مبادئ احياء مجهرية

كلية الزراعة والغابات قسم علوم الاغذية المرحلة الثانية

تعريف علم الاحياء المجهرية :-MICROBIOLOGY هو احد علوم الحياة يهتم بدراسة الكائنات الحية الصغيرة جدا التي لايمكن رؤيتها بالعين المجردة وهي تشمل البكتريا والفطريات والطحالب والابتدائيات والبروتوزوا والركتسيا والفايروسات حيث يهتم هذا العلم بهذه الكائنات من حيث الحجم والشكل والحركة والتركيب وتصنيفها وطريقة تكاثرها فضلا عن علاقة هذه الكائنات بعضها ببعض وعلاقتها بكل من الانسان والحيوان والنبات وقابليتها على احداث تغيرات فيزيائية وكيميائية في المحيط الذي تعيش فيه فكلمة Micro تعني دقيقة الحجم وكلمة **Biology** تعني علم الأحياء.

موقع الاحياء المجهرية في عالم الكائنات الحية :-

تم تصنيف الكائنات الحية في مملكتين هما :

المملكة الحيوانية : وتشمل كل الكائنات الحية التي تشابه الحيوانات .

المملكة النباتية: وتشمل كل الكائنات الحية التي تشابه النباتات .

وللبعض الاخر صفات مشابهة للحيوانات والنباتات في الوقت نفسه فضلا عن الفيروسات التي يصنفها البعض كائنات حية بينما يصنفها البعض الاخر بكائنات غير حية وبما ان هذه الكائنات لا تقع طبيعيا ضمن المملكة النباتية او الحيوانية فقد اقترحت مملكة ثالثة جديدة لتضم الكائنات التي هي ليست نباتات او حيوانات من قبل العالم الالماني Haeckel عام 1866 م وسميت مملكة الاوليات (البروتيستا Protista) وهي تضم جيع الكائنات الحية الاحادية الخلية حيث تقسم الى قسمين هما:

بدائية النواة : Procaryotic وفيها لا تحاط المادة النووية بغشاء نووي ومن الامثلة عليها خلية البكتريا التي يتراوح حجمها من 1-2مايكروميتر وانها تحتوي على كروموسوم واحد دائري وتكون خالية من اجسام كولجي ومن المايتوكوندريا اما الجدار الخلوي فيها فيتكون من ببتيدوكلايكان.

حقيقية النواة :Eucaryotic وفيها تكون النواة واضحة ومحاطة بغشاء نووي ومن الامثلة عليها الطحالب والفطريات والبروتوزوا التي تكون اكبر حجما من البكتريا والتي تحتوي على المايتوكوندريا واجسام كولجي او البلاستيدات الخضراء وانها تحتوي على اكثر من كروموسوم وان جدارها الخلوي يكون خاليا من الببتيدوكلايكان.

علم التصنيف

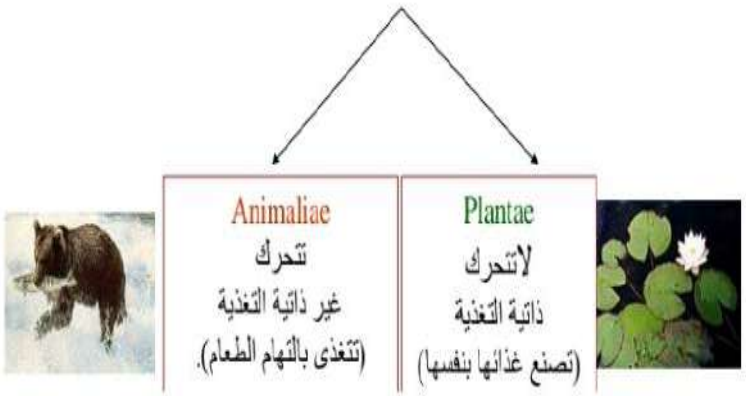
- هو العلم الذى يعتني بتسمية ووصف وتصنيف الكائنات الحية
- (Naming- describing and classifying)

- يمكن تصنيف الكائنات الحية الى :مملكة – شعبة – طائفة – رتبة - عائلة – جنس – نوع.
- Kingdom- Phylum- Class- Order-Family- Genus-Species
- **نظام التسمية الثنائية Binomial system nomenclature**
- **يعتبر العالم السويدى كارلوس لينياس (1707 -1778) Carolus Linnaeus**
- أول من وضع نظام التسمية الثنائية Binomial system nomenclature والذى ينص على ان كل كائن حي يطلق عليه اسما ثنائيا مكونا علي النحو التالي:
- اسم الجنس Genus name ويبدا دائما بـ Capital letter
- اسم النوع Species name ويبدا دائما بـ Small letter
- يكتبان بحروف مائلة أو يوضع خطا تحتهما.
- مثال

الأنسان Homo sapiens *Homo sapiens*

أشهر النظم التصنفية

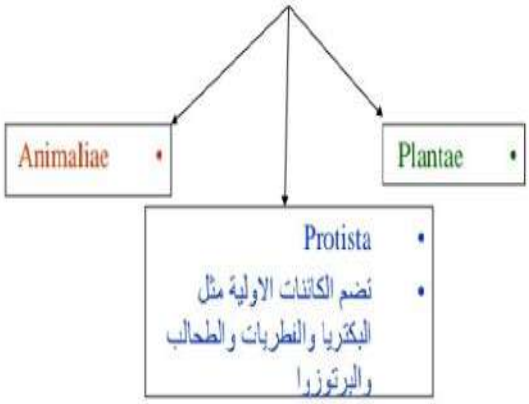
- ١ـ نظام المملكتين **Two kingdoms system of classification**
- قسمت الكائنات الى مملكتين:



- نظام الثلاث ممالك

(Haeckel's system) Three kingdoms system of classification

- وضعه العالم الألمانى Ernest Haeckel (1866)



- *بعد اختراع الميكرسكوب الألكترونى قسمت الكائنات الحية الى الكائنات أولية النواة و الكائنات حقيقية النواة

الكائنات حقيقية النواة Eukaryote	الكائنات أولية النواة Prokaryote
١. -تحتوى على أنوية حقيقية ٢. تحتوى على غشاء نووى ٣. يوجد DNA في النواة ٤. الخيوط الكروماتينية تعمل كروموسومات ٥. تحتوى على ميتوكوندريا وغيرها من العضيات ٦. التكاثر جنسى ولاجنسى	١. لاتحتوى على أنوية حقيقية ٢. لاتحتوى على غشاء نووى ٣. يوجد DNA في السيتوبلازم ٤. DNAيعمل كروموسوم واحد ٥. لاتحتوى على ميتوكوندريا وغيرها من العضيات ٦. التكاثربالأنشطار والتكاثر الجنسى نادر

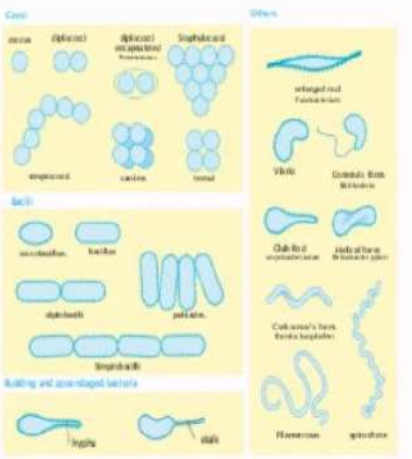
حجم البكتريا cell size

- البكتريا ذات حجم صغير جدا لاترى بالعين المجردة وتقاس ابعادها بالميكرون ($\mu m = 10^{-6}$ m)
- يتراوح طول البكتريا من(١-٥ µm) وعرضها بين (0.2-0.5 µm)
- حجم البكتريا اكبر مائة مرة من الفيروس واصغر عشر مرات من الخلية الحقيقية النواة
- تقاس ابعاد بعض البكتريا بالنانومتر وتسمى .(0.1 µm in diamter) Nanobacteria

