Septated** بحواجز تسبب مرض جلدي ، وسمي هذا الصنف من الفطريات بالناقصة نظراً لعدم مقدرة أفرادها على التكاثر الجنسي .

تغذية الفطريات

تتغذى على مواد عضوية ميتة **Saprophytic** تعد معظم الفطريات كائنات رمية التغذية ، إذ أنها تمتلك العديد من الانزيمات المحللة للمركبات العضوية المعقدة ، لذا نجد أن الفطريات تنتشر حيث تتوفر المواد العضوية فهي موجودة في التربة كما تظهر على شكل نموات قطنية مميزة الالوان على الاغذية غير المحفوظة بصورة جيدة كالخبز والجبين.. ولانستغرب وجودها في اماكن بعيدة الاحتمال كالجلود والفلين والشعر والشمع والحبر لقدرتها على تحليل المركبات العضوية المعقدة كما أشرنا ، غير أن هناك فطريات تعيش على الكائنات الحية الاخرى فتسبب امراض متعددة ومتنوعة **Parasitic** كالحيوانات والنباتات لذلك تعد ذات معيشة طفيلية **Smuts** والتفحم **Rusts** وخسارة اقتصادية لاسيما بعض المحاصيل الحقلية مثل مرض الصدا التي تتلف الحبوب ، كما أنها تسبب العديد من الامراض الجلدية للانسان والحيوان مثل خميرة التي تسبب امراض جلدية **Candida albicans**.

لاستطيع الفطريات القيام بعملية التركيب الضوئي وهذه السمة من السمات المميزة لها وباستثناء مصدر الكربون الذي تحتاجه جميع الفطريات بصورة عضوية (سكريات بسيطة ومعقدة) فإنه بالامكان مقدرة الفطريات من النمو في البيئات الحاوية على مصادر نثروجنية وفسفورية وكبريتية بسيطة (غير عضوية) وهذا يعني ان معظم الفطريات تستطيع تخليق متطلباتها واحتياجاتها من عوامل النمو بنفسها من هذه المركبات البسيطة **Synthesis**.

العوامل الفيزيائية نمو الفطريات

● تعد الاعفان كائنات هوائية مجبرة بمعنى انها لا تستطيع النمو بغياب كامل عن الاوكسجين لذلك فان الامراض التي تسببها الانسان هي امراض جلدية ، أما الخمائر فهي كائنات لاهوائية اختيارية تمتلك المقدرة على اجراء عملية التخمير Fermentation (ومن هنا سميت بالخمائر) وهي عملية أكسدة غير تامة للمركبات العضوية.

● تنمو الفطريات عموماً في درجات الحرارة المعتدلة فهي من نوع Mesophile وتقدر درجة حرارتها ٢٥-٣٠م وتعيش في مدى واسع من الرقم الهيدروجيني pH يتراوح من ٢-٩ وان معظم الفطريات تفضل الارقام الهيدروجينية الحامضية ، لذلك يضبط الوسط المخصص لنمو الفطريات بحدود ٤-٥ pH لغرض تنميتها وكبح نمو البكتريا التي تفضل pH المعتدل.

● تفضل الاعفان البيئات الرطبة التي تكون نسبة الرطوبة فيها ٧٠% أو أكثر وكذلك تفضل الاوساط التي يزيد تركيز الملح فيها ٢% ، ويعد الضوء غير ضروري لنمو الفطريات بل يقتل الخلايا الخضرية لذلك لا تنمى الفطريات الا في الاماكن المظلمة.

أهمية الفطريات

تشكل الفطريات مجموعة كبيرة من الكائنات الحية الدقيقة وهي عضوية التغذية وتتميز بعلاقات تعايشية خاصة مع بعض الكائنات الحية وفي ادناه بعض الاستعمالات الصناعية للفطريات:

١. للفطريات دور كبير في السلسلة الغذائية لقدرتها على تحليل المركبات العضوية الميتة واعداد العناصر الداخلة في تركيب هذه المركبات الى الطبيعة لكي تستفيد منه كائنات اخرى لاتملك انظمة لتحليل هذه المركبات.
٢. تستعمل الفطريات في انتاج العديد المضادات الحيوية Antibiotics (وهي مركبات تكونها بعض الاحياء المجهرية وتثبط أو توقف نمو الاحياء المجهرية الاخرى ولاسيما المرضية) مثل انتاج البنسلين من العفن *Penicillium crysogenum* .
٣. تستعمل الفطريات في انتاج العديد من الصناعية مثل الاميليزات والبروتيزات مثل البروتيزات المخثرة للحليب والتي تدعى بالمنفحة المايكروبية Microbial rennet التس تستعمل بديلاً عن منفحة العجول مثل المنفحة المنتجة بواسطة *Mucormiehei* .
٤. تستعمل الفطريات في انتاج العديد من الحوامض العضوية مثل حامض الستريك Citric acid الذي ينتج تجارياً بواسطة *Aspergillusniger* وفي انتاج الحوامض الامينية وبعض الفيتامينات ومواد اخرى ذات استعمالات صناعية وطبية .
٥. تستعمل الفطريات في انتاج ما يعرف ببروتين وحيد الخلية (SCP)Single Cell Protein وهذه تستعمل في إغناء الاعلاف بالبروتينات.
٦. تستعمل خميرة *Saccharomycescerevisiae* في صناعة الخبز وتعرف باسم خميرة الخبز(تباع على شكل مسحوق تحت تسميات تجارية مثل بكمايا والخميرة العراقية والخميرة الفرنسية والسنونو) وغيرها.
٧. تنتج بعض انواع الفطريات سموماً Toxins (مركبات تنتجها احياء مجهرية تؤثر في الانسان وبالبيات مختلفة تدعى Mycotoxins ومن ابرزها Aflatoxins والتي تنتجها *Aspergillusflavus* وتفرزها في الأغذية الغنية بالبروتينات والدهون مثل الفستق والبنق والجوز واللوز والحبوب كالحنطة ومنتجاتها المتعددة المخزونة تحت ظروف تشجع أو تحفز نمو الفطرياتوانتاجها للسموم.
٨. تعيش بعض الاعفان وجذور بعض النباتا في علاقة تعايشية تكافلية يطلق عليها بميكوريزا Mycorrhiza (Myco = فطر ، rrhiza = جذور) إذ تعمل الاعفان على زيادة

امتصاص العناصر الغذائية المهمة للنباتات عن طريق الجذور فضلاً عن بعض منشطات نمو النباتات التي تنتجها (الاعفان) نتيجة لاستغلالها لافرازات الجذور.

٩. تقيم الاعفان علاقة تكافلية اخرى لكن مع الطحالب فتتمخض عن هذه العلاقة كائنات تعرف بالاشنات Lichens (تقرأ Likens) إذ أن الطحلب يجهز الفطر بالغذاء بعملية التركيب الضوئي مقابل قيام الفطر بتجهيز الطحلب بالرطوبة والعناصر المعدنية فضلاً عن توفير الحماية له ، ويعتمد الفطر على الطحلب في حصوله على مصادر الكربون العضوي وتعيش الأشنات على اليابسة حيث توجد الاشجار والصخور والتربة والقليل من الاشنات تكون مائية المعيشة.

Algae الطحالب

كائنات وحيدة الخلية أو متعددة الخلايا تعيش منفردة أو على شكل مستعمرات بأشكال مختلفة يتراوح طول الطحلب من ٠,٥ مايكرون الى عشرات الاقدام ، وتكون مستعمرات الطحلب خالية ، أما أهم مواصفات Thalliform من الجذور أو السيقان أو أي أعضاء حقيقية لذلك تسمى الطحالب الرئيسية:

• النواة :

ويختلف عدد الكروموسومات Eukaryotic تمتلك الطحالب نواة حقيقية وتنتمي الى مجموعة في النواة من ٥ - ٤٨ كروموسوم فأكثر أو حسب النوع.

• الكلوروفيل :

ذات Chloroplasts تحتوي خلايا الطحالب على تراكيب دقيقة تدعى البلاستيدات الخضراء أشكال مختلفة (صفحية ، قرصية ، شبكية..) تحتوي عل كلوروفيلات مختلفة (Xanthophyll)، فضلاً عن الحبيبات الصبغية الاخرى مثل :a,b,c,d,eChlorophyll) ذات اللون الاصفر المخضر أو البني ، وحبيبات Diatoms و Carotenoids (الصفراء) وهذه Chromatophore البرتقالية وتسمى الحبيبات الصبغية للطحلب Chrysophyll صبغية الحبيبات وما تحويها من صبغات وكذلك البلاستيدات الخضراء هي التي تضيء الوانها الاساس . كما ان لهذه الحبيبات دوراً في وجود الطحالب في أعماق متباينة في البيئة والمساحات المائية بسبب اختلاف قابلية هذه الصبغات في امتصاص الضوء (حسب الطول الموجي) وفي التالي تحديد قابلية الطحلب في الاستفادة من ضوء الشمس في عملية البناء الضوئي . إذ أن القابلية العظمى من الطحالب ذاتية التغذية وان البلاستيدات والحبيبات الصبغية تعد مراكز لصنع الغذاء(البناء الضوئي) في الطحالب.

• طبيعة المواد المخزونة:

ان طبيعة المواد التي تقوم الطحالب بخزنها عبارة عم مركبات شبيهة بالنشأ كما تخزن بعض الانواع زيوتاً أو دهوناً والتي هي من الخواص التي تحدد على الأرجح قابلية معظم الطحالب التي تشكل الهائمات النباتية على الطفو فوق المساحات المائية إذ يكون الضوء متيسراً لعملية البناء الضوئي.

• تغذية الطحالب:

إذ تقوم بصنع غذائها بعملية Phototrophs تعد أغلب الطحالب من الكائنات ضوئية التغذية (والناتج الرئيس CO₂ البناء الضوئي) مصدر الطاقة هو ضوء الشمس ومصدر الكربون هو من عملية البناء الضوئي هو سكر الكلوكوز الذي تستعمله الخلايا مصدراً للكربون والطاقة أو

يخزن في الخلية اما على شكل نشأ أو زيوت او دهون كما أسلفنا الى حين تحليلها ثانية الى وحداتها الاساسية لتستهلك كمصدر للكربون والطاقة ، وهناك عدد من الطحالب تسمى خليط إذ تقوم بانتاج الطاقة عبر عملية الاكسدة لبعض المركبات العضوية في Mixotrophs التغذية حالة غياب الضوء ، وتقوم بعملية البناء الضوئي في حالة توفر الضوء ، وكما سبق فإن مع بعض الفطريات للحصول على احتياجاتها Symbiosis الطحالب تقيم علاقات تعايشية تكافلية الغذائية.

