الاحياء المجهرية

ا.م.د. جاسم فتحي علي
ا.م.د. محمد عبدالله محمود
ا.م.د. محمد عرفات محمد

البكتريا Bacteria

كائنات حية بدائية النواة واسعة الانتشار Bacterium ومفردها Bacteria البكتريا

مكونة بذلك كتلة بيولوجية تتعدى كل 10^{30} في الطبيعة يقدر عدد البكتيريا في الأرض بحوالي ٥× الحيوانات والنباتات

عدد البكتريا في الغرام الواحد من التربة بحوالي ٣٠٠ × ١٠٦ بكتريا

المليلتر الواحد من الحليب على حوالي ٥٠ الف بكتريا

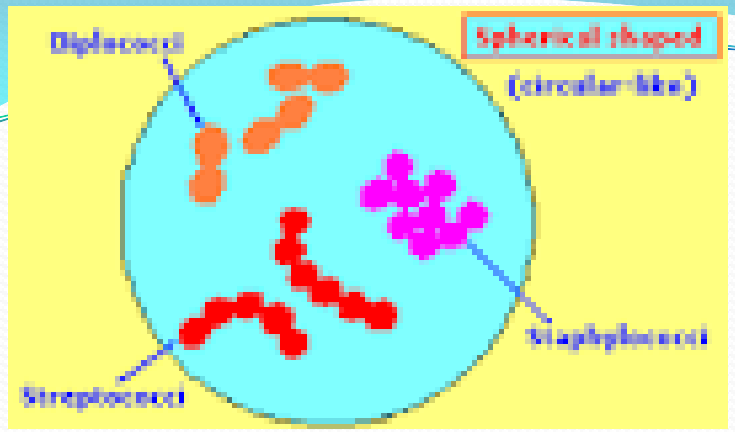
الماء الصالح للشرب مكروبيولوجيا ما يقارب ١-١٠٠ خلية بكتيرية لكل مليلتر

الاماكن التي تخلو من البكتريا هي:

*دم الانسان السليم *الانسجة الداخلية للحيوانات السليمة *فوهات البراكين

*السوائل والمواد المعقمة

تتراوح ابعاد البكتريا ما بين ٠.٦ – ١ مايكرو ميتر طولا و ٠.٥ – ٢ مايكرو ميتر عرضا . باستثناء بعض انواع البكتريا الحلزونية التي قد يصل طولها الى حوالي ٥٠٠ ميكروميتر طولا (مثل بكتريا *Epulopiscium fishelsoni*, العصوية التي يصل ابعادها الى ٨٠ مايكرون عرضا و٢٠٠ –٦٠٠ مايكرون طولا وبكتريا الحلزونية ١٠٠ و ٧٥٠ مايكرون) *Thiomargarita namibiensis*

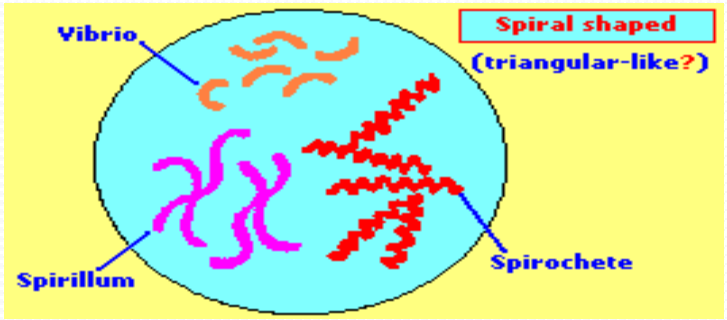


Spherical Bacteria البكتريا الكروية:

تظهر تحت coccus ومفردها cocci وهي كروية المجهر بتجمعات مختلفة اعتمادا على مستويات انقسامها فقد تكون زوجية (ثنائية) او رباعية او على شكل سلسلة او عنقودية التجمع