ماالميزة فى كون البكتريا صغيرة جدا فى الحجم:

١. معدل خروج ودخول المواد الغذائية والمواد الاخراجية تكون اسرع فى الكائنات صغيرة الحجم مما يعجل من العمليات الايضية والنمو
٢. الكائنات ذات الحجم الصغير يكون سطحها اكبر منه فى حالة الكائنات الكبيرة الحجم، وبالتالى فان كبر النسبة بين السطح والحجم (S/V) يؤثر على نشاط وايض الخلية
٣. معدل الايض يتناسب عكسيا مع مربع حجم الخلية ,(metabolic rate a 1/size2)

الشكل الحلزونى Spirals



Curved rods or spiral-shaped bacteria, divided into:

الشكل الواوى Vibrion(Comma Shape)

تاخذ الخلية شكل الواو(الخلية بها انحناء واحد)، تتحرك بسوط واحد قطبى

ex: *Vibrio cholera*

الشكل البريمى Spirillum (Cork-screw shape)

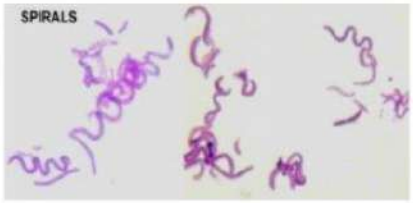
تاخذ الخلية شكل البريمة (الخلية بها عدة انحناءات) تتحرك بمجموعة اسواط تقع على كلا قطبى الخلية

ex: *Spirillum minus*

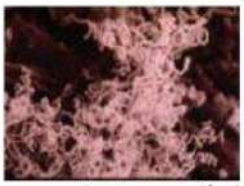
البكتريا المنحنية Spirochaete

جدارها مرن منحنية الشكل مثل باقى البكتريا الحلزونية تتحرك حركة ملتوية بدون اسواط

ex: *Treponema pallidum*



البكتريا الخيطية Actinomycetes•



- Filamentous formsهى بكتريا ذات اشكال خيطية
- تشبة الفطريات الطحلبية فى تكوين ميسليوم خيطى متفرع مكون من هيفات رفيعة طويلة وغير مقسمة بجدر عرضية اى عبارة عن مدمج خلوى.

تم وضعها تبعا للبكتريا لما ياتى:

- قطر الهيفات مساوى لقطر الخلية البكترية (يبلغ قطرها ١.٥ ميكرون فى حين ان قطر هيفات الفطر =٥ ميكرون)

١. تركيب الجدار الخلوى يحتوى على (Peptidoglycan +N-acetyl muramic acid)
مشابه لتركيب جدار الخلية البكترية وليس Chitinكالخلية الفطرية.

٣. خلاياها بدائية النواة. ليس بها غشاء نووى و لا ميتوكوندريا.

٤. تركيب الاسواط مشابه لتركيب اسواط البكتريا.

٥. تكون جراثيم داخلية مثل البكتريا.

٦. تعيش فى التربة ويرجح اليها الرائحة المميزة المنبثقة من التربة الرطبة.

٧. تنتج اغلب المضادات الحيوية.

٨. بعضها يسبب امراض للانسان والحيوان والنبات.

٤- الرباعيات Tetrad

تنقسم الخلايا فى محورين متعامدين مكونة تجمعا رباعيا

ex: *Micrococcus tetragenia*

٥- تجمعات كروية فى مكعبات Packets of eights or cubes

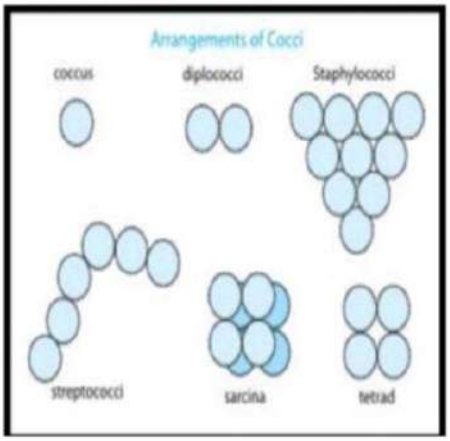
تنقسم الخلية فى محورين متعامدين وتستمر ملتصقة ثم تنقسم مرة اخرى فى محورين متعامدين مكونة شكل المكعب

ex: *Sarcina lutea*

٦- تجمعات كروية فى عناقيد Staphylococci (grape like clusters)

هنا تنقسم الخلية فى عدة محاور مختلفة وتكون شكل عنقود العنب

ex: *Staphylococcus aureus*



البكتريا العصوية Bacilli

- Cylindrical in morphology called rod –shaped bacteria
- Bacilli جمعها Bacillus اسمه العلمى
  - قد تكون عصوية قصيرة short rods مثل جنس (*Escherichia, Pseudomonas*)
  - او عصويات طويلة Long rods مثل جنس (*Bacillus*)
  - قد يكون طرفها مستويا او مستديرا
  - تظل بعض البكتريا العصوية ملتصقة ببعضها البعض التصاقا وثيقا ومكونة لسلسلة تظهر بشكل Trichome

- **types of arrangement :**
  - **Monobacillus**
    ex: *Salmonella typhi*
  - **Diplobacilli**
    ex: *Clostridium tetani*
  - **Streptobacilli**
    ex: *Bacillus anthracis*

Shape of bacteria شكل البكتريا

- للبكتريا شكل مميز بسبب وجود الغشاء الخارجى الصلب المحيط بها .
- توجد البكتريا منفردة singular او فى تجمعات مع احتفاظ كل خلية باستقلاليتها التامة.
- الخلايا المحاطة بطبقة هلامية كاملة النمو او بغلاف تميل للالتصاق ببعضها البعض، اما الخلايا رقيقة الغشاء تميل ان تبقى منفردة

الشكل الكروى Cocci

- Cocci (singular: coccus)،
- غالبا يكون طولها مساوى لعرضها
- the Latin *coccinus* (scarlet) and the Greek (*kokkos*) مستقة من الكلمة الاتينية
- تسمى البكتريا ذات الشكل المستدير بـ Spherical وذات الشكل غير كامل الاستدارة بـ oval
- بعضها ياخذ شكل العصيات المكورة Coccobacilli مثل *Moraxella*، واخرين ياخذوا الشكل الكلوى مثل *Neisseria*
- تقسم تبع التجمعات الى Types of arrangement

1- منفردة Monococcus :

ex: ***Micrococcus***

٢- تتجمع فى ازواج Pairs or Diplococci

(هنا يتم انقسام الخلية الكروية الى اثنين مع استمرار التصاقهما، قد يكون مكان الالتصاق مفلطح او به بعض)الاستطالة

ex: ***Diplococcus pneumonia***

٣- تتجمع فى سلسلة او سبحة Streptococci (bead-like chains)