• الحركة:

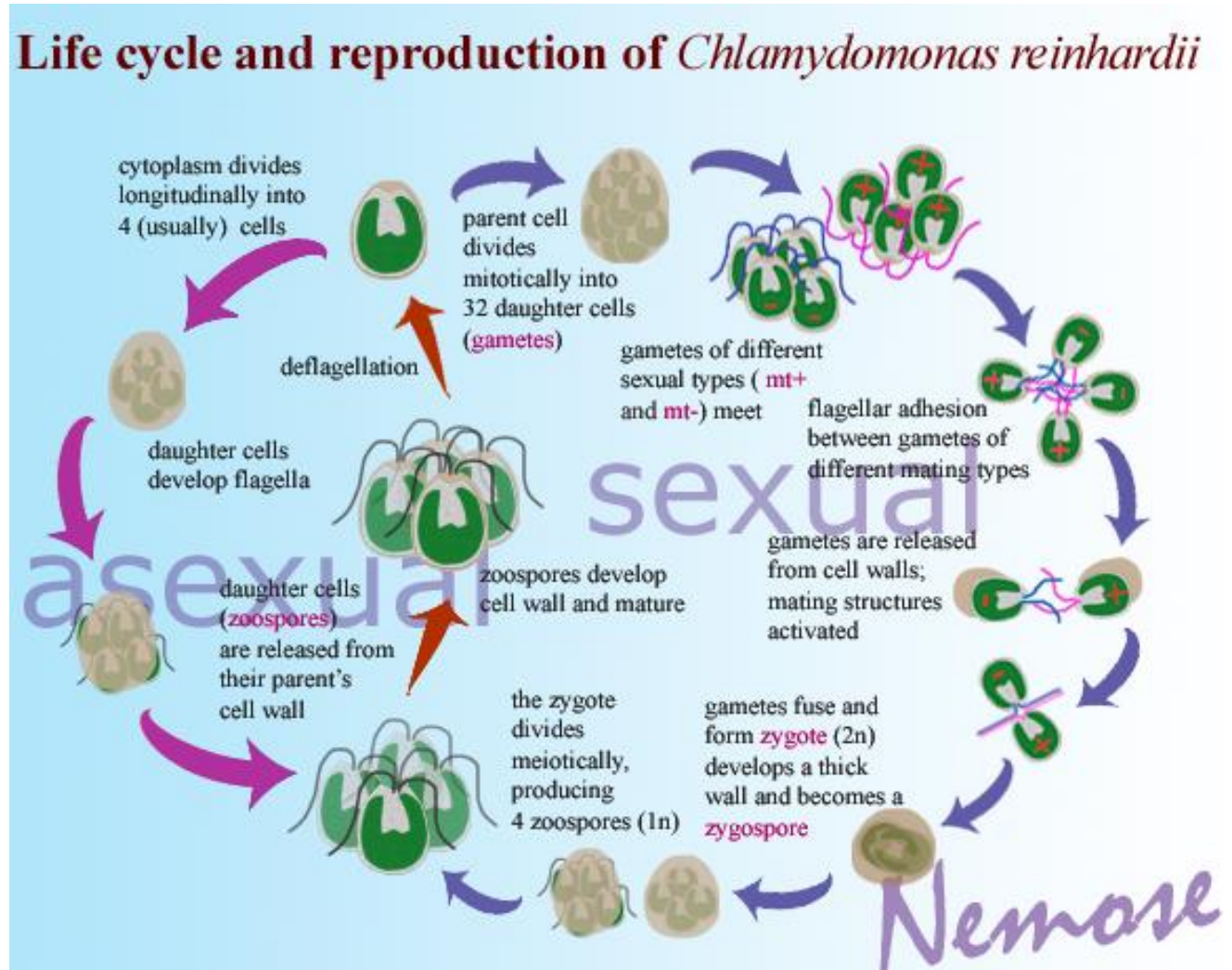
(تنتمي الى شعبة Chlamydomonas تتحرك الطحالب بواسطة الاسواط كما هي الحال مع (تنتمي الى شعبة الطحالب Euglena) و Chlorophyta الطحالب الخضراء (كما تتحرك بعض الطحالب حركة أميبية بواسطة الاقدام الكاذبة Euglenophyta اليوغلينية (تنتمي Chrysomoeba = قدم) مثل podia تلفظ سيو = كاذبة ، Pseudo (Pseudopodia) Chrysophyta الى شعبة الطحالب الذهبية . (

• التكاثر:

: وهذه الطريقة شائعة في معظم انواع **Vegetative Reproduction** ١- التكاثر الخضري الصحالب وهي ناتجة عن انقسام الخلايا أو تجزئتها دون تكوّن تراكيب متخصصة وتحدث في الظروف المثلى للنمو.

: وهي من طرق التكاثر اللاجنسي إذ تتجمع **Spores** ٢- التكاثر عن طريق الابواغ البروتوبلاست الخلوي ميتعداً عن الجدار الخلوي وتكون ابواغاً عارية ذات أسواط تسمى (بواقع بوغ واحد أو أكثر لكل خلية) وتحاط هذه التراكيب بغشاء سميك تنطلق فيما Zoospores بعد من الخلية.

:ويحدث هذا النوع من التكاثر في الطحالب **Sexual Reproduction** ٣- التكاثر الجنسي التي تمثل مواقع متقدمة في سلم تطور الطحالب ، إذ تتكون الخلايا الجنسية من خلايا خضرية متخصصة، والخلايا الجنسية (الامشاج أو الكميئات) تكون نوعين ذكرية واثوية تتحدان لاحقاً تنمو لتكون طحلباً جديداً. Zygote لتكوين بيضة مخصبة أو ملقحة



وجود الطحالب

توجد غالبية الطحالب في البيئات المائية ويوجد قسم منها في التربة ، وتلعب العديد من العوامل دور مهم في وجود الطحالب في بيئة معينة منها الضوء ، درجة الحرارة ، الرطوبة ، الرقم الهيدروجيني ، الاملاح والغازات مثل ثاني اوكسيد الكربون والنيتروجين. كما ان للحبيبات الصبغية أثر في وجودها في البيئة المائية باعماق مختلفة باختلاف قدرة الحبيبات لامتناس الاشعة باطوال موجية محددة.

تصنيف الطحالب

يعتمد تصنيف الطحالب على العديد من الصفات نذكر منها:

- الحبيبات الصبغية ، أنواعها ، تركيبها ، نسبتها
- المواد الغذائية المخزونة
- جدار الخلية ، مكوناتها ، تركيبها الكيمياوي ، خواصها
- الاسواط ، وجودها ، أعدادها ، شكلها ، تداخلها
- دورة الحياة وطرق التكاثر
- طبيعة الطحلب ، وحيدة الخلية ، متعددة الخلايا (شكل المستعمرات)

وتقسم الطحالب الى الشعب الآتية:

1- الطحالب الخضراء **Chlorophyta** مثل *Chlamydomonas* و *Volvox*.

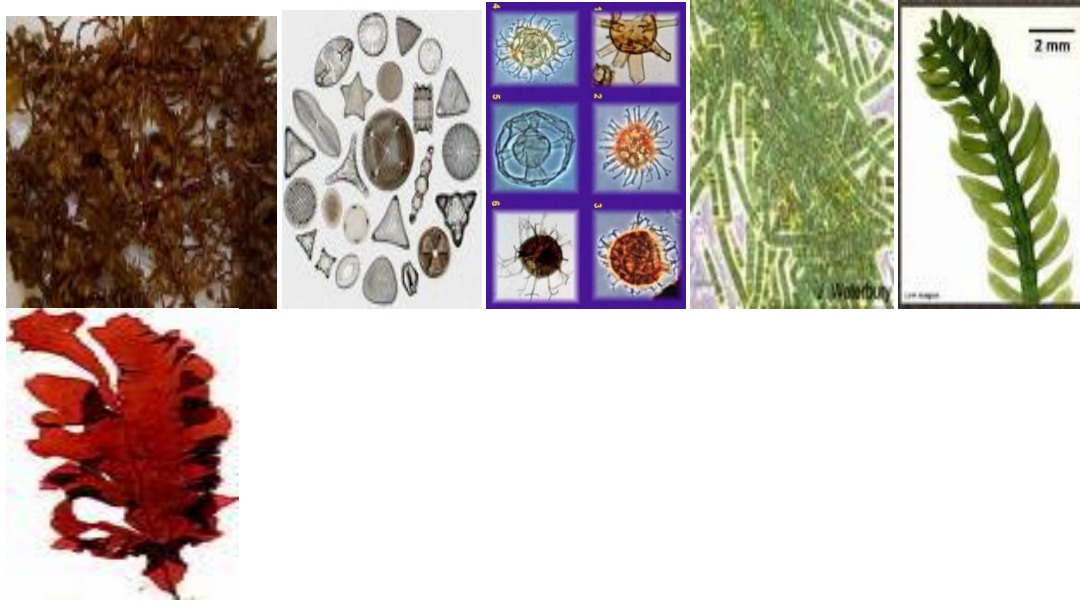
واغلب الأجناس تحتوي على بقعة *Euglena* مثل **Euglenophyta** ٢- الطحالب اليوجلينية
وظيقتها التحسس. Eye spot عينية

٣- الطحالب السوطية الدوارة (البيرونية) **Pyrrhophyta** مثل جنس *Ceratium*.

٤- الطحالب الذهبية **Chrysophyta** مثل Diatoms.

٥- الطحالب البنية (القاتمة) **Phaeophyta** مثل *Neureocytic*.

٦- الطحالب الحمراء **Rhodophyta** مثل *Gledium*.



الخضراء اليوجلينية البيرونية الذهبية القاتمة الحمراء

أهمية الطحالب

١- تثبيت التربة عند توفر الرطوبة ودرجات الحرارة الملائمة وضوء الشمس وان سرعة النمو وكثافة الخلايا تؤدي الى تجمع دقائق التربة ، وسبب تجمع دقائق التربة هو تكون مواد هلامية في الجزء الخارجي من الطحالب وتحللها بواسطة البكتريا وتزيد خصوبة التربة.

H_2CO_3 الذي يذوب في الماء فيكوّن حامض الكربونيك CO_2 ٢- جراء تنفس الطحالب وتكوّن وهذا بدوره الى تفتيت الصخور التي تنمو عليها الطحالب. إذ تتكون ثقوب وفتحات في الصخور حيث تنمو فيها الاعفان والبكتريا والتي بدورها تساهم في زيادة تفتيت الصخور.

٣- للطحالب دوراً مهماً في التوازن الحياتي في الطبيعة من خلال:

- توفير CO_2 بعملية التنفس مع استهلاك الاوكسجين.
- التطفل على الكائنات الحية الأخرى كالأبتدائيات والمفصليات واليرقات وغيرها.
- استهلاك CO_2 بعملية التركيب الضوئي وتوفير الاوكسجين.
- انتاج مثبطات النمو لأحياء أخرى كالبكتريا؟

• انتاج مركبات سامة Toxins تسبب حالات التسمم التي تؤدي الى الموت ويحدث ذلك في حالة استعمال الطحالب كغذاء للأسماك ذات التغذية العشبية.

التي تستعمل في Chlorella ٤- تستعمل الطحالب في انتاج ما يعرف ببروتينات الطحالب مثل تغذية الاسماك والحيوانات المائية.

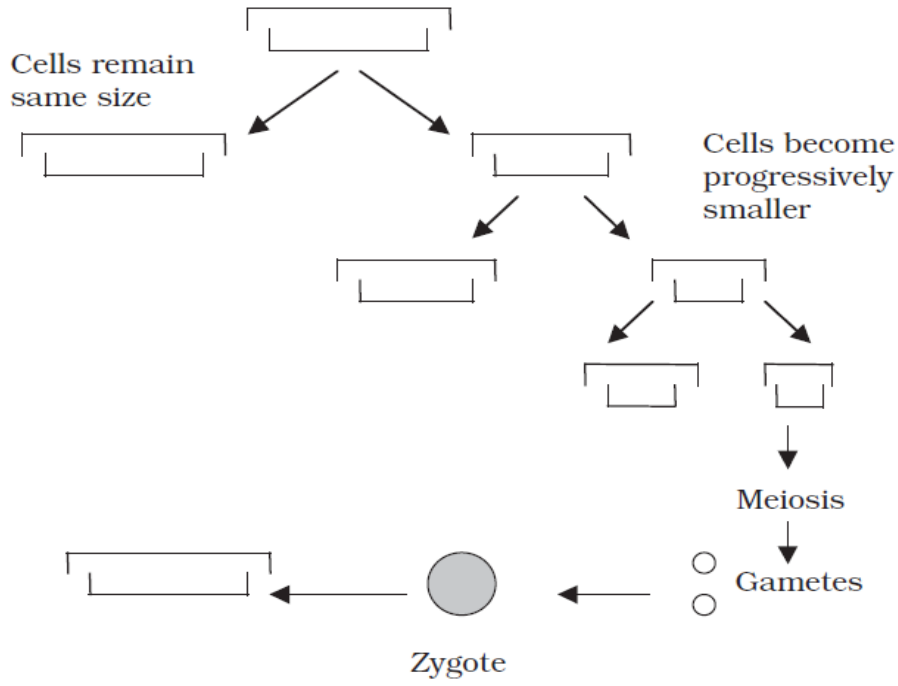
٥- تستخرج من الطحالب العديد من المركبات ذات الاستعمالات الصناعية مثل:

- مادة الاكار والتي هي بالاساس أحد مكونات الجدار الخلوي للطحالب التي تعرف بالطحالب الحمراء Rhodophyta ومنها Gledium .
- مادة السليكا Silica : ويتم الحصول عليها من الارض الغنية بالدايتومات Diatoms ، والمادة الحاوية على السليكا تستعمل لأغراض متعددة كمادة قاشطة في صقل المعادن ومادة عازلة للحرارة وفي صناعة المرشحات Filters في تصفية المياه.
- المواد الهلامية ومواد الاستحلاب : وهذه المواد تتمثل بالكارجينات Carrageenins والالجينات Alginates وتستعمل في عملية التهليم (جعل الشئ هلامي القوام) وعملية الاستحلاب Emulsification وعملية التثخين Thickening (هذه المواد هي مواد كاربوهيدراتية أو مشتقات كاربوهيدراتية تدخل في تركيب جدار خلايا بعض انواع الطحالب التي تزرع في أحواض خاصة لهذا الغرض.