Rod shaped Bacteria البكتريا العصوية

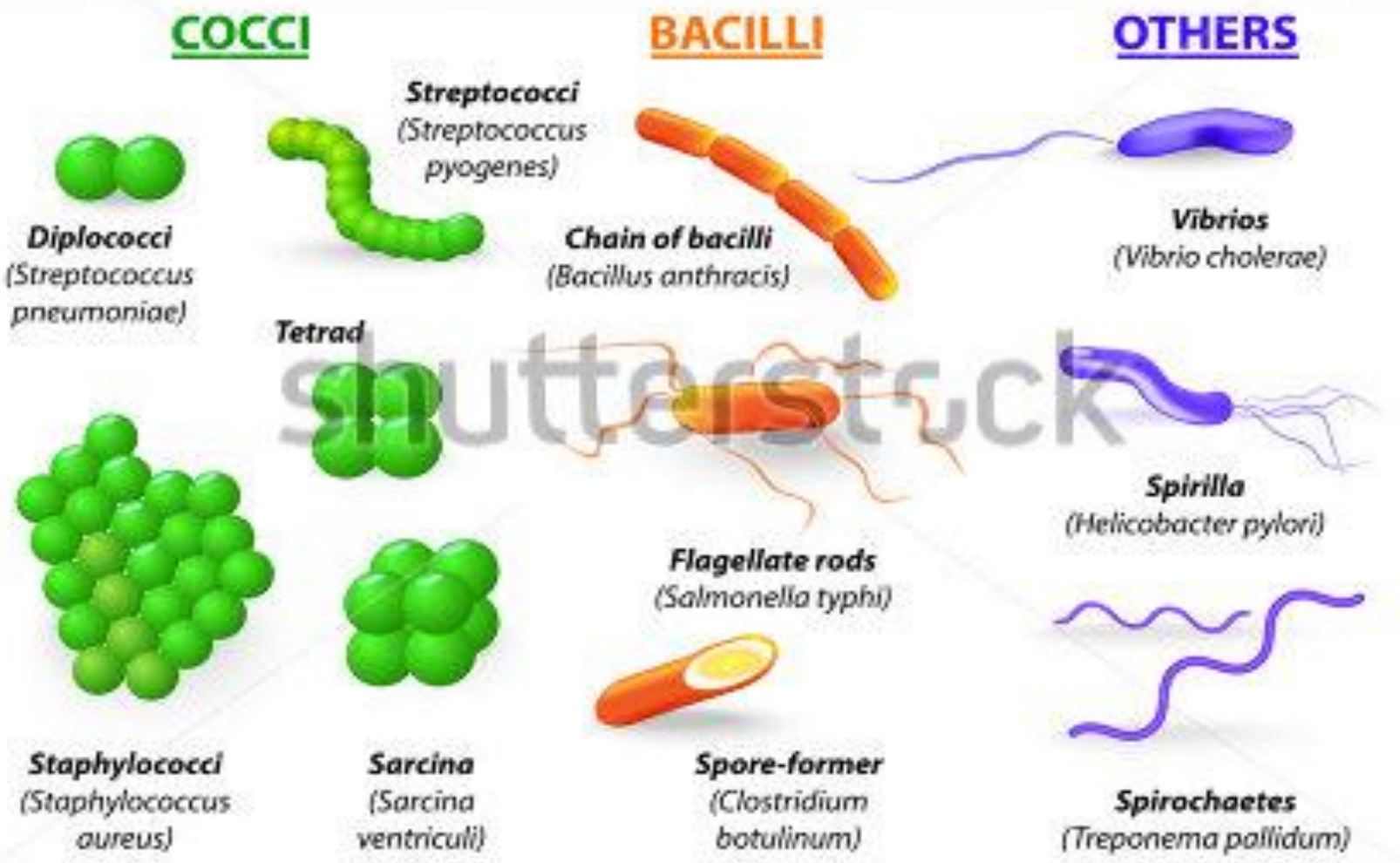
وهي تسمية تطلق Bacillus ومفردها Bacilliوتسمى على مجموعة تصنيفية تعرف على مستوى الجنس بـ Bacillus



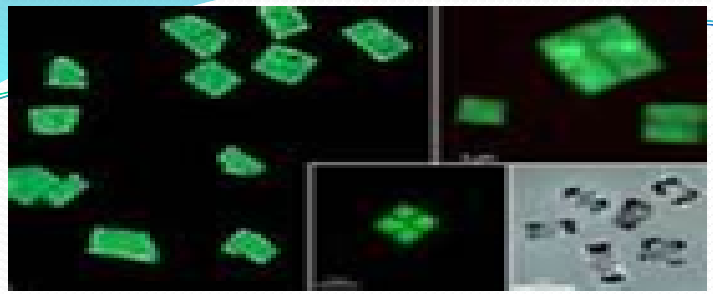
Spiral shaped Bacteria البكتريا الحلزونية :

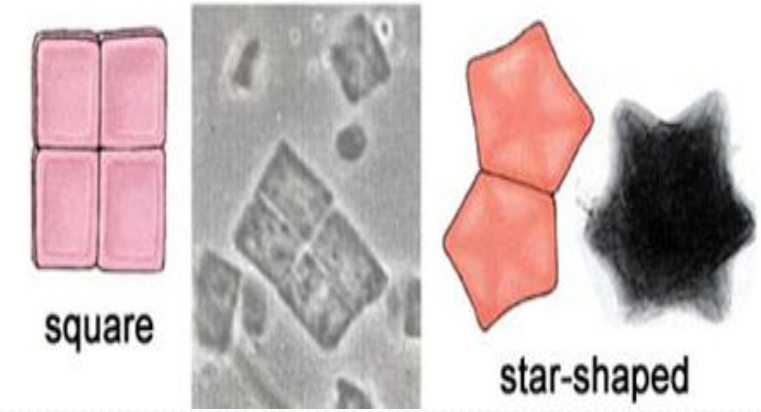
وهي مجموعة من البكتريا التي تتخذ اشكالا حلزونية صلبة او مرنة وحسب النوع وهي بسبب اشكالها هذه تتميز بحركتها اللولبية