تنقسم الخلية على محور واحد مع استمرار الانقسام فى نفس المحور وتبقى متصلة مكونة سلسلة او سبحة

ex: ***Streptococcus lactis***

•التراكيب الخارجية

External structures•

•1-Capsule العلبة

- تحاط بعض الخلايا البكترية بطبقة لزجة Slime layer او هلامية Viscus تسمى الكبسولة Capsule يختلف سمكها تبعا لنوع البكتريا
- تتكون العلبة فى معظم الانواع من Polysaccharides وقد تتكون من polypeptides, phospholipids.
- يختلف شكل وحجم وتركيب العلبة باختلاف النوع والجنس البكترى وايضا باختلاف الظروف البيئية
- **يؤثر وجود او غياب العلبة على شكل المزرعة سواء فى البيئة السائلة او الصلبة:**

١. البكتريا المكونة للعلبة تكون ذات شكل مخاطي ولامع تسمى Mucoid colony على البيئة الصلبة، كما تكون معلقة فى الوسط الغذائى السائل

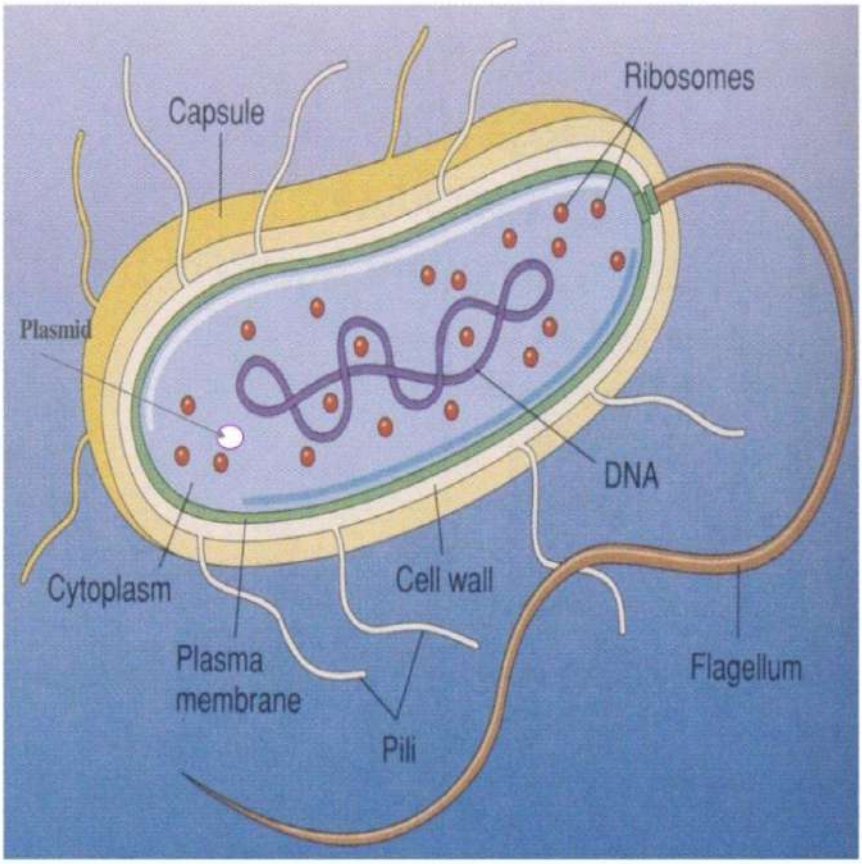
٢. البكتريا التى لاتكون علبة تكون ذات مظهر خشن وغير لامع تسمى Rough colony على البيئة الصلبة وتكون مراسبة او تظل على السطح

- **وظيفة الغلاف:**

١. تزيد من الحدة المرضية للبكتريا الممرضة (اى قدرتها على احداث المرض Virulence) (وذلك بمقاومة التاثير الالتقامى وهجوم كريات الدم البيضاء؟)

٢. حماية الخلية البكترية من الظروف البيئية السيئة وذلك بالحد من التاثير المدمر لسرعة اكتساب الخلايا وفقدها للماء

٣. تساعد البكتريا على الالتصاق بالاجسام مثل البكتريا المسببة لتسوس الاسنان



•Structure of bacterial cell

External structures

(Variant components or Non-Essential components)

1. Capsule or Slime layer العلبة
2. Cell wall الجدار الخلوى
3. Flagella الاسواط
4. Pili الاهداب

Internal structures

(Non-variant components or Essential components)

1. Cytoplasmic membrane الغشاء البلازمى
2. Cytoplasm السيتوبلازم
3. Ribosome الريبوسوم
4. Mesosome الميزوسوم
5. Stored materials المواد المخزنة
6. Genetic material المادة النووية

•ظاهرة تعدد الاشكال Pleomorphism

•ظاهرة تعدد الاشكال Pleomorphism

- تاخذ الخلايا البكترية حديثة العمر النشطة شكل مميز ثابت عند زراعتها فى بيئة وظروف بيئية مناسبة

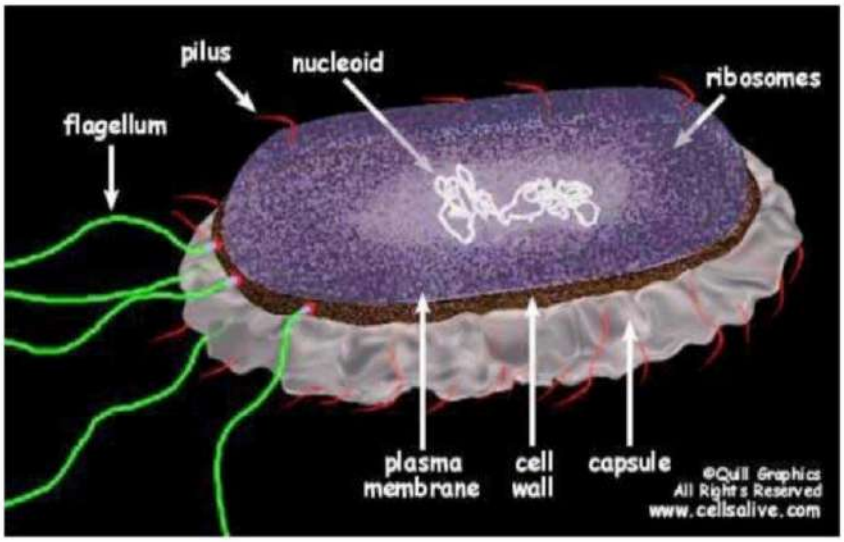
- عند تغير الظروف البيئية تاخذ خلايا البكتريا شكلا اخر غير منتظم
- لذا لوصف الشكل الظاهرى لاى نوع من البكتريا يجب زراعتها لمدة اقل من اربع وعشرون ساعة تحت ظروف بيئية مناسبة وثابتة وذلك لان المزارع حديثة العمر تحتفظ بثبات شكلها وصفاتها عن البكتريا المسنة
- **مثال:** ***Arthrobacter globiformis***