(خاصة الدايتومات) اللذان لهما A و ٦D- تمتاز بعض انواع الطحالب بأنها غنية بفيتامين أهمية طبية وتجارية ويتم استخلاص هذه الفيتامينات من اكباد الاسماك التي يتم تغذيتها على الطحالب لتمرکز هذه الفيتامينات في اكباد الاسماك.

Diatoms (الدايتومات)

تعيش في المياه Chrysophyta هي صنف من الطحالب تنتمي الى شعبة الطحالب الذهبية المالحة والعذبة والتربة وتتميز الدايتومات بأنها تمتلك جداراً صلباً يتكون من البكتين الحاوي على الكالسيوم أو السليكا وتتواجد على شكل طبقة رقيقة على الصخور والنباتات ، والجدار أو صحن بتري ، وعند انقسام الخلية Frustule الصلب للدايتومات يعطيها مظهراً يشبه العلبة فأن كل خلية جديدة تحتفظ بنصف علبة الخلية الام ومن ثم تكوّن النصف الآخر المماثل له، مع العلم أن هناك انخفاض في حجم أحد الطبقتين مع استمرار عمليات الانقسام.



Diatoms التكاثر اللاجنسي في الدياتومات

Protozoa الأبتدائيات

تعني كلمة الأبتدائيات الحيوان الأولي أو البدائي وهي عادة تطلق على كل الأحياء وحيدة الخلية التي تحمل الخصائص المتشابهة للحيوانات ، ولاختلاف مظهرها الخارجي ، وجد أن هناك أكثر الطفيليات Commensal lives من ٥٠ ألف نوع وهي تطلق على الكائنات المعاشية المؤكدة التي ترافق الإنسان والحيوان ووضعنا هذه الكائنات في شعبة منفصلة لأنها وحيدة الخلية وحقيقية النواة وتشارك في مجموعة من الصفات منها:

١- الحجم والشكل:

تختلف الأبتدائيات من حيث الشكل والحجم ، إذ أن أغلبها صغيرة جداً يتراوح طولها من ٢ - ١ مايكرون وبعض كبير يصل من ٥ - ٦ سم ، أما من الشكل فأن بعض الأبتدائيات ليس لها شكل ثابت وتكون الخلية محاطة بغلاف مرن مثل الأميبيا والبعض الآخر ذات شكل مميز ذات غلاف خلوي يكسبها المرونة أثناء الحركة مثل بعض السوطيات والهدبيات، وان تعدد الأشكال واضحاً للنوع الواحد يميز مجاميع معينة مثل مسبب مرض الملاريا (جنس)

، ويتأثر شكل الكائن الحي في *Trypanosoma*) ، وكذلك مسبب مرض النوم *Plasmodium* شعبة الابدائيات وطريقة حركته بطبيعة البيئة التي يوجد فيها:

- الطفو فوق سطح الماء Floating : إذ تكون الابدائيات الطافية على سطح الماء أما كروية والبعض منها أسطوانية الشكل وتوجد تراكيب في الابدائيات تساعد المساحة السطحية والحركة أيضاً مثل القضيبات والشويكات والاقدام الكاذبة الشعاعية، ونتيجة لتكون الفجوات في الجزء الخارجي للخلية Ectoplasm وتنظيم حجم هذه الفجوات يساعدان الكائن على التغلب على تأثير الجاذبية، إذ أن السائل المتواجد في الفجوات أقل كثافة من الماء المحيط
- السباحة Swimming : إن الشكل الأسطواني والخرطومي يسهل الحركة ويساعده عضيات خاصة مثل الاسواط والاهداب
- الزحف على السطح Creeping : وتكون مسطحة الشكل تمتلك أهداباً من الجهة الظهرية تستعمل للتحسس ، أما الجهة البطنية فأنها تتجمع مع بعضها لتكوين تراكيب تدعى Cirri تستعمل للزحف على سطوح الأجسام الصلبة أو كائنات حية أخرى، أو قد لا تمتلك بعض الابدائيات لهذه التراكيب وتكون حركتها بواسطة امتدادات سايتوبلازمية تدعى بالاقدام الكاذبة كما في الاميبيا.

٢- التغذية

- إن الخلية الابدائية تقوم بجميع الفعاليات الحيوية منها التغذية وهناك انواع للتغذية منها:
- التغذية الحيوانية: وتتم عن طريق الالتهام الخلوي Phagocytosis للمواد الغذائية الصلبة وقد تكون كائنات حية دقيقة مثل البكتريا وتتم عملية الالتهام بواسطة إحاطة الاقدام الكاذبة أو عن طريق تراكيب خاصة تدعى بالفم الخلوي أو التجايف وهذا النوع شائع في اللحميات والسوطيات والهدبيات.
 - التغذية الرمية: تحصل بعض الابدائيات على غذائها من المواد العضوية المتفسخة بطريقة التشرب الخلوي Pinocytosis .
 - التغذية المختلطة : بعض الابدائيات غير ذاتية التغذية ولكن يمكن أن تقوم بصنع غذائها عند تعرضها لضوء الشمس وقدرتها على تكوين البلاستيدات الخضراء وتصنف هذه المجموعة ضمن الطحالب.

٣- الفجوات

تحتوي الابدائيات على نوعين من الفجوات

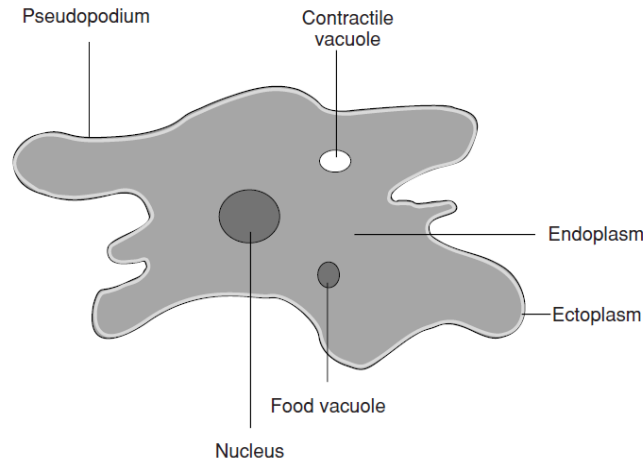
- ❖ الفجوات الغذائية Food Vacuoles : تحتوي على مواد غذائية ذائبة وغير ذائبة وتكون الفجوات محاطة بغشاء رقيق جداً يسمح بانتقال المواد الى الساييتوبلازم لغرض بناء المادة الحية ونتاج الطاقة.
- ❖ الفجوات المتقلصة Contractile Vacuoles : تتجمع نواتج الفعاليات الحيوية على شكل قطرات أو بلورات مع بعضها في تراكيب خاصة تدعى بالفجوات المتقلصة لأن هذه الفضلات يتم طرحها عن طريق تقلص هذه الفجوات الى خارج جسم الكائن الحي.

٤- التكاثر

- ☒ التكاثر الجنسي : يتم بواسطة الاقتران أو الاندماج الخلوي أو النووي ويكون عن طريق خلايا تكاثرية جنسية (أمشاج Gametes) إذ ينتج عن اقتران الامشاج تكوين البيضة المخصبة Zygot .
- ☒ التكاثر اللاجنسي ك ويكون عن طريق الانقسام الخلوي ، أما أن يكون ثنائياً أو مضاعفاً ويحدث ذلك بانقسام النواة والسايوبلازم الى قسمين متساويين تقريباً لتكوين كائنين جديدين كما في الاميبيا.

Regeneration - الإخلاف

تمتلك الابتدائيات بصورة عامة المقدرة التعويض عن الاجزاء المفقودة وخاصة التي تمتلك النواة ، إذ نلاحظ ان عضيات الحركة (الاسواط والاهداب) التي تنتزع من جسم الكائن امكانية إعادة نموها مرة أخرى .



المكونات الخلوية في الاميبيا

تصنيف الابتدائيات

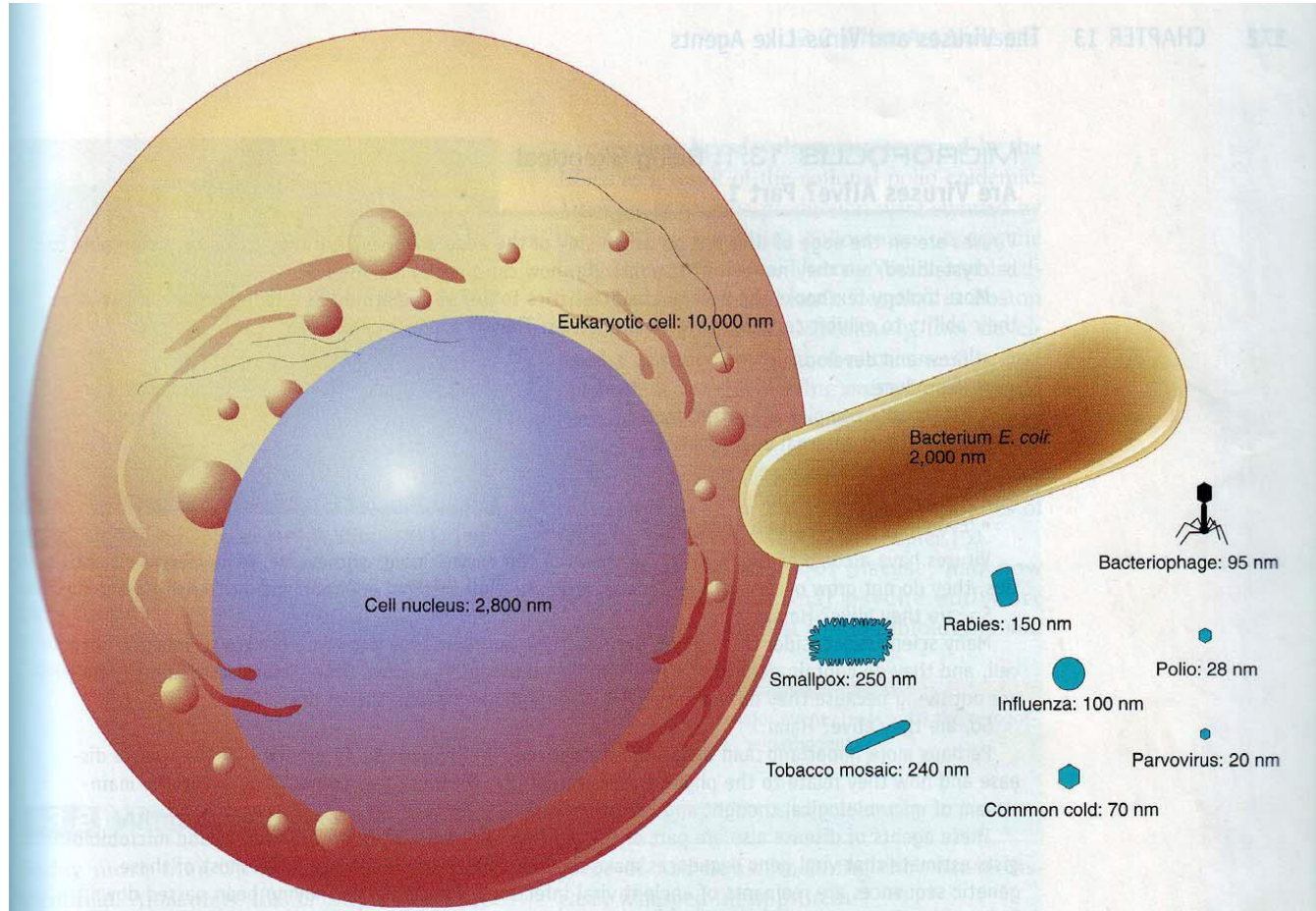
- والذي يعيش *Trypanosoma* : مثل مسبب مرض النوم **Flagellata** ١ - **صنف السوطيات** في دم الانسان.
- Amoeba** : مثل الاميبيا (**Sarcodina (Rhizopoda)** ٢ - **صنف اللحيمات جذرية الاقدام** الذي يسبب مرض التقرح الاميبي في الامعاء الدقيقة للانسان.
- الذي يسبب مرض الملاريا في *Plasmodium* : مثل جنس **Sporozoa** ٣ - **صنف البوغيات** الانسان.
- وهو من الطفيليات التي تصيب *Paramecium* : مثل جنس **Ciliata** ٤ - **صنف الهدبيات** الانسان وبعض الحيوانات.