SHAPES OF BACTERIA



www.shutterstock.com · 162012344





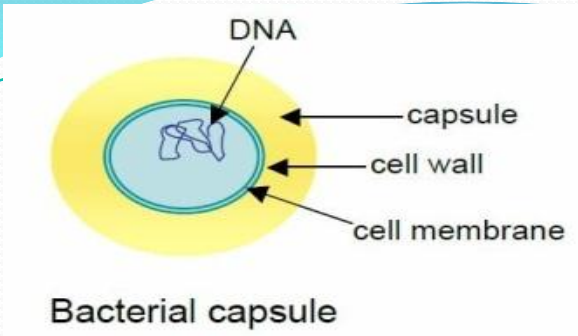
Square bacteriaالبكتريا مربعة الشكل وهي من الاشكال الغريبة في عالم علم الاحياء Walsbyالدقيقة اكتشفت عام ١٩٨١ على يد على سواحل البحر الاحمر . وهي من الكائنات ويعتقد انها من halophilicالمحبة للملوحة Archaebacteriaمجموعة البكتريا القديمة

Pleomorphism:ظاهرة تعدد الاشكال

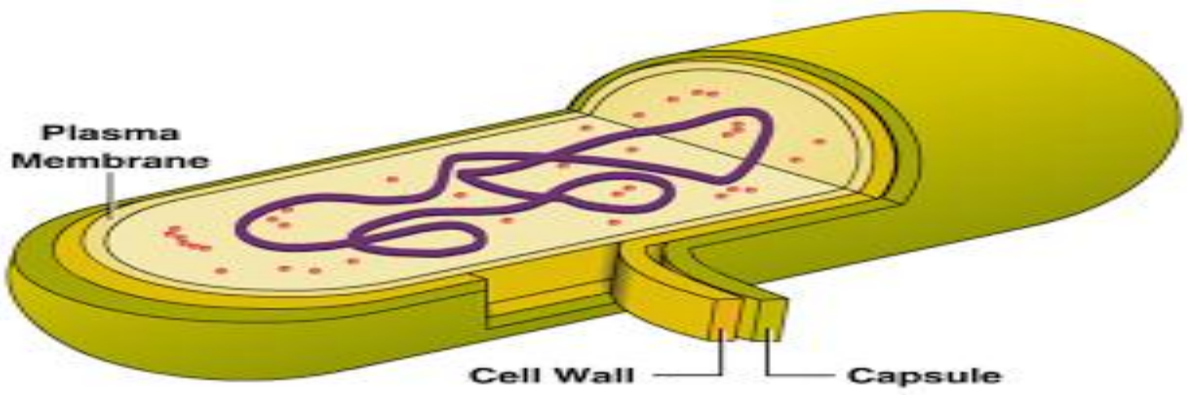
تتخذ بعض انواع البكتريا ولاسيما العصوية تحت ظروف بيئية وجراء ما يطرأ عليها من تغيرات على مستوى الايض وبناء الجدار ، اشكالا واحجاما استثنائية غير مألوفة ، اذ تستطيل بعض الخلايا ، او تنتفخ او تتحول الى خيوطا رفيعة. وتساعد بعض المثبطات في بيئة النمو او شحة بعض المغذيات على اتخاذ البكتريا العصوية مثل هذه الاشكال غير المألوفة

(المحفظة) Capsuleالكبسولة

تركيب هلامي رخو يحيط ببعض انواع البكتريا ولا تتكون الا في بيئة معينة ، تمنح الكبسولة للبكتريا ، وبالتالي للمستعمرات البكتيرية في الاوساط المختبرية قواما لزجا رطبا Colonies وهي غير اساسية



Bacterial capsule



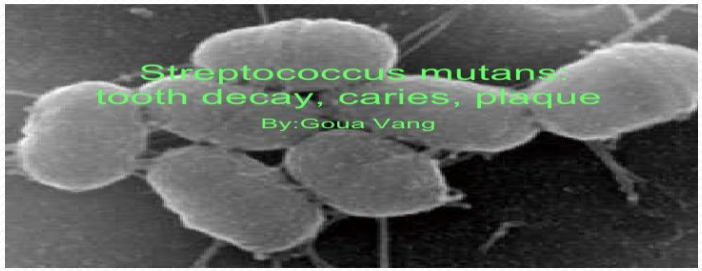
أهمية الكبسولة

1. تشكل غطاءا واقيا للبكتريا تجاه المؤثرات الخارجية.
2. تزيد من امراضية البكتريا المرضية.
3. تعتبر مصدرا او مخزونا غذائيا تستعين به البكتريا عند نفاذ المواد الغذائية في محيطها. لذلك توصف الكبسولة احيانا انها مخزن غذائي خارجي.

تتكون الكبسولة في معظم البكتريا المكونة لها (عدا *Bacillus anthracis* بكتريا) من سكريات متعددة Polysaccharides مثل السيليلوز و الدكستران و الليفان

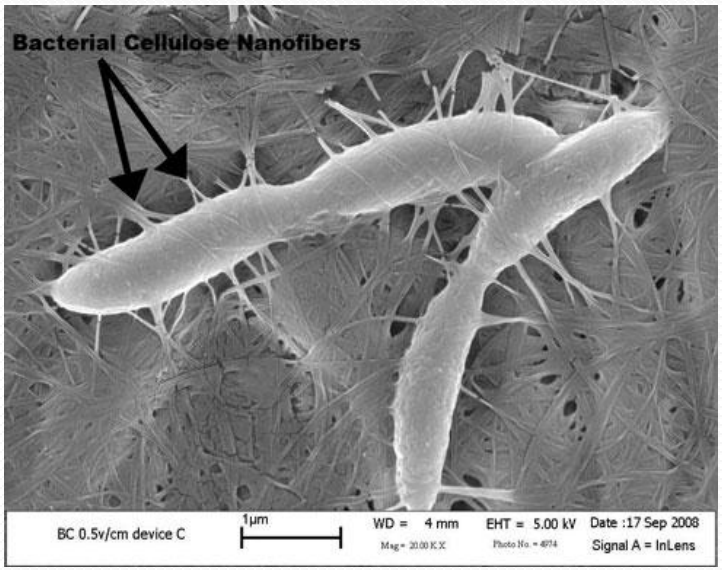
أمثلة للبكتريا اتي تمتلك كبسولة:

Streptococcus mutans : بكتريا* المسببة لنخر الاسنان تتراكم بكتل كبيرة على سطوح الاسنان وتستغل البكتريا السكريات المتبقية بين الاسنان لتكوين الكبسولة.



Acetobacter xylinum: بكتريا*

وهي من البكتريا المستخدمة في صناعة الخل الى جانب *Acetobacter aceti* بكتريا والتي تكون طبقة هلامية في سطوح السوائل المعدة لصناعة الخل. تسمى هذه الطبقة احيانا بأم الخل ويذكر ان البكتريا الحاوية على الكبسولة تمتلك تخصصا مناعيا اعتمادا على التركيب الكيميائي للكبسولة. وتستخدم هذه الخاصية في التفريق بين مجاميع النوع الواحد من البكتريا . فمثلا هناك ما يقارب ٧٥ نمطا مناعيا



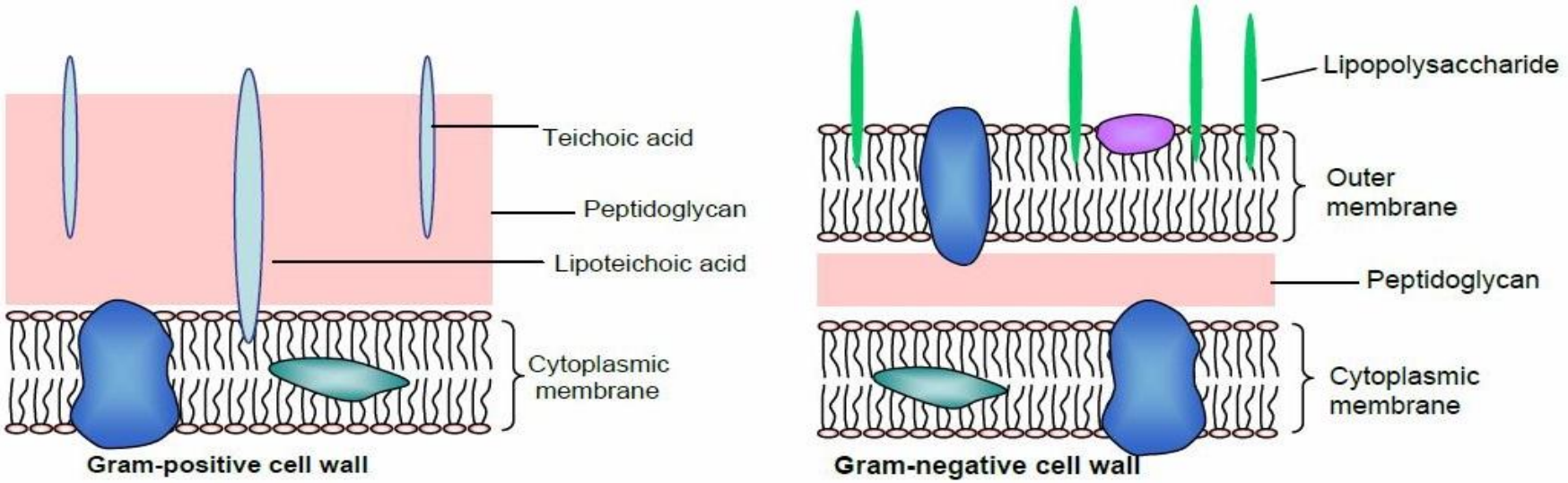
المسببة لذات الرئة. *Streptococcus pneumonia* من بكتريا

الجدار الخلويCELL WALL

أهميته:

1. يتألف الجدار الخلوي من مكونات فريدة من نوعها ليس لها مثيل في الطبيعة وله دور مهم في الحفاظ على الضغط الازموزي والسيطرة على نقل المواد الغذائية وحماية الخلية من الانفجار وله دور في الانقسام.
2. تسبب مكونات الجدار الخلوي سيما جدار البكتريا السالبة لصبغة كرام عند تحللها داخل الجسم اعراضا مرضية نتيجة احتواءه على مكونات سمية (Lipid A.)
3. يمثل موقعا لعمل بعض المضادات الحيوية Antibiotic.
4. وجود اختلاف في تركيب الجدار الخلوي للبكتريا هو الذي يميز البكتريا في الاستجابة لصبغة كرام .