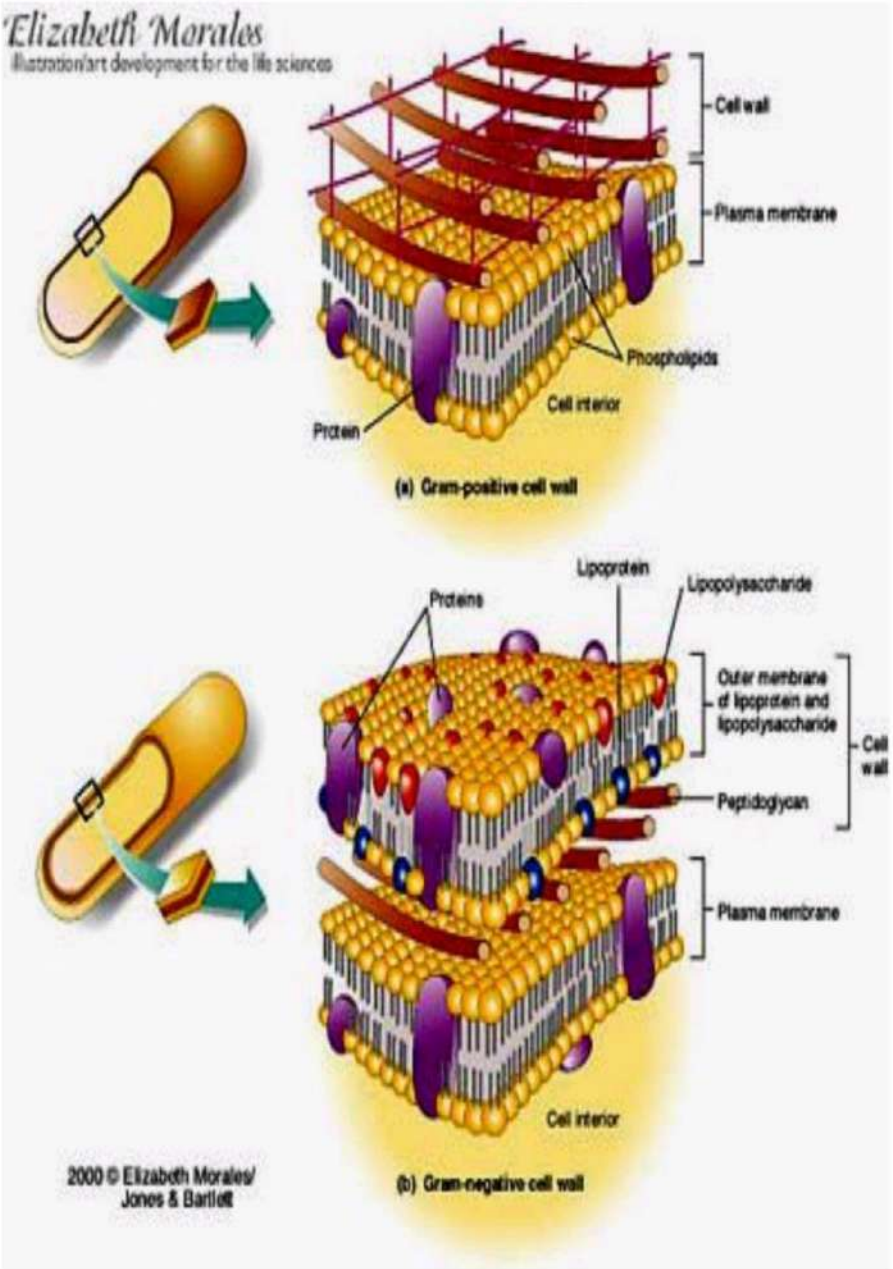
فى البيئة المناسبة تكون عصوية الشكل، فى الظروف البيئية الصعبة مثل نفاذ المواد الغذائية اوتعرضها لظروف بيئة صعبة فانها تاخذ اشكالا اخرى غير منتظمة

مثال اخر : ***Rhizobium spp***

تتغير اشكالها اثناء مرورها بمرحلة معينة من مراحل حياتها (اثناء وجودها فى العقد البكترية) اى هذا التغير فى الشكل هو صفة وراثية ، تاخذ شكل T, Y, L, X shape بدلا من الشكل العصوى

•Structure and function of bacterial cell




Elizabeth Morales
Illustration/art development for the life sciences
Cell wall
Plasma membrane
Phospholipids
Cell interior
Protein
(a) Gram-positive cell wall
Lipoprotein
Lipopolysaccharide
Proteins
Outer membrane of lipoprotein and lipopolysaccharide
Cell wall
Peptidoglycan
Plasma membrane
Cell interior
2000 © Elizabeth Morales/ Jones & Bartlett
(b) Gram-negative cell wall

•صبغ الجدار الخلوى

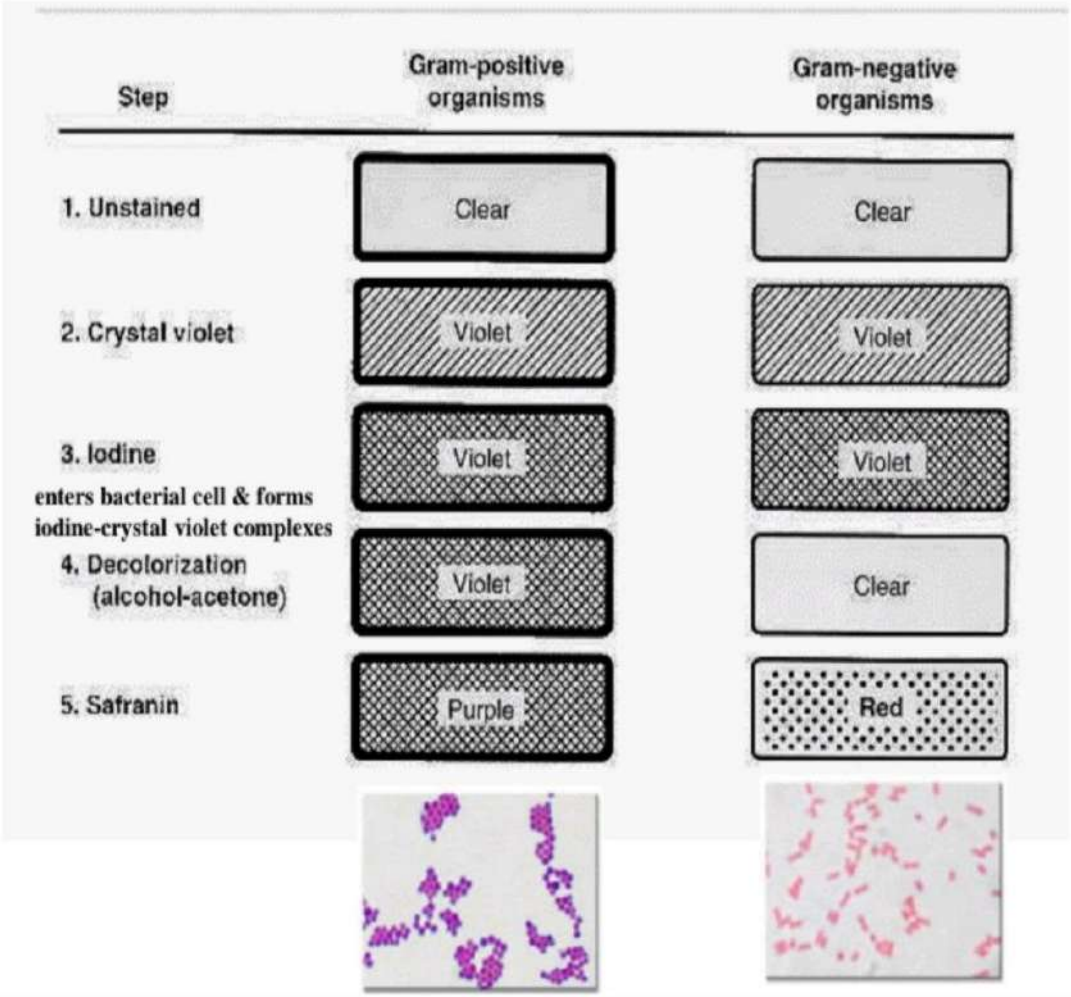
١. تقسم البكتريا الى مجموعتين اساسيتين تبعا لاستجابتها للصبغة التفريقية Differentiated stain (gram stain)