Viruses الفيروسات

مع نهاية القرن التاسع عشر توالى اكتشافات المسببات المرضية مرضاً بعد آخر في النباتات وكذلك الحيوانات وكانت بسبب البكتيريا ، وفي عام ١٨٩٢ أكتشف العالم الروسي أول مرض فايروسي هو موزائيك التبغ ومسببه Dimitri Iwanowsky (ديمتري ايوانوسكي) ، والفايروس كلمة تعني باللغة اليونانية (السم) (Tobacco Mosaic Virus) TMV ، استعملت بادئ الامر لجميع العوامل المعدية والتي تجتاز المرشحات التي تمنع مرور البكتيريا ، **Obligate intracellular parasites** والفايروسات تعد طفيليات مجبرة داخل الخلية

وتستوطن الفايروسات بين عالم الاحياء الحية والعالم غير الحي وتمتلك الخصائص التي تكون بين العالمين ، والفايروسات تختلف عن أصغر الكائنات الحية وهي البكتيريا في عدة صفات:

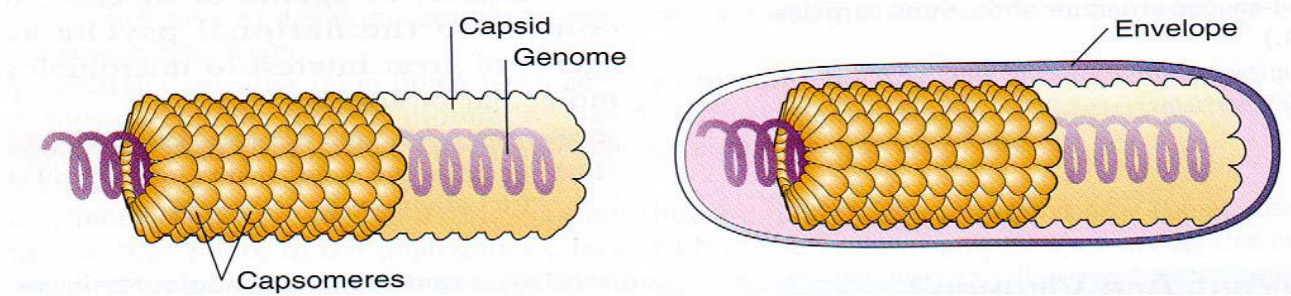
- أنها لا تُشاهد بالمجهر الضوئي وإنما يمكن مشاهدتها بالمجهر الإلكتروني.
- لا تمتلك الفايروسات تركيب خلوي داخلي عكس البكتيريا.
- قد تحتوي على إما DNA أو RNA وليس الاثنين معاً.
- لا تستطيع التكاثر خارج جسم العائل المضيف.
- لا تمتلك المقدرة على الأيض.
- لا تظهر زيادة حجمية على الفايروس بشكل منفرد.



حجوم بعض أنواع الفايروسات مقارنة مع حجوم خلايا حقيقية وبدائية النواة

تركيب الفايروس

من نمط Virion تمتلك الفايروسات تركيباً بسيطاً جداً إذ تتألف الجسيمة الفايروسية أو الفايرونية (وليس الأثنين معاً ويكون محاط بغطاء بروتيني RNA أو DNA واحد من الاحماض النووية) الذي يتألف بدوره من وحدات صغيرة تسمى الكابسوميرات Capsid يدعى الكابسد وهذا يتألف بدوره من عدد من الجزيئات البروتينية التي ترتبط مع بعضها بنظام Capsomeres في غاية الدقة والترتيب، وفائدة الكابسد هي المحافظة على المادة الوراثية للفايروس المتمثلة ب أو مغلقة بغشاء Naked Viruses . يذكر الفايروسات أما ان تكون عارية RNA أو DNA إما وهذه Enveloped Viruses رقيق يتكون من عدة طبقات من الدهون والبروتينات وتسمى الخاصة سمة تميز في الغالب الفايروسات التي تصيب الحيوانات.

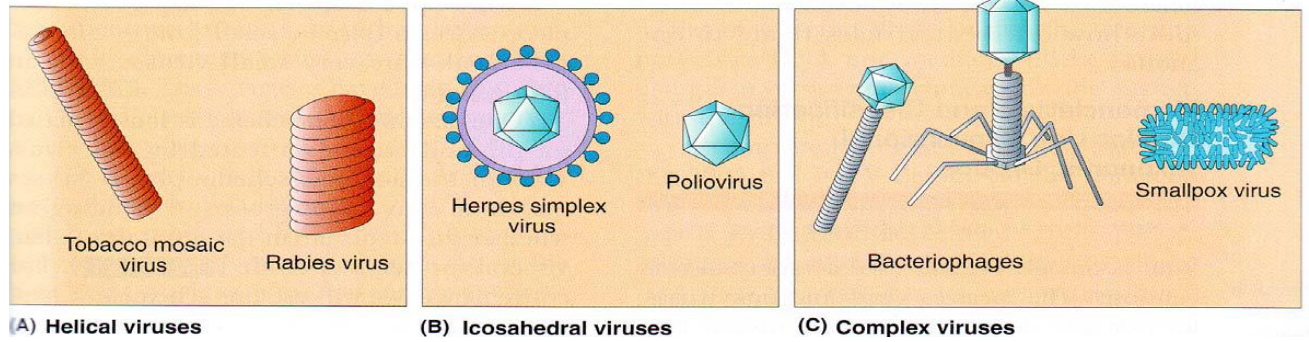


Enveloped Form Naked Form

توجد المادة الوراثية على شريط مفرد أو مزدوج وتحمل مجموعة من الجينات المسؤولة عن ثبات صفات الفيروس وتنظيم تضاعف (تكاثف) الفيروسات ، والفايروسات لا تستطيع القيام بأي نوع من أنواع الفعاليات الحيوية (التغذية والتنفس والحركة) لافتقارها للمكونات الخلوية والانزيمات الضرورية لمثل هذه الفعاليات باستثناء التضاعف (التكاثر) الذي لا يتم بالطرق التي مرت بنا في موضوع البكتريا والفطريات والطحالب والابتدائيات بل بطريقة استثنائية .

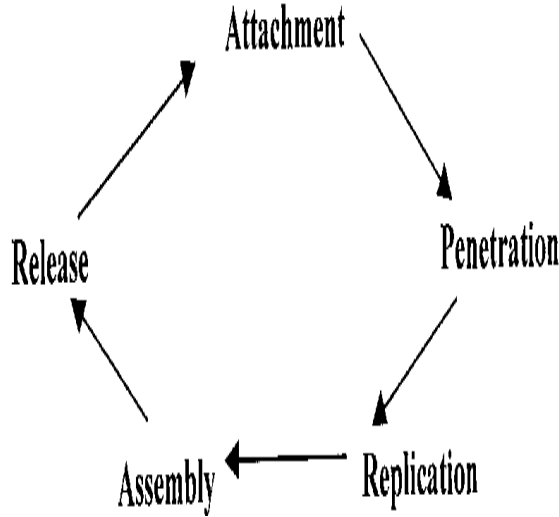
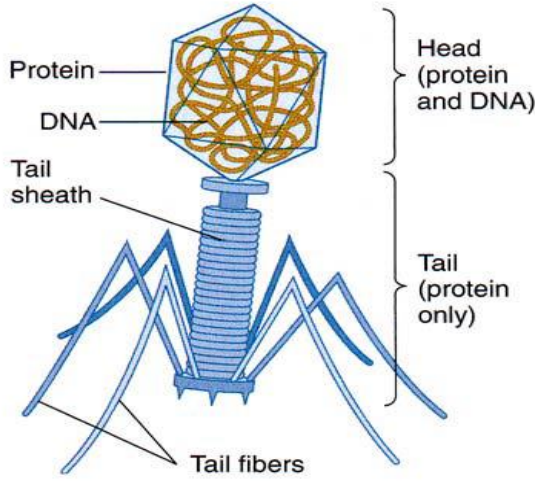
حجم وشكل الفايروسات

يبلغ قطر الفايروس ٢٠ نانومتر والمادة الوراثية لهذه الفايروسات تحتوي على جينات (مورثات) أو معلومات وراثية محدودة وهناك فايروسات بقطر ٢٠٠ - ٣٠٠ نانومتر تتألف Virus particle مادتها الوراثية من عدة آلاف من الجينات ، والجسيمة الفايروسية الواحدة لها شكلاً ثابتاً ومحدوداً والفايروسات ثلاثة أشكال: Virion والذي يسمى بالفايرون (فايروس شلل الاطفال). Polio virus. مثل Icosahedral -١ متعدد الواجه (Tobacco Mosaic Virus) TMV. مثل (فايروس موزايك التبغ) Helical -٢ الحلزوني وهذا يجمع بين الشكلين السابقين مثل معظم الفايروسات التي تصيب Complex -٣ المعقد T₂ مثل Phages واختصاراً Bacteriophages البكتريا والتي تسمى بالعائيات البكتيرية E.coli الذي يصيب بكتريا phage.



Virus Replication تضاعف الفايروس

لا يتم توليد الفايروسات جديدة إلا داخل خلايا حية تصيبها الفايروسات وحسب تخصص الفايروس ، ويمتاز تضاعف الفايروس بسلسلة من الخطوات تبدأ بدخول الحامض النووي الفايروسي داخل خلية المضيف يتبعه تضاعف الحامض النووي وتنتهي بتحرر الفايروسات الجديدة من خلية المضيف بعد تفجيرها ، وهناك دورة حياة العائيات البكتيرية (الفاجات وجميعها T₂, T₄, T₆ وتمثل بالعائيات التي يرمز لها T-even البكتيرية) والتي يطلق عليها وتتضمن الخطوات Lytic cycle وتسمى هذه الدورة بالدورة التحليلية E.coli تصيب بكتريا الآتية:



E.coli في بكتريا T4 الخطوات الرئيسية في تضاعف العاثي T4 العاثي البكتيري من نوع

1- Adsorption (Attachment) - الإدمصاص أو الألتصاق

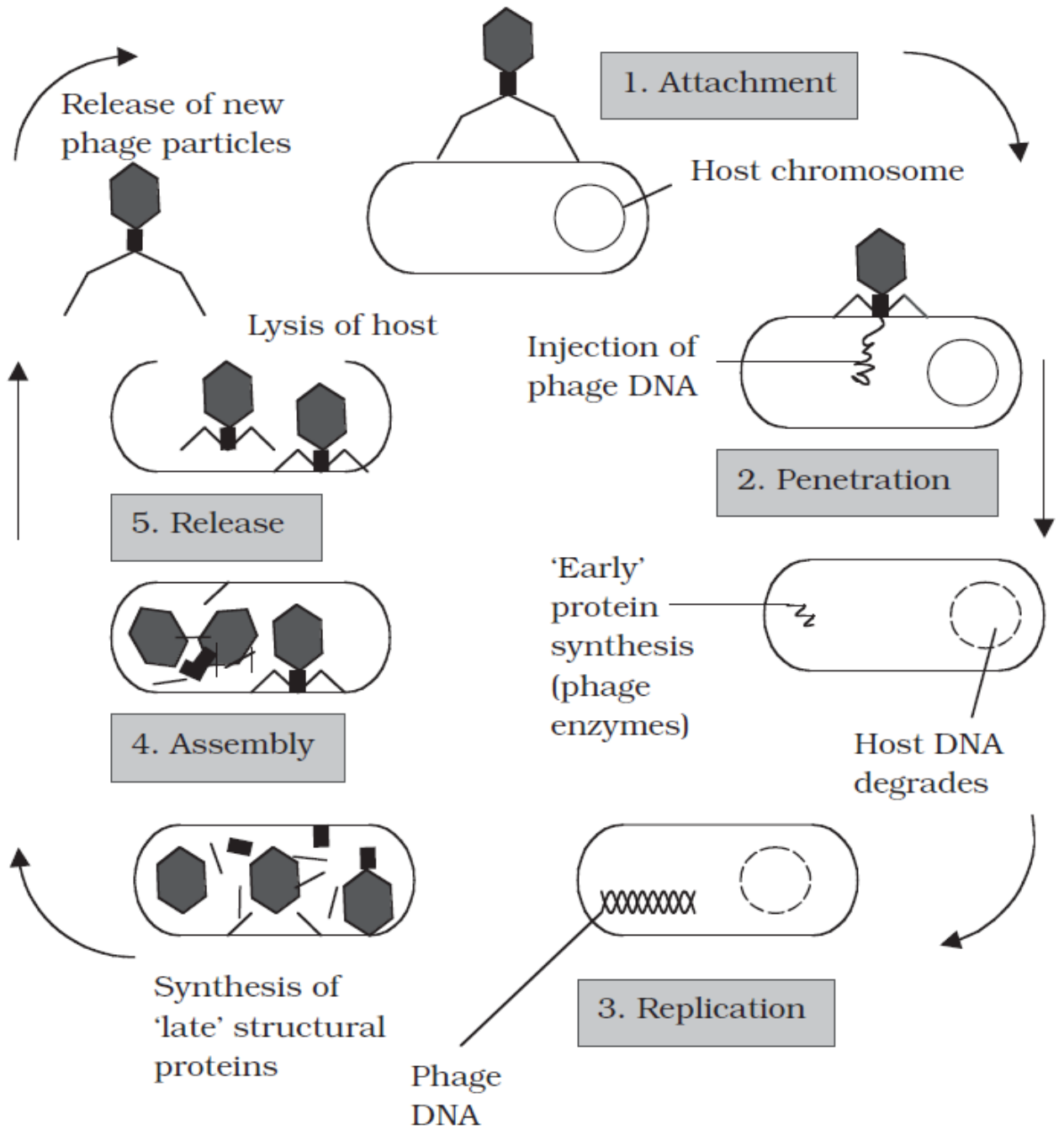
مع البكتريا عندها تصطدم العائية مع البكتريا عن طريق بروتينات T4 عند مزج دقائق العثي الياف الذيل المتخصصة للعاثي مع مستقبلات مكملة في سطح خلية المضيف (البكتريا) وان هذه المستقبلات تعد من العوامل المهمة في تحديد تخصص الفايروس (العاثي) على المضيف (العائل).

2- الأختراق Penetration

من منطقة Phage Lysozyme تقوم العائية المدمصة بالبكتريا بافراز انزيم اللايسوزايم الذيل فيحلل جزء من جدار الخلية البكتيرية من منطقة الألتصاق مؤدياً الى حدوث ثقب فيدخل العاثي الى داخل العائل (البكتريا) ويبقى الكابسد خارج الخلية. DNA غمد الذيل ويطلق

3- التضاعف Replication

العاثية الخلية البكتيرية تتوقف عمليات الأستنساخ والترجمة داخل الخلية DNA بعد دخول العثية على مكونات DNA الخلية يتحلل في غضون دقائق ، وتستحوذ DNA البكتيرية بل أن العائية الى عدة نسخ ومع تكون DNA الخلية وأنظمتها الأنزيمية وتسخرها لصالحها فتضاعف العاثي DNA هذا العدد الكبير من النسخ يتم استنساخ وترجمة المعلومات الوراثية على جزيئات من الرأس الى الذيل الى T4 والتي تتمثل بمعلومات تكوين البروتينات والاجزاء المختلفة للعاثي الالياف ولكن هذه الاجزاء تبقى في هذه المرحلة منفصلة عن بعضها البعض.



٤- النضج - Assembly Maturation or

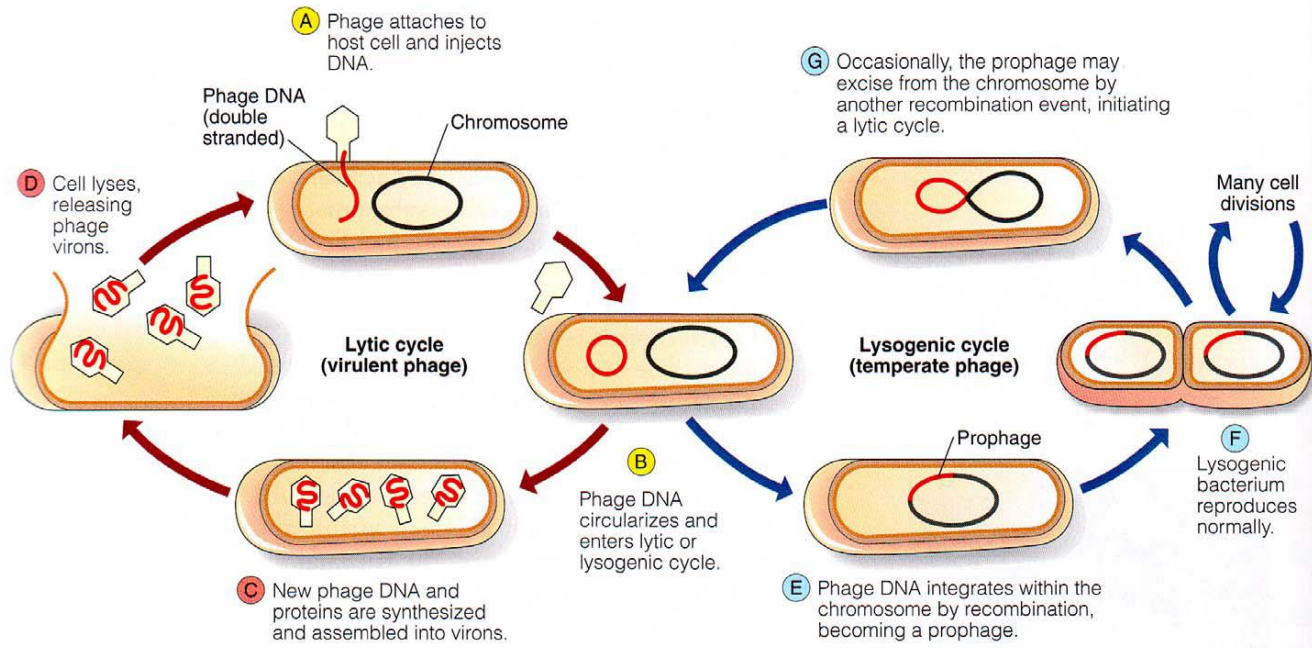
وتنضج بشكل تلقائي الى DNA وتتضمن نضج أو تخليق كميات كافية من الكابسد ومكونات أو المادة الوراثية في DNA جسيمة الفايروس ثم يخلق الرأس ومنطقة الذيل بشكل منفصل ثم يعبأ الرأس ويرتبط بالذيل.

٥- Release - التحرر

آخر (عائي آخر) ويبدأ بالتكون Lysozyme في الادوار الاخيرة من التضاعف يشفر الى انزيم فيحلل جدار الخلية البكتيرية ويسبب انحلاله وانطلاق دقائق العائثة الكاملة وتحرره وبأمكان هذه العائثيات (أو الفايروسات) أن تصيب خلايا أخرى وتعيد دورة حياتها وبالاسلوب نفسه. أن الوقت المستغرق أو وقت الأستمرار من الالتصاق الى تحرر الفاجات يسمى أحيانا بوقت الانفجار تحت الظروف المثالية بحدود ٢٢ دقيقة. T4 وقد يستغرق Burst time

Virus-Host Relationship علاقة الفايروسات بالمضيف

عند إصابة الفايروس خلية معينة فإن الفايروس أما يحلل الخلية التي اصابها في نهاية المطاف وتسمى العائثة التي تحلل الخلايا التي Lytic كما أسلفنا وتدعى هذه العلاقة بالعلاقة الانحلالية أو أن العائثة Virulent bacteriophage تصيبيها بعد أن تتضاعف فيها بالعائثة الضارية الى خلية المضيف DNA البكتيرية بعدما تفرز مادتها الوراثية المتمثلة بالحامض النووي خلية المضيف دون أن يتضاعف ، وان DNA العائثي ينغرز في DNA (فإن *E.coli* بكتريا لأنها لا تؤدي الى تحلل الخلية ، Temerate phage العائثة من هذا النوع تدعى بالعائثة المعتدلة Prophase الخلية البكتيرية تسمى العائثة الاولى DNA العائثي وهي منغزة في DNA وان Lysogenic celle الخلية تدعى DNA العائثي منغزاً في DNA أو الخلية التي تحتوي على ، وأن العائثة Lysogenic Relationship ، وأن علاقة من هذا النوع تسمى بالعلاقة التحليلية الخلية البكتيرية وتبتدى بالتضاعف وتحرر جسيمات عائثة DNA تترك Prophase الاولى كثيرة تحلل الخلية بعد تفجيرها وهذا ما يحدث بعد فترة وأخرى في الخلايا المتحلطة.



العايير المعتمدة في تصنيف الفايروسات

1- نوع الحامض النووي (DNA أو RNA)

2- طبيعة الحامض النووي (شريط مفرد أو مزدوج) .

3- تركيب الجسم الفايروسي (فايرون) حلزوني - متعدد الأوجة - مركب ، أو شكل الكابسيد مغلف أو غير مغلف .

4- نوع الفايروس والمرض الذي يسببه - فايروس نباتي - حيواني - عائثي بكتيري .

5- موقع الاصابة (بالنسبة للفايروسات التي تصيب الانسان) ، مثل

- فايروسات تصيب الجلد (الجدري Small pox) - (الحصبة Measle) - (لطفة حمى Herpes simplex) .
- فايروسات تصيب الجهاز التنفسي Influenza virus .
- فايروسات تصيب الجهاز العصبي (شلل الاطفال Polio virus) - (داء الكلب Rabies) .
- فايروسات أخرى متنوعة (تشمع الكبد Viral hepatitis) - (النكاف Mumps) .

ويوضح الجدول الآتي خصائص بعض الفايروسات التي تصيب الإنسان

الحامض النووي	الفايروس(العائلة)	شكل الكابسد	ابعاد الكابسد	الغلاف	المرض
DNA مزدوج	Poxvirus	معقد	٢٣٠-٣٠٠	مغلف	Smallpox جدري
DNA مفرد	Parvovirus	متعدد الأوجه	٢٦-١٨	عاري	التهاب المعدة والأمعاء
RNA مفرد	Picornavirus	متعدد الأوجه	٣٠-٢٤	عاري	شلل الاطفال
RNA مفرد	Myxovirus	حلزوني	١٢٠-٨٠	مغلف	الانفلونزا

AIDS مرض الايدز

متزامنة نقص Acquired Immune Deficiency Syndrome مختصر AIDS الأيدز أو المناعة المكتسبة وهي مرض ناجم عن إصابة الإنسان بفايروس الأيدز المعروف بنقص المناعة وهو نمط HIV (Human Immunodeficiency Virus) في الإنسان ويرمز له اختصاراً (كمادة وراثية حاملة للصفات الوراثية للفايروس RNA فريد من الفايروسات يحتوي على RNA لاستنساخ Reverse transcriptase ويحتوي على أنزيم الاستنساخ العكسي DNA) والذي بإمكانه ان ينغرز في Provirus (الذي يسمى بالفايروس الأولي DNA الى الخلايا التي يصيبها من جسم الانسان ويبقى كامناً في تلك الخلايا لفترة غير محدودة وعند تنشيط ومع بقية أجزاء الفايروس ليكون فايروسات كاملة RNA الفايروس الاولي يتحول ثانية الى تصيب خلايا أخرى.