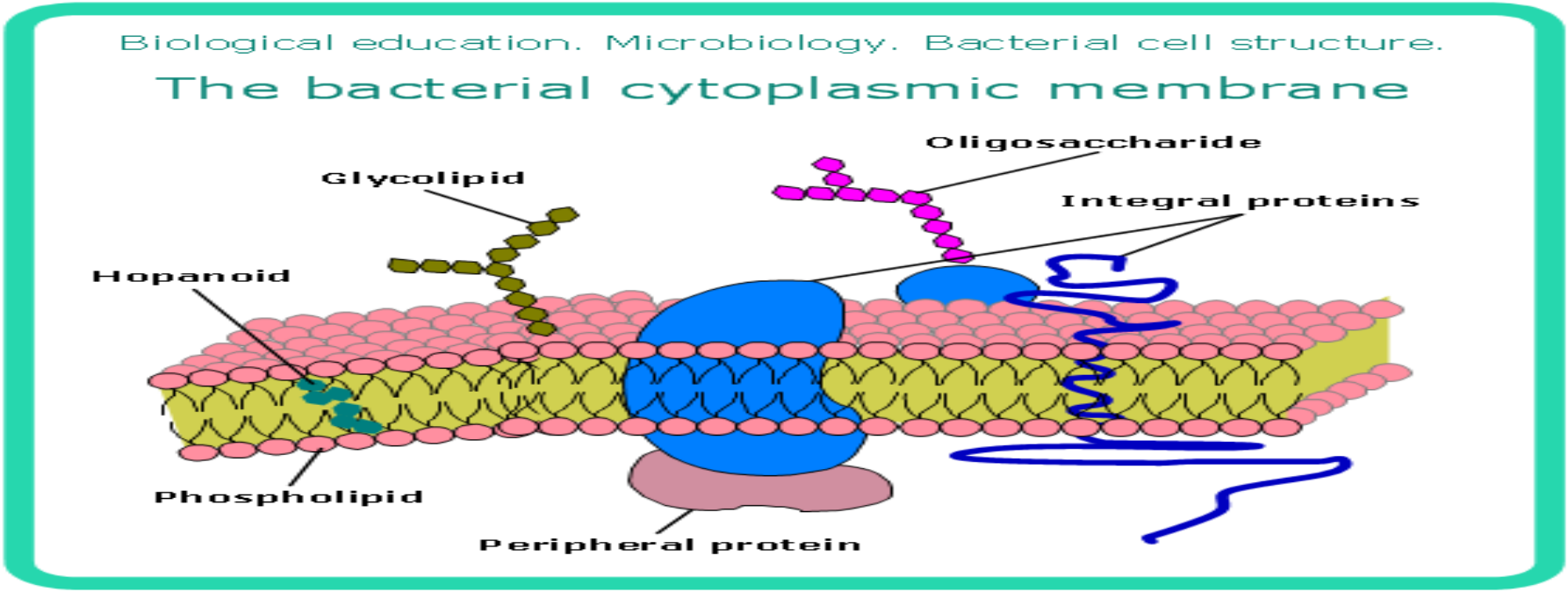
يمثل الجدار الخلوي الطبقة المحصورة بين الغشاء البلازمي والمحفظة ويتكون من الببتيدوكلايكان في البكتريا الموجبة لصبغة كرام ، أما في البكتريا السالبة Teichoic acid واحماض التكويك Peptidoglycan لصبغة كرام فانه يتكون من الببتيدوكلايكان وبروتينات دهنية وطبقة من السكريات المتعددة الدهنية.



Cytoplasmic member الغشاء السايتوبلازمي

من أهم وظائف الغشاء السايتوبلازمي:

1. Selective Permeability. النفاذية الاختيارية وانتقال المواد الغذائية
2. Electron Transport and Oxidation Phosphorylation انتقال الالكترونات والفسفرة التأكسدية
3. Extraction of hydrolytic Enzymes أفراز الانزيمات المحللة
4. Biosynthetic Function الوظائف التخليقية
5 Chemotactic حتوي على أجهزة الانجذاب الكيمياوي

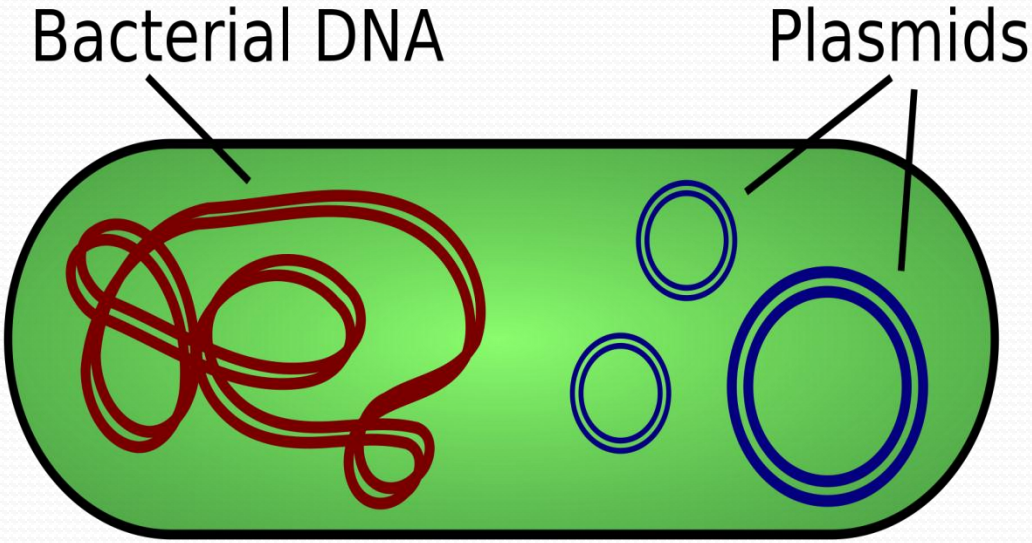


Nuclear material (Nucleoid)المادة النووية

وهي شريط مزدوج دائري حلقي وهي تمثل الكروموسوم DNAتتألف المدة النووية في بدائية النواة من البكتيري ويكون عددها في بدائية النواة مثل البكتريا كروموسوما واحدا.