٢. فهناك خلايا بكتيرية موجبة لصبغة جرام (Gram +ve) وهى الخلايا التي يسمح الجدار الخلوي فيها بنفاذ الصبغة مما يؤدى إلى تلون السيتوبلازم باللون البنفسجى لصبغة الجنسيان وعند غسل الخلايا بالكحول فان بعض الخلايا لا تسمح بخروج الصبغة مرة أخرى وبذلك تحتفظ باللون البنفسجى وتعرف هذه البكتريا بالبكتريا الموجبة لصبغة جرام

٣. أما الخلايا البكتيرية التى لا يستطيع جدارها الاحتفاظ بالصبغة ويمكنها أن تصبغ بصبغة معاكسة مثل صبغة الصفرانين الحمراء وتعرف هذه بالبكتريا السالبة لصبغة جرام (Gram -ve) .

٤. يعود السبب فى هذا الاختلاف لكلا من الجدار الخلوى والغشاء البلازمى

٥. توجد عدة اختلافات بين تركيب الجدار الخلوى للبكتريا السالبة والموجبة لصبغة جرام



•صبغ الجدار الخلوى

١. تقسم البكتريا الى مجموعتين اساسيتين تبعا لاستجابتها للصبغة التفريقية Differentiated stain (gram stain)

٢. فهناك خلايا بكتيرية موجبة لصبغة جرام (Gram +ve) وهى الخلايا التي يسمح الجدار الخلوي فيها بنفاذ الصبغة مما يؤدى إلى تلون السيتوبلازم باللون البنفسجى لصبغة الجنسيان وعند غسل الخلايا بالكحول فان بعض الخلايا لا تسمح بخروج الصبغة مرة أخرى وبذلك تحتفظ باللون البنفسجى وتعرف هذه البكتريا بالبكتريا الموجبة لصبغة جرام

٣. أما الخلايا البكتيرية التى لا يستطيع جدارها الاحتفاظ بالصبغة ويمكنها أن تصبغ بصبغة معاكسة مثل صبغة الصفرانين الحمراء وتعرف هذه بالبكتريا السالبة لصبغة جرام (Gram -ve) .

٤. يعود السبب فى هذا الاختلاف لكلا من الجدار الخلوى والغشاء البلازمى

٥. توجد عدة اختلافات بين تركيب الجدار الخلوى للبكتريا السالبة والموجبة لصبغة جرام

•2-Cell wall الجدار الخلوى

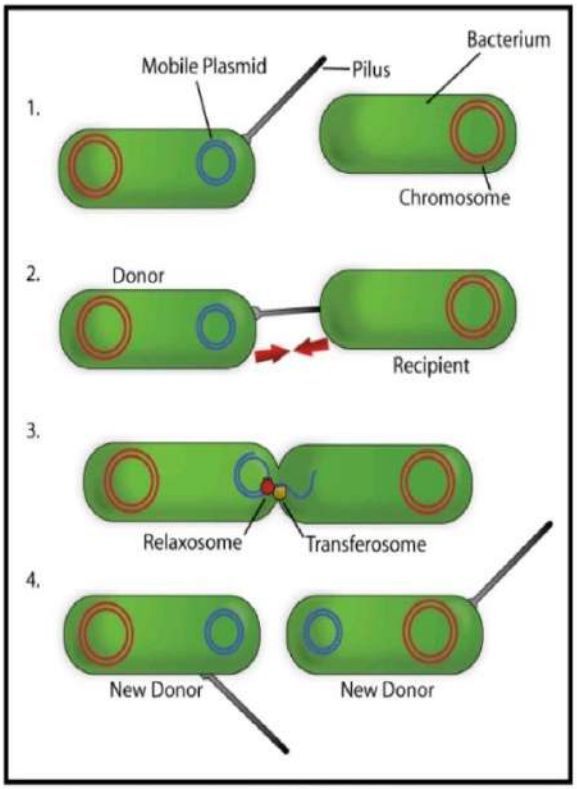
- الطبقة الخارجية المحيطة بالغشاء السيتوبلازمى
- ذو طبيعة صلبة ولكنه قابل للشد
- يختلف سمكه من بكتريا لاخرى (١٠-٢٠ نانومتر)
- يمثل ٢٠% من الوزن الجاف للبكتريا

- **وظيفة الجدار الخلوى:**

١. يحدد معلم الخلية ويجعل لها شكل ثابت ومحدد
٢. يحمى الخلية من المؤثرات الخارجية والظروف البيئية السيئة
٣. يعمل كالغربال بحيث يحجز الجزيئات الكبيرة ويمنع مرورها

- **تركيبه**

١. يتركب جدار الخلية البكترية الحقيقية من مادة Peptidoglycan التى قد تسمى Mucopeptide or Murein وهى مادة غير قابلة للذوبان فى الماء، منفذة تكون خيوطا متشابكة تتميز بصلابتها وقابليتها للشد والثنى
٢. يتكون جدار الاركيوبكتريا من بروتين وجليكوبروتين ولا يحتوى على الببتيدوجليكان، بعض الاركيوبكتريا مثل Methanobacteriumتحتوى على Pseudomurein



حركة البكتريا Movement of bacteria:

تختلف أنواع البكتريا من حيث قدرتها على الحركة، معظم البكتريا الكروية غير متحركة، معظم البكتريا العصوية قادرة على الحركة

انواع الحركة فى البكتريا:

١. **حركة زاحفة (gliding motion)** مثل Myxobacteria التى تتحرك بالانقباض والانبساط على الاسطح الصلبة، تفرز هذه البكتريا مواد لزجة على هذه الاسطح فتسهل من حركتها

٢. **الحركة اللولبية Rotatory motion** تقوم بهذه الحركة بكتريا Spirochaetes التى تتميز بمرونة جدارها الخلوى وبخلوها من الاسواط ، يرجع السبب فى هذا النوع من الحركة الى وجود axial fibrils والتى تسمى ايضا بالاسواط الداخلية Endo flagella التى تقع فى المنطقة الواقعة بين الغشاء البلازمى والجدار الخلوى والمسماه بالبريبلازم. تعمل التواءات وانثناءت هذه الالياف على حركة البكتريا فى السوائل.