اللمفاوية) التي تحمل مستقبلات خاصة T (خلايا T-lymphocyte خلايا HIV يصيب فايروس لهذه الفايروسات كما قد يصيب بعض منها خلايا الجهاز العصبي وبعض خلايا الدم. إن تدمير اللمفاوية وانخفاض عددها يؤدي الى اخفاق النظام المناعي في انتاج الاجسام المضادة T خلايا وعليه فان الجسم يكون في وضع خطير للغاية بسبب عدم قدرته لمواجهة المسببات المرضية بمختلف انواعها فيظهر على المريض بعد حدوث الاخفاقات في المناعة بسبب فايروس الأيدز إختلاطات مرضية عديدة قد تنجم عن إصابته حتى بأقل المايكروبات إحدائاً للمرض ، والفايروس لاينقل العدوى من المصاب به الى آخر بالملامسة التقليدية كالمصافحة مثلاً بقدر ما يُنقل من خلال الاتصال الجنسي أو نقل الدم وأبر التلقيح وسوائل الجسم الأخرى ، ويمثل الأيدز (أي المرحلة التي يكون فيها الفايروس قد أتلّف HIV المرحلة المتأخرة من الإصابة بفايروس اللمفاوية) وجعل المصاب يصارع المسببات المرضية دونما سلاح (المضادات الحيوية) T خلايا ، لذلك فإن المصابين بالأيدز يحتاجون الى عناية خاصة يصعب توفيرها في كثير من الاحيان.

Prions البرايونات Viroids الفايرويدات

Theodor كائنات دقيقة أصغر حجماً من الفايروسات أكتشفت عام ١٩٧١ من قبل ويبلغ حجمها ١/٨ من حجم أصغر الفايروسات ، وهي تتضاعف ذاتياً ومقاومة للعديد Diener من الظروف كالحرارة والمذيبات العضوية والأشعاعات فوق البنفسجية وتكون غير مغلفة صغير مفرد RNA وخالية من البروتينات وتتألف من حامض نووي Non-enveloped الشريط وتتضاعف داخل خلايا حساسة لها ، وتسبب أضرار اقتصادية كبيرة للنبات (منها مرض) ، وقد تصيب الحيوانات كالخراف أو تساهم Potato Spindle Tuber الدرنة المغزلية للبطاطا Prions في إحداث السرطان في الانسان بعد الفايرويدات بعقد من الزمن أكتشفت البرايونات وهي جسيمات مرضية بروتينية ومن مسببات الامراض العصبية للخراف ومرض جنون البقر

تمتلك حوامض نووية لها المقدرة على ان Prions والأعتلال الدماغى للانسان، ويعتقد أن تتضاعف ذاتياً وتغير من شكل البروتينات الطبيعية للحيوانات وتتلف نسيج الدماغ من خلال تكوين هيئة مطفرة من البروتينات.

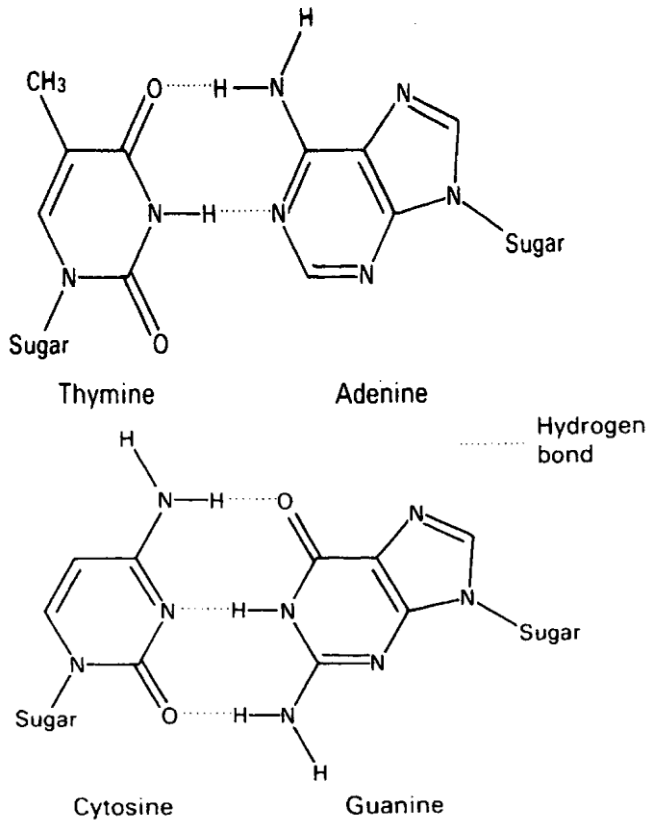
Microbial Genetics وراثه الاحياء المجهرية

الصفات والعناصر المميزة للكائنات Heredity علم الوراثة: هو العلم الذي يهتم بدراسة توارث في هذه الصفات، وف هذا المجال فأنها العلم Variation الحية والتي تخص الاختلاف والتباين الذي يعنى بدراسة وراثه الاحياء المجهرية ، وتعد البكتريا من الكائنات المميزة للدراسات الوراثة من بين الكائنات الحية المختلفة ، إذ انها صغيرة الحجم وتنمو في حيز صغير جداً وتتكاثر وتنمو عل نحو سريع بحيث يمكن انجاز العديد من التجارب في مدة زمنية قصيرة. إن التنوع الهائل في الاحياء والكائنات في الطبيعة يعود الى عاملين هما :

١. المعلومات الوراثة المميزة التي يمتلكها كل كائن والتي تختلف من كائن الى آخر على مستوى النوع Species ، وهذا يفسر عدم نشوء البكتريا إلا من البكتريا ، وعدم نشوء الفطر إلا من الفطر من النوع نفسه وهكذا....
٢. تأثير العوامل البيئية على الكائنات التي تتواجد فيها ، فالكائنات التي تنتمي الى النوع نفسه يحتمل ان تُظهر سلوكاً مختلفاً عند تعرضها الى بيئات مختلفة.

تركيب الحامض النووي

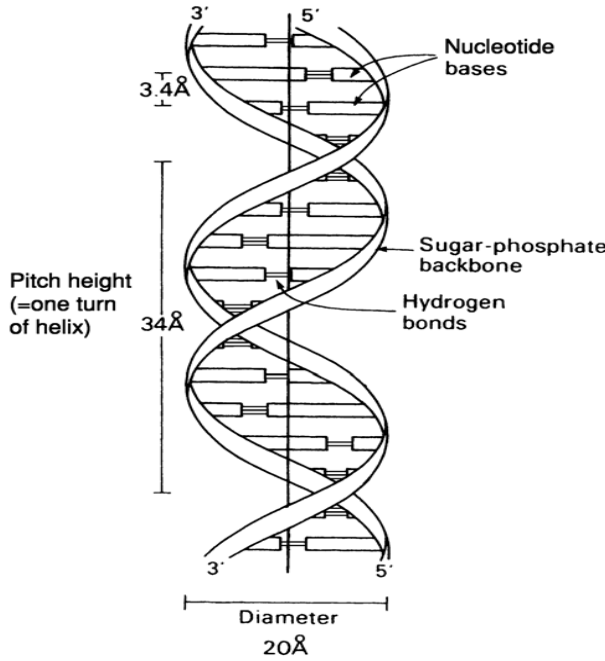
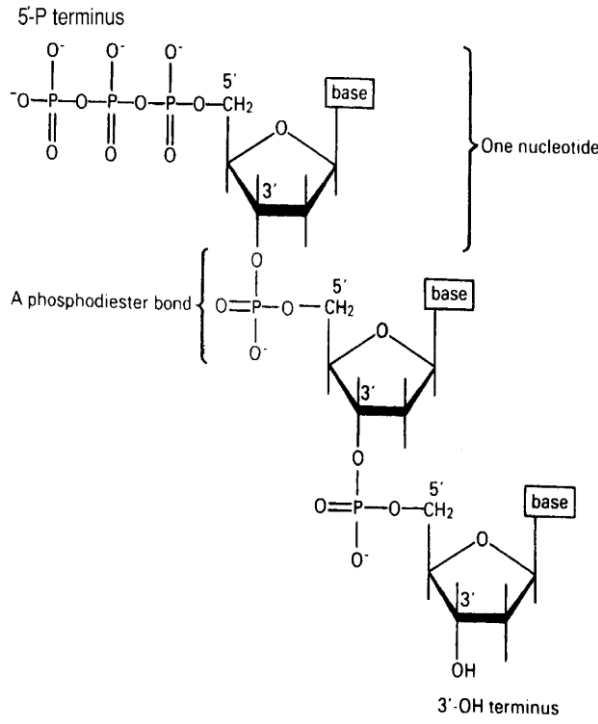
ان المادة الوراثة الاساسية في جميع الكائنات الحية(باستثناء بعض الفايروسات الحاوية على الحامض النووي منقوص Deoxyribonucleic acid (دنا باللغة العربية) DNA) هي RNA الاوكسجين ، وتتركب جزيئة الدنا الواحدة من سلسلتين طويلتين من النيوكليوتيدات ملتفتين حول ، وكل Double helix بعضهما البعض على شكل ظفيرة أو حلزون يعرف بالحلزون المزدوج تتألف من ثلاث جزيئات مميزة هي: (قاعدة نتروجينية – Nucleotides جزيئة نيوكليوتيدية سكر رايبوز منقوص الأوكسجين – مجموعة الفوسفات) وهناك اربعة أنواع من القواعد Purines النتروجينية تدخل في تركيب النيوكليوتيدات الموجودة في الدنا هي القواعد البيورينية ، والقواعد G (Guanine) والكوانين Adenine (A) الأدينين { وتشمل ، إذ { (Thymine) T) والثايمين Cytosine (C) الساييتوسين } وتشمل Pyrimidines البريميدينية دائماً أيضاً يقابله G من الشريط الاخر المقابل له دائماً ، كما ان A من شريط يقابله T ان



وهذا يعني ان النيوكليوتيدات الموجودة في تركيب الدنا على اربعة أنواع حسب القاعدة النتروجينية في النيوكليوتيد:

نيوكليوتيد = قاعدة نتروجينية + سكر الرايبوز منقوص الاوكسجين + الفوسفات

Nucleotide = Nitrogen base + Deoxyribose + Phosphate



(Å = Angstrom unit = 10^{-10} metres)

جزينة الدنا
الحلزوني المزدوج

السلسلة النيوكليوتيدية

نو الشكل DNA

ان جميع الوحدات البنائية هذه ترتبط بعضها مع البعض الآخر بنظام دقيق وترتيب محسوب لتكوين شريط الحامض النووي الدنا ، وعادة ما يتقابل شريطا الدنا مع بعضهما بواسطة اواصر لبعضها البعض كما أسلفنا Complementary هيدروجينية تنشأ بين القواعد المتقابلة والمكاملة على G تساوي كمية C ، وان كمية T تساوي كمية DNA في اية جزينة A ، ونلاحظ ان كمية ، ولذا فقد Bacterial species تختلف باختلاف البكتريا على مستوى النوع AT/GC أن نسبة استغلت هذه الصفة في تصنيف البكتريا الى انواع لأن هذه النسبة ثابتة لكل نوع، واثناء انقسام الخلية البكتيرية ينفصل شريطا الدنا عن بعضهما البعض ويتكون على كل شريط شريط آخر وهكذا ، إذ تنعزل الخلية جزئيتين من الدنا Template جديد مُتخذاً من الشريط الاصلي قالباً متشابهتين في تسلسل القواعد النروجينية إذ تنعزل كل جزئية الى خلية من الخليتين الناتجتين من

DNA ATGACCCAGCGTAGTGCGGGC

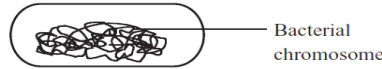
TACTGGGTGCGCATCACGCCCG

Transcription

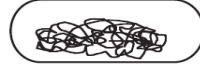
mRNA AUGACCCAGCGUAGUGCGGGC

Translation

Protein met-thr-gln-arg-ser-ala-gly- الانقسام أو الانشطار الثنائي البسيط.