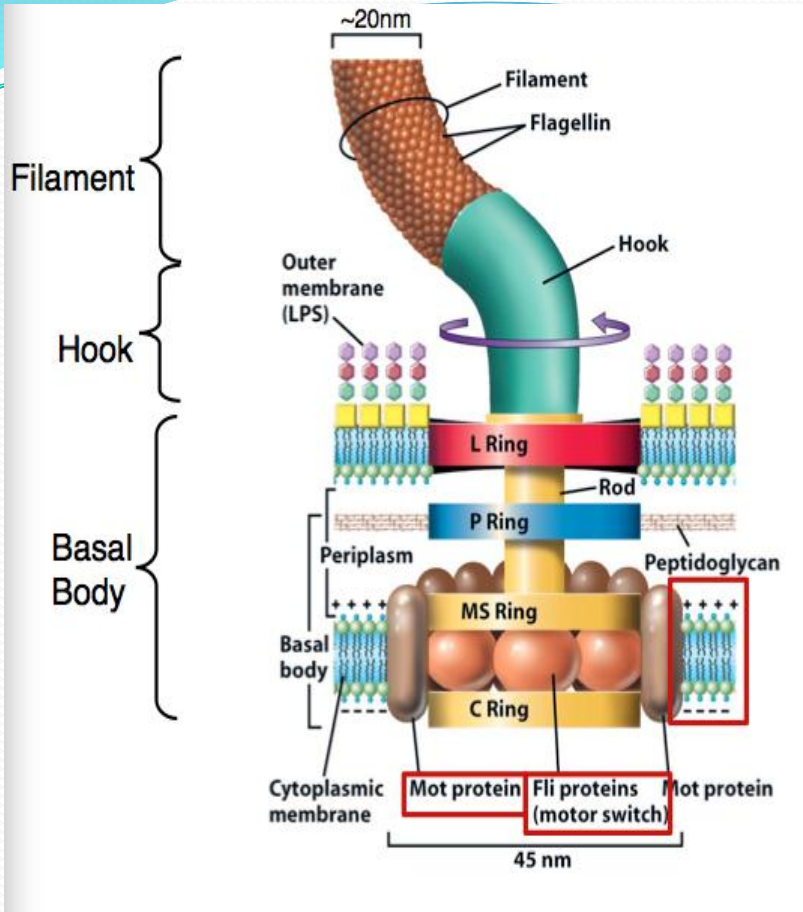
Plasmidsالبلازميدات

DNAمن الممكن ان تحتوي البكتريا اضافة للكروموسوم البكتيري على واحد او اكثر من جزيئات دائرية حلقية صغيرة الحجم والوزن الجزيئي تحتوي على معلومات وراثية خاصة ومحددة مساعدة للمعلومات الوراثية الاساسية الموجودة على الكروموسوم البكتيري وتشمل هذه القابلية على التزاوج بين البكتريا ومقاومة بعض المضادات الحيوية وتحملها للمعادن السامة وتفقد البكتريا هذه الصفات بمجرد اقصاء البلازميد الخاص بصفة معينة من الخلية اي انها صفات غير ثابته كالتي في الكروموسوم البكتيري.



Flagellaالاسواط

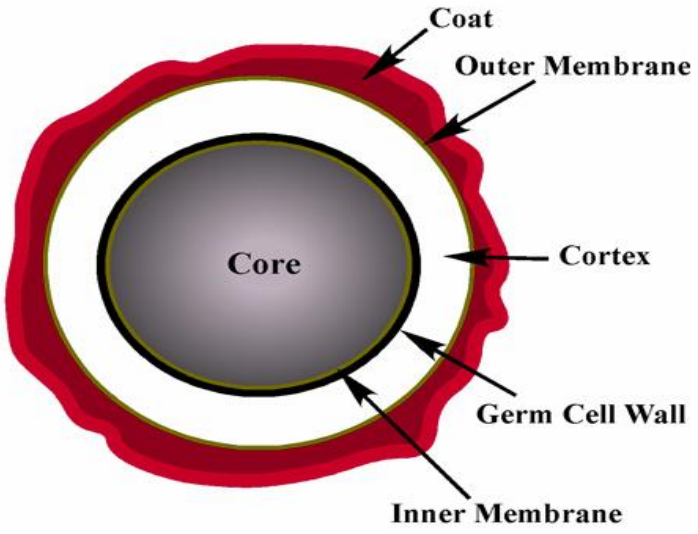
وتعد من التراكيب الخارجية Flagellumمفردها الظاهرية مكونة من خيوط بروتينية (بروتين الفلاجين وزنه الجزيئي ٤٠٠٠ دالتون) يبلغ طولها Flagin اضعاف طول البكتريا نفسها والاسواط هي واسطة الحركة للبكتريا التي تملكها ويمكن رؤية الاسواط تحت المجهر باستخدام صبغة الفوكسين القاعدي وحامض التانيك.