٣. **الحركة بواسطة الاسواط** الكثير من البكتريا العصوية والضمية تحتوى على اعضاء خاصة للحركة تسمى الاسواط Flagella (singular: Flagellum)

ولذا تقسم البكتريا الى:

١. **بكتريا عديمة الأسواط (Atricous)** وهى البكتريا التى لا تحتوى على اسواط مثل البكتريا الكروية وتنتقل هذه الأنواع من مكان لأخر بحركة الهواء أو الماء أو الحركة الميكانيكية من خلال التصاقها بالأشياء

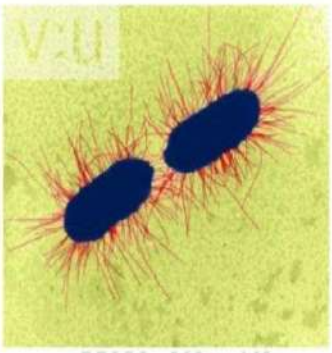
٣. **بكتريا مزودة بأسواط (Tricous)**

أ- وتختلف عدد الأسواط حسب نوع البكتيريا فمنها ما يحمل سوطاً واحداً ومنها ما يحمل أثنى عشر سوطا أو أكثر وتتميز البكتيريا المسوطة بثبوت عدد الأسواط وموضعها وترتيبها مما يجعلها صفة تصنيفية على جانب كبير من الأهمية .

• fimbriae الاهداب

مفردها *fimbria*

- زوائد خيطية رفيعة جدا وقصيرة جدا تحيط بالخلية من جميع الجهات (٢٥٠-٣٠٠)
- توجد بكثرة فى البكتريا السالبة لصبغة الجرام
- ليس لها علاقة بالحركة فى البكتريا المتحركة
- اسمك من السوط
- يتكون من بروتين خاص يسمى pilin
- تمكن الميكروب من الالتصاق بالاسطح (بدونها لاتستطيع البكتريا المسببة لمرض السيلان ان تلتصق بخلايا العائل وبالتالى لايحدث المرض)



•Pili الزوائد

- مفرد Pilus وهى عبارة عن زوائد رفيعة جدا وقصيرة جدا
- تشبهه الاهداب من ناحية التركيب ولكنها اطول وعددها قليل يتراوح بين ١ الى ٢
- ويكثر فى البكتريا السالبة لصبغة الجرام
- توجد فى البكتريا المتحركة والغير متحركة
- تتكون من بروتين Pilin
- هناك عدة انواع منها تبعا لوظيفتها:

١. زوائد الالتصاقية **attachment to surfaces** تساعد فى الالتصاق والتثبت فى البيئة

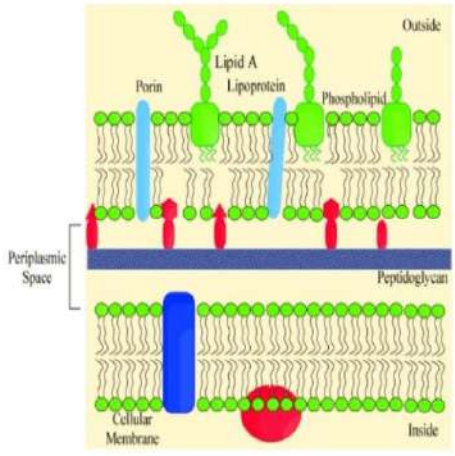
٢. **Receptors to some bacterial virus**

٣. زوائد جنسية **Sex-pili or F-pili** وهى عبارة عن زوائد رفيعة وقصيرة تساعد البكتريا على اعطاء مادتها الوراثية(بكتريا معطية للمادة الوراثية) الى خلية بكترية اخرى مستقبلة اثناء عملية التزاوج Conjugation

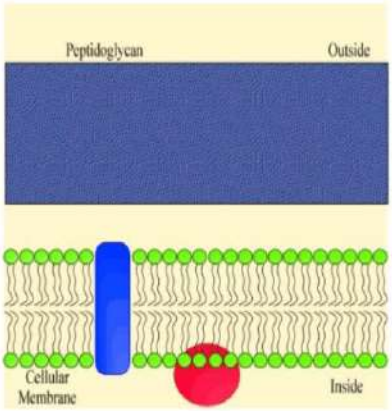
A summary of the differences between Gram positive and Gram negative cell .walls

Property	Gram Positive	Gram Negative
Thickness of wall سمك الجدار	20-25 nm	10-15 nm
Number of layers in wall عدد الطبقات	١	٢
Peptidoglycan content سمك طبقة الببتيدوجليكان	نسبة عالية (> ٥٠% من الوزن الجاف للجدار)	نسبة منخفضة(١٠ ـ ٢٠% من الوزن الجاف للجدار)
Teichoic acid in wall حمض التيكويك	+	-
Lipid and lipoprotein content محتوى الدهون	قليل (٢ % من الوزن الجاف للجدار)	كثير(٢٠ % من الوزن الجاف للجدار)
Proplasmic space الحيز البريوبلازمى	-	+

Gram-negative cell structure



The gram-positive cell wall

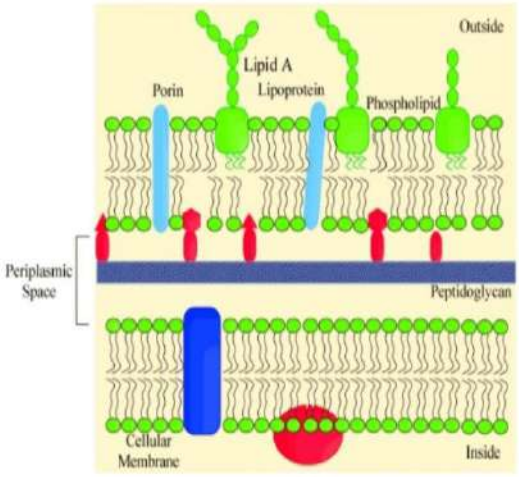


•Internal structure

Cytoplasmic membrane

• يحيط الغشاء البلازمي بالسيتوبلازم الداخلي وهو غشاء رقيق جدا

• ويتميز بخاصية النفاذية الاختيارية ويحتوى على كثير من الإنزيمات الهامة مثل إنزيم التنفس وذلك لعدم احتواء الخلية البكتيرية على الميتوكوندريا



تركيب الغشاء السيتوبلازمى Structure of cytoplasmic membrane

١. يمثل الغشاء ١٠٪ من الوزن الجاف للخلية

٢. يصل سمك الغشاء البلازمى الى ١٠ - ٨ نانو متر

٣. يظهر الغشاء السيتوبلازمى عند فحصه بالميكروسكوب الالكترونى على هيئة طبقتين غامقتين من البروتين(سمك كل منها ٢-٣ نانومتر) تفصلهما طبقة باهتة من Phospholipids سمكها حوالى ٤-٥ نانومتر

٤. تحتوى معظم الاغشية السيتوبلازمية المعزولة من البكتريا على ٦٠ -٧٠٪ من الوزن الجاف للغشاء بروتين و٢٠-٣٠ ٪ دهون معظمها االدهون الفوسفورية و٢-٥ ٪ كربوهيدرات معقدة (Glycolipids and glycoproteins)كما يحتوى الغشاء على مواد معقدة مرتبطة بحمض RNA

٥. يحتوى الغشاء السيتوبلازمى على بروتينات مختلفة:

- منها ما يخترق طبقتى الدهون من الداخل يطلق عليها البروتينات الاصلية Integral proteins والتى يكون بعض منها قنوات تعمل على نقل المواد وتقوية الغشاء
- ومنها ما تقع على الاسطح الخارجية او العرضية ويطلق عليها البروتينات الخارجية peripheral proteins وهى تقوم بتقوية الغشاء وربط المواد الغذائية وتنفيذ العمليات الكيمائية