DNA replicates, making a second copy of the chromosome. Origins of replication migrate to ends of cell.



Cell lengthens and new cell wall is laid down. Plasma membrane starts to grow inwards.



Septum formation is complete and daughter cells separate.



الانشطار البسيط في البكتريا DNA الاستنساخ والترجمة لقلب الدنا

تكمّن كل معلومة وراثية في جزء معين ومحدد من الدنا ذو تتابع خاص من القواعد النتروجينية ويتم ترجمة كل ثلاث قواعد نتروجينية متتالية Gene ويسمى هذا الجزء بالجين (المورثة) ومتتابعة الى حامض أميني معين وتسمى كل ثلاث قواعد نتروجينية تشفر لحامض أميني وهذا Triplate أو بالثلاثيات Code Unit أو بوحدة الشفرة Genetic Code بالشفرة الوراثية يعني ان كل جين يتألف من عدد من الشفرات ، أي ان الجين يستنسخ اولاً الى ما يعرف (وهو نسخة من أحد الجينات في أحد شريطي الدنا والذي يتم m= messenger mRNA) في الرايبوسومات الحاوية في tRNA ترجمته الى البروتين أو الأنزيم المطلوب بمساهمة . ويوضح الجدول الاتي الشفرات الوراثية للحوامض الامينية: tRNA تركيبها على

UUU	phe	UCU	ser	UAU	tyr	UGU	cys
UUC	phe	UCC	ser	UAC	tyr	UGC	cys
UUA	leu	UCA	ser	UAA	STOP	UGA	STOP
UUG	leu	UCG	ser	UAG	STOP	UGG	trp
CUU	leu	CCU	pro	CAU	his	CGU	arg
CUC	leu	CCC	pro	CAC	his	CGC	arg
CUA	leu	CCA	pro	CAA	gln	CGA	arg
CUG	leu	CCG	pro	CAG	gln	CGG	arg
AUU	ile	ACU	thr	AAU	asn	AGU	ser
AUC	ile	ACC	thr	AAC	asn	AGC	ser
AUA	ile	ACA	thr	AAA	lys	AGA	arg
AUG	met	ACG	thr	AAG	lys	AGG	arg
GUU	val	GCU	ala	GAU	asp	GGU	gly
GUC	val	GCC	ala	GAC	asp	GGC	gly
GUA	val	GCA	ala	GAA	glu	GGA	gly
GUG	val	GCG	ala	GAG	glu	GGG	gly

في النقاط الآتية: DNA وبأنواعه الثلاث عن الدنا RNA يختلف الحامض النووي

- ان RNA يحتوي على سكر الرايبوز Ribose بدلاً من سكر Deoxyribose في الدنا
- يحتوي RNA على القاعدة النتروجينية اليوراسيل (U) Uracil بدلاً من الثايمين Thymine في الدنا

أنواع RNA

1. mRNA (messenger RNA) ويمثل نسخة مستنسخة من احد الجينات التركيبية في الدنا.
2. rRNA (ribosomal RNA) وهو من الحوامض النووية التركيبية يدخل في تركيب الرايبوسومات (راجع موضوع الرايبوسومات) ويقوم بتنظيم الشفرات الوراثية مع ما يقابلها من الشفرات المضادة Anticodon ما بين mRNA و tRNA .
3. tRNA (transfer RNA) ويقوم بنقل الاحماض الامينية الحرة الى الرايبوسومات لربطها مع بعضها البعض حسب تسلسل يحدده تسلسل الشفرات على mRNA لتكوين جزيئة بروتينية ذو وظيفة معينة داخل الخلية.

Mutations الطفرات الوراثية

أن أي تغيير في تتابع القواعد النتروجينية في الدنا يمكن تسميتها بالطفرة بغض النظر عن للكائن أو بقاءه كامناً فيما Phenotype انعكاس هذا التغيير على الخواص الظاهرية أو المظهرية من الخواص أو الصفات ، وتحدث الطفرات Genotype يطلق عليه بالنمط الوراثي للكائن الوراثية أما بفعل العوامل الفيزيائية كالأشعاع مثلاً أو باستعمال عوامل كيميائية مثل وحامض النتروز وغيرها 5-bromouracil و Hydroxylating agents

Induced ان الطفرات الناتجة عن العوامل الفيزيائية أو الكيميائية تدعى بالطفرات المستحثة ، غير ان الطفرات قد تحدث بصورة ذاتية في جميع الكائنات الحية بما في ذلك Mutations الاحياء المجهرية وان كان ذلك بصورة واطئة وبمعدلات أو تردد بطئ للغاية ومثل هذه الطفرات ناجمة عن أخطاء تحدث أثناء تضاعف جزيئة الدنا عند انقسام الخلية والطفرات الذاتية تسمى Spontaneous Mutations وتؤدي الطفرات الوراثية الى:

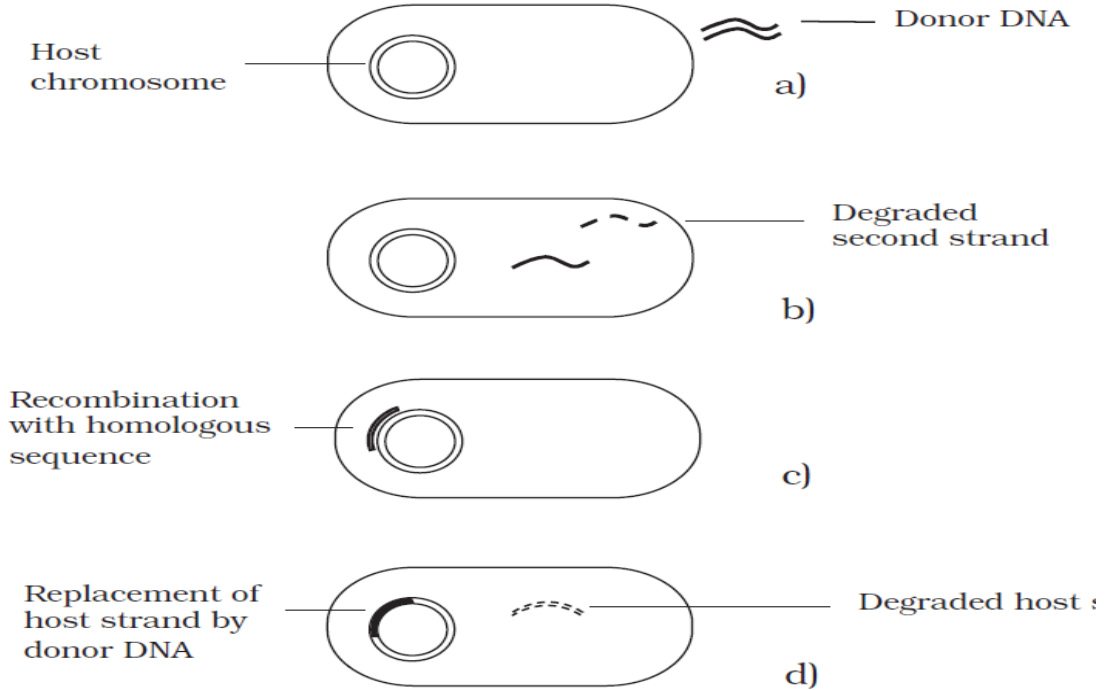
- ❖ مقاومة البكتريا للمضادات الحيوية والعناصر الثقيلة والمطهرات.
- ❖ فقدان البكتريا لقدرتها على تكوين المحفظة (الكبسولة) أو الأسواط أو الحساسية للعائيات.
- ❖ إضعاف احد عوامل الطراوة في البكتريا.

Genetic Exchange تبادل المعلومات الوراثية

تتبادل الكائنات الحية في الطبيعة المعلومات الوراثية فيما بينها ولاسيما الأحياء المجهرية ومنها البكتيريا بأساليب وطرائق مختلفة وهي:

التحول Transformation

تتحلل الأحياء المجهرية بعد موتها ومن المكونات الخلوية المهمة التي تتعرض الى التحلل هي ، إذ يتجزأ الى قطع صغيرة وان هذه القطع الصغيرة يحتمل ان تنتقل DNA الحامض النووي الى خلية بكتيرية من النوع الذي تحللت منه ونشأت عنه هذه القطع الصغيرة من الدنا ، وحال دخول أي قطعة صغيرة من الدنا هذه الى داخل خلية بكتيرية تندمج مع دنا الخلية وتصبح جزءاً منها وبذلك تمنح الخلية صفة أو مجموعة من الصفات الوراثية المحمولة عليها مثلما يُعبر عن أي صفة أخرى محمولة على الدنا (الكروموسوم) الخلوي ، ويتراوح عدد الصفات الوراثية المحمولة على القطع التي تدخل الخلايا البكتيرية من 10-50 صفة أو جيناً ولوحظت هذه الظاهرة في عدد ، وان اكتساب صفة تكوين الكبسولة من قبل بعض *Niesseria* و *Bacillus* هائل من بكتيريا وتحولها الى البكتيريا الضارية يتحقق *Streptococcus pneumonia* بكتيريا ذات الرئة بهذه الطريقة.



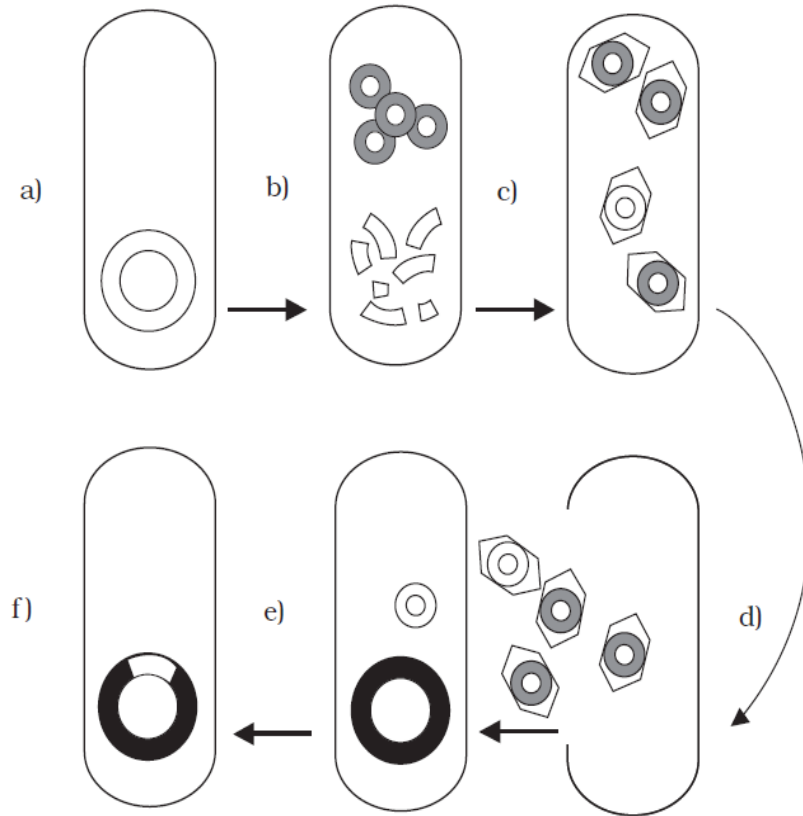
التحول Transformation

التنبيغ Transduction

عبارة عن انتقال جزء من الدنا من بكتيريا الى أخرى بواسطة العاثية البكتيرية عند دورة حياة الفاج أو تضاعف الفاج Maturation ، ففي مرحلة النضج Bacteriophage في البكتيريا التي تصيبها ، هناك احتمال ان يعبأ رأس العاثي بقطعة من الدنا البكتيري (الذي يتحلل الى قطع صغيرة حال إصابة البكتيريا بالفاج) بدلاً من الحامض النووي الخاص بالفاج ، وعند تحرر هذا الفاج فإنه يحمل معه هذه القطعة وفي عملية التضاعف اللاحق، إصابة خلية بكتيريا جديدة بهذا الفاج ، فأن الفاج سوف ينقل الى البكتيريا القطعة التي يحملها من الدنا وتندمج البكتيريا ، وبذا تكون البكتيريا قد اكتسبت DNA هذه القطعة مع الدنا البكتيري وتصبح جزءاً من صفة أو مجموعة من الصفات الجديدة ، وليس بالضرورة ان تكون القطعة المنقولة من الدنا جزءاً من الدنا البكتيريا فقد تكون جزءاً من البلازميد ولاسيما البلازميدات المقاومة للمضادات الحيوية