يتألف السوط البكتيري من ثلاثة أجزاء :

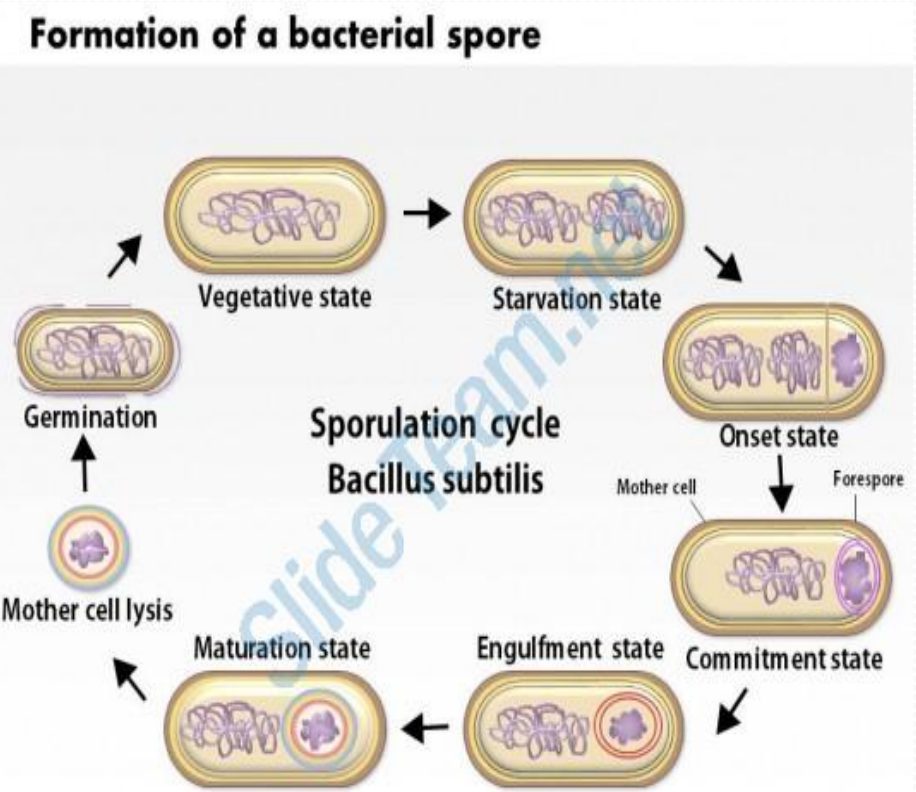
1. هو الجزء الظاهري الممتد من الخلية Filamentالخيط خارجا ويكون اسطواني مجوف يتألف من ثلاثة خيوط رفيعة ملتفة مع بعضها البعض.
2. هو الجزء الذي يربط الخيط بالجسم Hookالخطاف القاعدي.

٣Basal body–الجسم القاعدي يثبت السوط بالغشاء البلازمي مارا بالجدار الخلوي ومكوناته المختلفة ، يشمل الجسم القاعدي حلقتين يرتبطان بالغشاء السايتوبلازمي في البكتريا الموجبة لصبغة كرام ، اما بالنسبة للبكتريا السالبة لصبغة كرام فهناك حلقات اضافية ترتبط بالغشاء الخارجي وفي منطقة الببتيدوكلايكان



Spores الابواغ

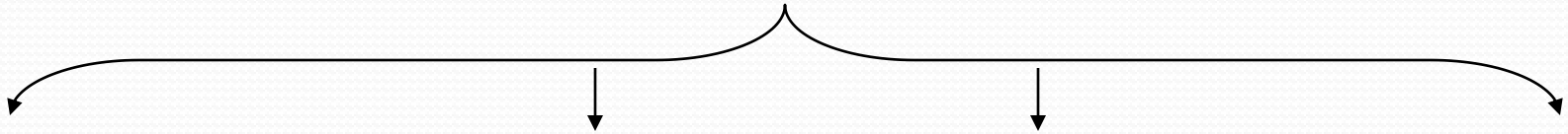
تراكيب تكونها انواع من البكتريا الموجبة لصبغة كرام والعصوية في الغالب . توصف السبورات على انها نمط خلوي استثنائي يتكون داخل الخلية البكتيرية عند نموها في ظروف Endosporeدون الظروف المثلى وتدعى الابواغ الداخلية بخلاف الابواغ التي تكونها الاحياء الدقيقة الاخرى كالفطريات والتي تكون خارج الخلايا الخضرية لذا تدعى الابواغ Fungi ولا تعد الابواغ البكتيرية وسيلة للتكاثر Exosporeالخارجية لأنها تكون خلية خضرية واحده لكل سبور ولكنها تعد وسيلة لحفظ النوع .