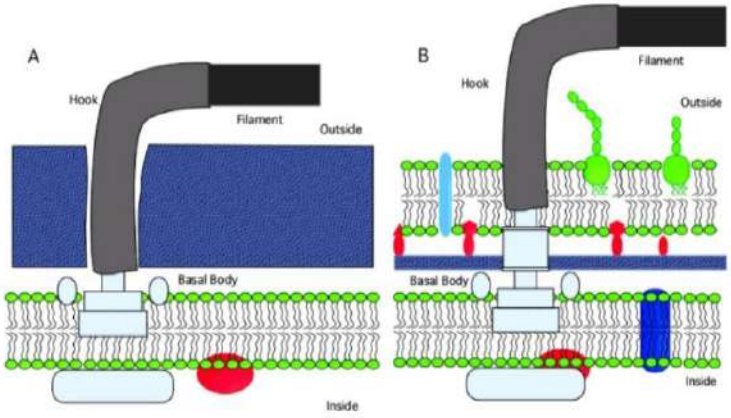
يتكون السوط من:

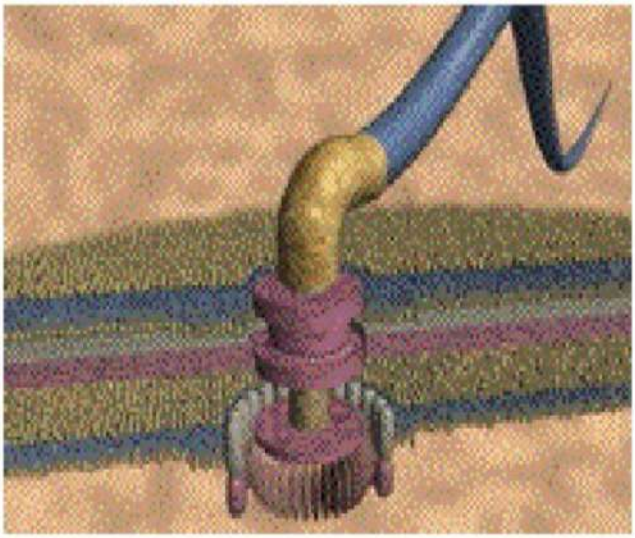
١. الجسم القاعدى basal body هو الجزء المحرك للسوط ، والمثبت له فى جدار الخلية والغشاء البلازمى، يتكون من زوجين من الحلقات (حلقات داخلية قرب الغشاء البلازمى (S, M) ، حلقات خارجية قرب الجدار الخلوى (L, P)

٢. الخطاف Hook: هو جزء منحنى بين الخيط والجسم القاعدى

٣. الخيط Filament : هو الجزء الخارجى المتحرك،

- وقد اثبت التحليل الكيميائي لمادة السوط انه يتكون من مادة بروتينية يطلق عليها اسم (flagelin)
- وعند رؤية السوط بالميكروسكوب الإلكتروني فانه يظهر على شكل حبل مجدول حيث تلتف وحدات البروتين بطريقة حلزونية . وتأتى حركة السوط عن طريق انقباض سلاسل البروتين مثلما يحدث عند انقباض بروتين العضلة في الكائنات المتقدمة .





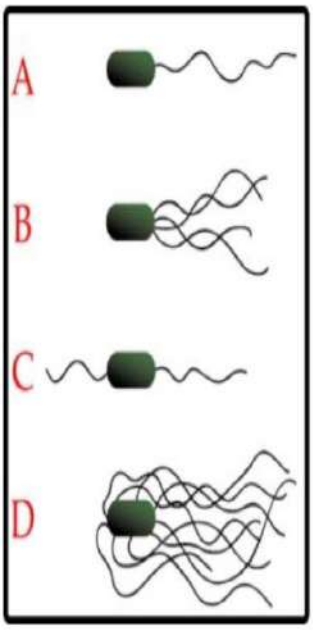
- **وتنقسم البكتيريا من حيث توزيع الأسواط على الخلية البكترية إلى :**

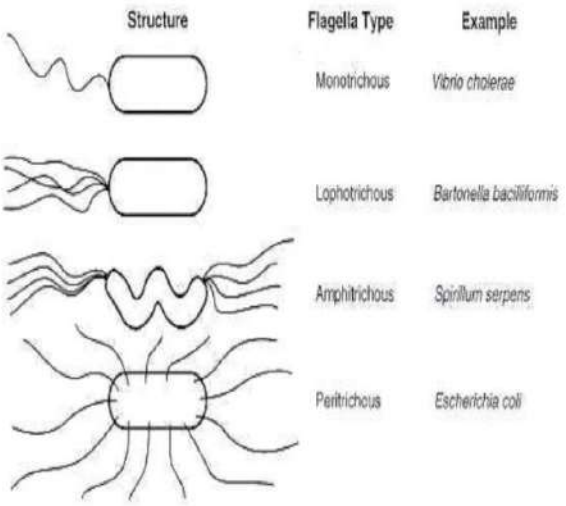
أ - وحيدة السوط (monotrichous) وفيها يخرج سوط واحد من أحد قطبى الخلية البكتيرية.

ب - سوطية الطرف (lophotricous) وفيها تخرج حزمة سوطيه من قطب واحد في الخلية البكتيرية.

جـ - سوطية الطرفين (amphitrichous) وفيها يخرج سوط واحد أو حزمة سوطيه من كل قطب من قطبى الخلية البكتيرية .

د - محيطية الأسواط (Peritrichous) وفيها تنتشر الأسواط من جميع الاتجاهات حول سطح الخلية البكتيرية





السيتوبلازم Cytoplasm•

- مادة شبه سائلة هلامية القوام تحاط بالغشاء البلازمى
- تحتوى على الانزيمات ومرافقات الانزيمات ومواد التمثيل الغذائى ونواتجه
- تمثل الوسط الملائم لحدوث عملية التمثيل الغذائى وعلى انتقال الجزيئات من مكان لاخر بداخل الخلية
- تضم مكونات الخلية
- تحتوى على ٧٠-٨٠ ٪ ماء ، ٥٠٪ من بروتينات الخلية
- لايحتوى على عضيات محاطة باغشية
- به نسبه عالية من حمض RNA

وظيفة الغشاء السيتوبلازمى

١. **يعمل كطبقة شبه منفذة: Semi- permeable barrier**

يتمتع بخاصية النفاذية الاختيارية التى تتحكم فى مرور المواد الغذائية وكذلك نواتج النمو للخارج

٢. **يتم فيه تكوين العديد من المركبات عديدة البلمرة:** تحفز فيه العديد من العمليات التخليقية الحيوية لعمل الـ polymes التى تدخل فى تركيب cell wall – capsule حيث يحتوى على كل الانزيمات المسئولة عن هذه العمليات

٣. **انتاج الطاقة: bioenergetic function:** مركز حدوث تفاعلات الطاقة فى عمليات التنفس ويحتوى على الانزيمات الازمة للتفاعلات