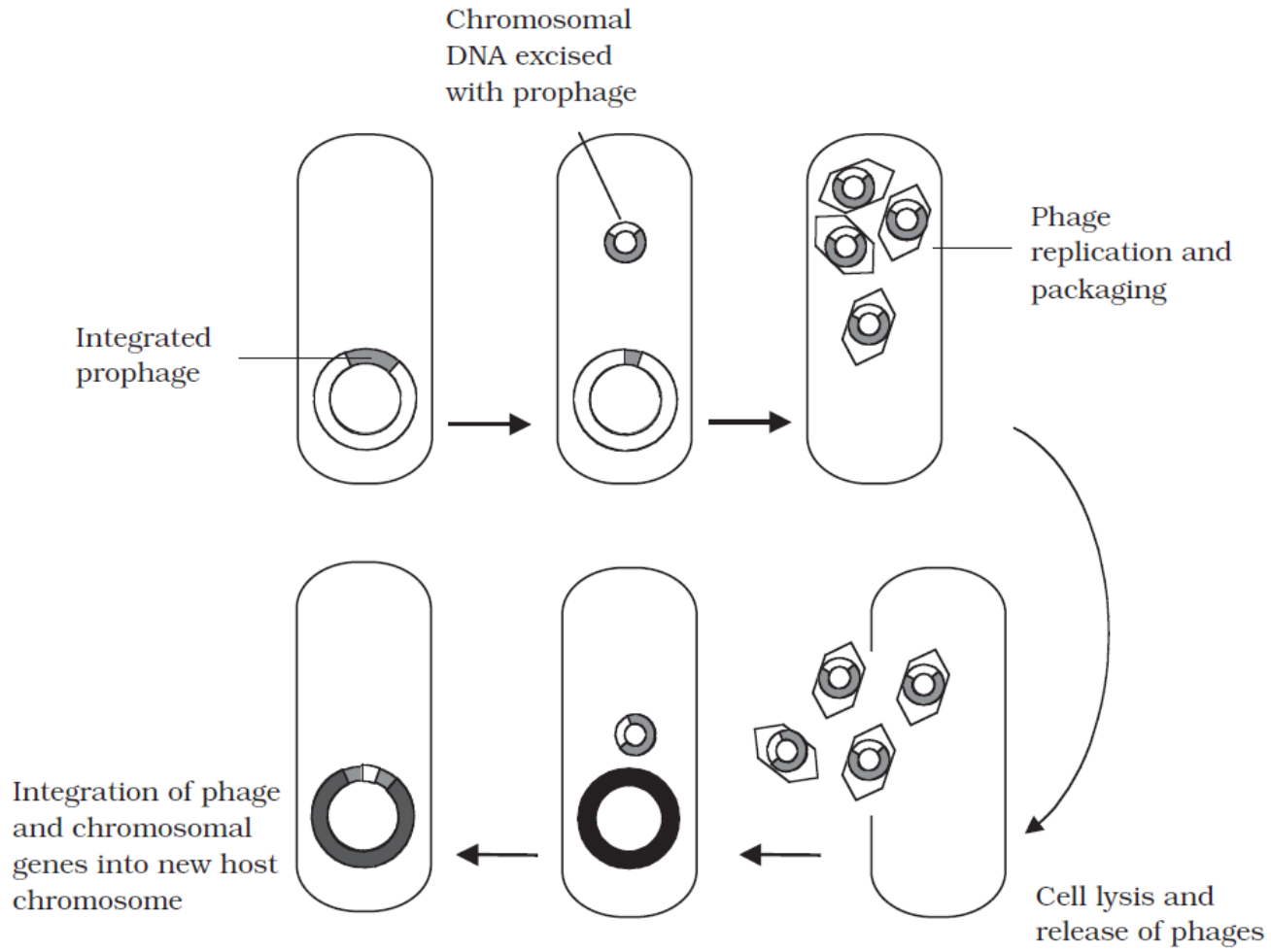
التي اكتسبت صفة *Stahylococcus aureus* كما يحدث في بكتريا Resistant Plasmids المقاومة للبنسلين بهذه الطريقة وهناك نوعين من التنبيغ:

1-DNA - التنبيغ العام: ويحدث خلال الدورة الانحلالية للعائثي حيث تعبئ قطعة عشوائية من المضيف وعندما يصيب الفاج (العائثي) خلية أخرى ترتبط القطعة المأخوذة في كروموسوم الخلية المضيفة الجديدة



Lytic cycle التنبيغ العام ويحدث خلال الدورة الانحلالية

2-Lysogenic cycle - التنبيغ الخاص: ويحدث خلال الدورة التحلالية الكروموسوم البكتيري مع الفاج الاولي ويحدث تضاعف للفاج عند تحلل الخلية وتنتقل الفاجات وحينما تهاجم هذه الفاجات خلية أخرى فأنها ترتبط هذه القطعة مع الكروموسوم البكتيري للمضيف لتكون كروموسوم جديد.

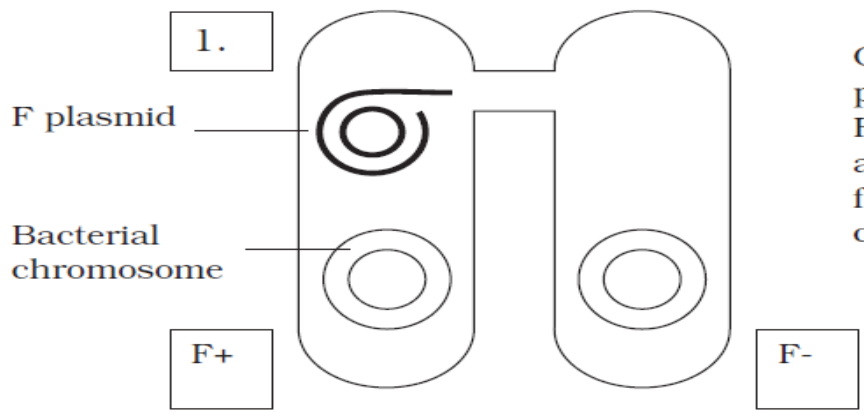


التنبيغ الخاص ويحدث خلال الدورة التحليلية Lysogenic cycle

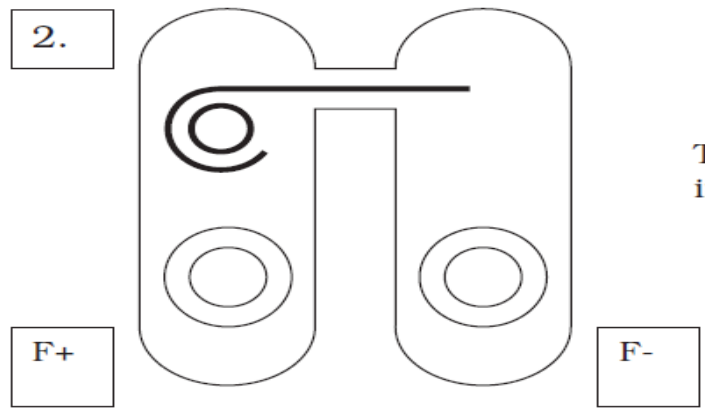
■ الاقتران Conjugation

لاحتوائها على عامل أو Donor وهي عملية اقتران خليتين من البكتيريا تسمى أحدهما الواهبة الذي يحمل صفة تكوين الشعيرة الصغيرة Fertility (sex) factor or plasmid بلازميد الخصوبة (، أما الخلية البكتيرية الثانية والتي تساهم في الاقتران فتدعى F^+ ويرمز لها Sex pili الجنسية) ، وعند انتقال F^- وتكون خالية من بلازميد الخصوبة وترمز لها Recipient بالخلية المستلمة) ، وشهدت هذه الظاهرة في بكتيريا F^+ البلازميد تصبح كلا الخليتين من نوع (وبقيّة *E. coli*) وغيرها. *Vibrio* و *Pseudomonas* وبكتيريا *Enterobacteriaceae* أنواع

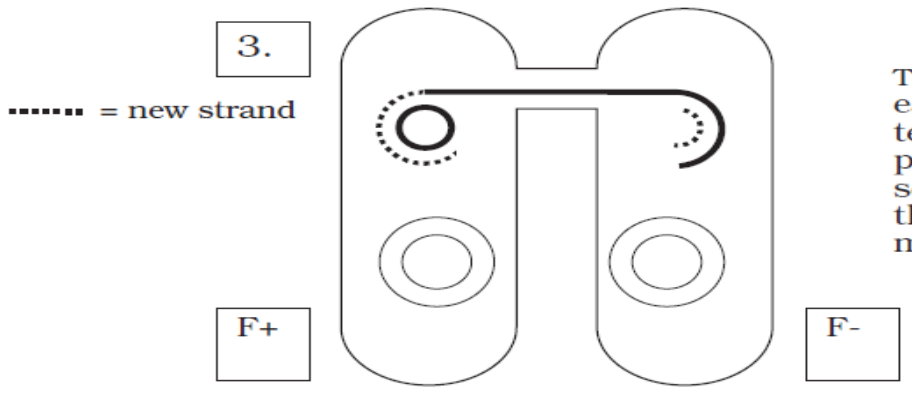
لكائن حي آخر (من نفس DNA يذكر ان مادة وراثية لأي كائن حي ترتبط مع قطعة من النوع او من نوع آخر) بأحدى الآليات الثلاث أنفة الذكر (التحول والتنبيغ والاقتران) بشكل ذو توليفة DNA أي Recombinant DNA طبيعي أو عبر طرائق مختبرية مقصودة تسمى Recombinant جديدة (المعاد التكوين) والخلية الحاوية على مادة وراثية من هذا النوع تسمى خلية ذات توليفة وراثية جديدة ، وان تكوين اتحادات أو توليفات وراثية جديدة من هذا cell النوع وما بين الكائنات الحية المتباعدة وراثياً يشكل أساس علم جديد هو علم الهندسة الوراثية.



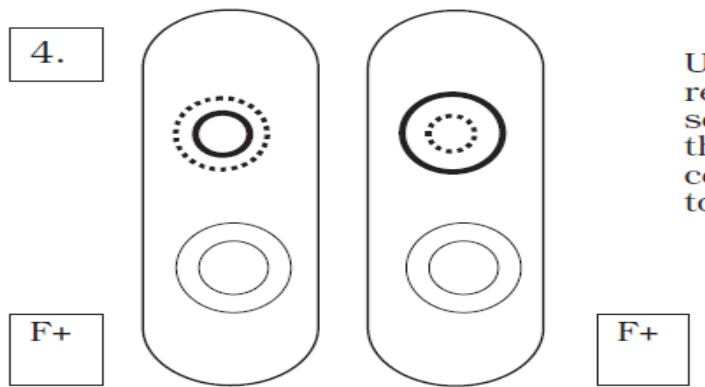
One strand of the plasmid DNA in the F+ cell is nicked, and passes 5' end first into the conjugation tube.



Transfer continues into the F- cell.



The single strand in each cell acts as a template for the production of a second strand by the 'rolling circle' mechanism



Upon completion of replication, the cells separate. By gaining the F plasmid, the F- cell has been converted to F+.

(F⁻) والخلية المستلمة (F⁺) الاقتران بين الخلية الواهبة)