مراحل تكوين البوغ الداخلي:

1. تحول DNAفي الغشاء انبعاج الى خيوط وحدوث Fore sporeالخلوي لتكوين البوغ الاولي
2. تكون طبقات تغطي البوغ الاولي تسمى قشرة البوغ تغطيها طبقات اخرى تدعى Spore cortex
3. وقد تضاف طبقة اخرى في بعض Spore coat الانواع تدعى Exosporium.
4. تحلل الخلية الام وانطلاق البوغ الحر Free spore

تقسيم البكتريا حسب درجة الحرارة



Psychrophilic bacteria

*تنمو على درجات الحرارة المنخفضة

(-٥الى ٣٥ °م)

*تنقسم الى:

محبة للحرارة المنخفضة اجبارية

(-٥ اقل من ٢٠ °م)

ومحبة للحرارة المنخفضة اختيارية

Psychrotolerant

(٢٥- ٣٠ °م)

توجد هذه المجموعة في المياه العميقة والتربة الباردة والاغذية المحفوظة بدرجات حرارة منخفضه وتؤدي دورا في التأكل الحياتي وتستطيع حماية نفسها من الحرارة المنخفضة بزيادة كمية الحوامض الدهنية غير المشبعة في اغشيتها.

Mesophilic bacteria

(١٠ الى 50 °م)

الغالبية العظمى من الاحياءالدقيقة تقع ضمنها

Thermophilic bacteria

(٤٠ الى ٨٠ °م)

ExtremeThermophilicbacteria

اكثر من ٨٠ °م

مصطلحات مستخدمة للتعبير عن مقاومة الميكروب للحرارة:

Thermal death pointدرجة الحرارة القاتلة

اقل درجة بعد العظمى يقتل عندها الميكروب اذا ما تعرض لها لمدة عشر دقائق على ان يكون الميكروب ناميا في مزرعة عمرها ٢٤ ساعة

Death timeالموت

هو الوقت بالدقيقة اللازم لقتل كل الميكروبات التابعة لنوع ما والموجود فى حجم معين عند درجة حرارة معينة

Normal Growth curveمنحنى النمو الطبيعي

اذا لقحت البكتريا مفردة في وسط زرعي مناسب وحضنت تحت ظروف مناسبة فان الخلية تظهر نمو وفق منحنى النمو الطبيعي الذي يتألف من اربعة اطوار هي:

1. طور الركود(التأقلم)Lag phase

في هذا الطور لا تزداد اعداد البكتريا وانما تبقى ثابته وهذا لا يعني ان الخلايا في هذا الطور تكون في حالة سبات وانما تتهيأ للنمو وتخليق الاحماض النووية وتصنيع الانزيمات والمرافقات الانزيمية Coenzymes التي تستخدمها الخلية في عملية الانقسام وبمعنى اخر فانه الطور الذي تتأقلم فيه الخلية مع الوسط وتهيأ فيه نفسها للانقسام ولا يرافقه زيادة في عدد الخلايا (لاحظ منحنى النمو)

1. طور النمو اللوغاريتمي او الاسي Exponential or Log phase

يزداد في هذا الطور عدد الخلايا زيادة اسية وبمعدل عال ، تحدث هذه الزيادة تحت الظروف المثالية من درجة وتوفر المغذيات اخرى وتكون جميع الخلايا في هذا الطور متماثلة من حيث التركيب والفعالية الحيوية وعليه يمكن حساب زمن الجيل وعدد الاجيال.

1. طور النمو الثابت Stationary phase

يتباطأ فيه معدل التكاثر أذ لا تحصل زيادة في معدل النمو ويعزى ذلك للأسباب التالية:

- قرب نفاذ او استهلاك المغذيات في الوسط
- احتمال انتاج مواد ايضية سامة نتيجة للنمو كالمضادات الحيوية والحوامض العضوية وغيرها
- توقف عملية الانقسام نتيجة للسببين السابقين.
- يكون معدل النمو مساو لمعدل الهلاك (لاحظ الشكل).

Decline or Death phaseطور الموت او الانحدار

في هذا الطور يكون معدل موت الخلايا اعلى من معدل النمو والانقسام ويعزى ذلك الى :

- نفاذ العناصر الغذائية الاساسية من الوسط
- تراكم النواتج الايضية السامة المثبطة للنمو بشكل كبير

يتناقص عدد الخلايا في هذا الطور بمعدل لوغاريتمي وهو عكس الطور الاسي وفي نهاية هذا الطور يقل معدل الخلايا نتيجة لما يلي :

- قلة اعداد الخلايا المتبقية مما يجعل المغذيات المتبقية في الوسط تكفي لاستمرار نموها.
- تصبح الخلايا الميتة في الوسط مصدرا غذائيا جديدا للخلايا الحية اذ ان بعض الاجناس تموت ببطيء بحيث يمكن للخلايا الحية ان تستمر لعدة اشهر او ربما سنوات.

يستفاد من دراسة اطوار النمو في :

- معرفة افضل الظروف الملائمة للتنمية وقياس زمن الجيل الاسرع وفقا لذلك.
- دراسة الخلايا المتشابهة من النواحي الفسلجية والتشريحية والتركيبية.
- معرفة الظروف لإنتاج المواد الايضية مثل الحوامض العضوية والمضادات الحياتية والسموم وغيرها وفي اي طور من الاطوار.
- محاولة فهم بقاء الاحياء الدقيقة في طور الركود Log phase لأطول فترة باستخدام طرق الحفظ.