٤. **يوجد به موقع التصاق كروموسوم الخلية ومراكز تضاعف الحمض النووى**

٥. **يحمل جهاز التمثيل الضوئى الخاص بالبكتريا ذاتية التغذية**

٦. **المسئول مع الجدار الخلوى عن الايجابية لصبغة جرام:** حيث يرجع الاختلاف بين البكتريا الموجبة والسالبة لصبغة جرام الى ان سطوح الخلاياالموجبة لصبغة جرام او الجزء القريب من السطح يحتوى على ملح الماغنسيوم لحامض الريبونتوكليك وهذا يكون مع كل من البروتين الخلوى وصبغة الكريستال البنفسجي واليود مركب معقد بنفسجى اللون يثبت فى الخلية ولايذوب فى الكحول، اما البكتريا السالبة لصبغة جرام فانها لاتحتوى عليه وبالتالى لاتكون المعقد السابق ذكره فيسهل غسل الصبغة بالاضافة الى ذوبان طبقة الدهون فى الكحول مما يزيد من مسامية الغشاء وبالتالى يعمل على سهولة خروج الصبغة

٧. **تثبت فيه منابت الاسواط**

•Mesosome

- هى انثناءت من الغشاء البلازمى نحو الداخل تطلق عليها عدة اسماء peripheral bodies or chondrioides
- توجد فى معظم الخلايا البكترية الموجبة لصبغة جرام وقليل من البكتريا السالبة للصبغة
- توجد فى البكتريا الموجبة لصبغة جرام بالقرب من المنطقة النووية او عند مكان انقسام الخلية
- تقوم بـ:

١. عملية التنفس مقام الميتوكوندريا

٢. البناء الضوئى فى البكتريا ضوئية التغذية لاحتوائها على chromatophores بدلا من البلاستيدات

٣. تثبيت النيتروجين فى البكتريا ذاتية التغذية

٤. مركز التحكم فى الانقسام الخلوى المنظم (اثناء انقسام الخلية بان تفصل الكروموسوم الى اثنين كروموتين)

٥. تكوين الجدار العرضى فى البكتريا الموجبة لجرام

protoplast

Cell free of residual cell wall material

هو الخلية بدون جدار خلوى

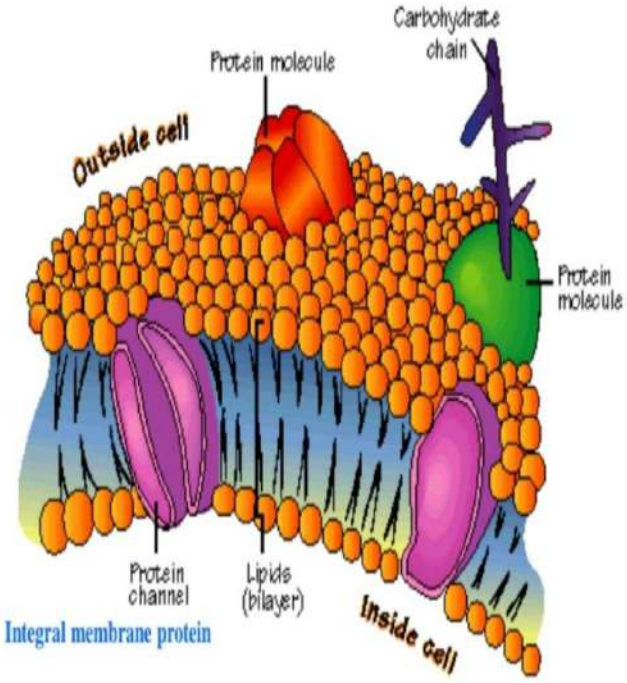
تكون حساسة للضغوط الاسموزية والظروف البيئية الصعبة

Spheroplast:

Cell contains pieces of cell wall material

هو الخلية البكترية التى فقدت جزء او اجزاء من جدارها الخلوى

تكون حساسة للضغوط الاسموزية والظروف البيئية الصعبة



•حوامل الصبغات الضوئية Chromatophores

- تحتوى البكتريا الممثلة للضوء على صبغات وكذلك انزيمات تختص بتحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيمائية
- توجد هذه الانزيمات داخل تركيب غشائية تسمى الاغشية الممثلة للضوء
- قد تكون هذه الاغشية على هيئة حويصلات يطلق عليها Chromatophores وهى عبارة عن امتدادات للغشاء السيتوبلازمى
- فى هذه الحوامل تتم عملية التمثيل الضوئى

•الكربوكسى سومات Carboxysomes

- هى تراكيب سيتوبلازمية دقيقة محاطة بغشاء رقيق تحتوى على انزيمات هامة لدورة كالفن
- توجد فى البكتريا Cyanobacteria and Nitrobacter

•المادة النووية Nuclear material

- يتكون من شريط مزدوج من DNAحلقى او خيطى ويسمى بالـ Bacterial chromatin or nucleoplasm
- هذا الشريط غير محاط بجدار يفصله عن السيتوبلازم، يلتف حول نفسه ليكون circular chromosome
- يمثل حوالى ٢ ٪ من الوزن الجاف للبكتريا ويشغل حوالى ١٠ ٪ من حجم الخلية، غير محاط بغشاء نووى
- يصل طوله الى ١-٢ ملى متر (يساوى ١٠٠٠ مرة تقريبا من طول الخلية)
- توجد حرة فى السيتوبلازم
- تلتصق بالغشاء البلازمى عن طريق الميزوسوم

•البلازميدات والايبيسومات Plasmids and episomes

- هى عبارة عن اجزاء من ال DNA والتى توجد فى الخلية البكترية خارج الكرموسوم البكترى Extra chromosomal DNA
- قادرة على تكرار نفسها مستقلة عن تكرار الكرموسوم البكترى، وفى بعض الاحيان قد تتصل بالكرموسوم وفى هذه الحالة لاتتكرر الاعند حدوث تكرار للكرموسوم نفسه
- تلعب دورا هاما فى نقل المادة الوراثية بين البكتريا مثل عامل الخصوبة F- factor وتحدد مقاومة البكتريا للمضادات الحيوية وقدرتها على تكوين الاورام النباتية فى بكتريا التدرن التاجى
- لاتحمل جينات اساسية لحياة الخلية ولاتشارك فى ايض الخلية

•Chromatophores حوامل الصبغات الضوئية

- تحتوى البكتريا الممثلة للضوء على صبغات وكذلك انزيمات تختص بتحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيمائية
- توجد هذه الانزيمات داخل تركيب غشائية تسمى الاغشية الممثلة للضوء
- قد تكون هذه الاغشية على هيئة حويصلات يطلق عليها Chromatophores وهى عبارة عن امتدادات للغشاء السيتوبلازمى
- فى هذه الحوامل تتم عملية التمثيل الضوئى

•الكربوكسى سومات Carboxysomes

- هى تراكيب سيتوبلازمية دقيقة محاطة بغشاء رقيق تحتوى على انزيمات هامة لدورة كالفن
- توجد فى البكتريا Cyanobacteria and Nitrobacter

•Nuclear material المادة النووية

- يتكون من شريط مزدوج من DNAحلقى او خيطى ويسمى بالـ Bacterial chromatin or nucleoplasm
- هذا الشريط غير محاط بجدار يفصله عن السيتوبلازم، يلتف حول نفسه ليكون circular chromosome
- يمثل حوالى ٢ ٪ من الوزن الجاف للبكتريا ويشغل حوالى ١٠ ٪ من حجم الخلية، غير محاط بغشاء نووى
- يصل طوله الى ١-٢ ملى متر (يساوى ١٠٠٠ مرة تقريبا من طول الخلية)
- توجد حرة فى السيتوبلازم
- تلتصق بالغشاء البلازمى عن طريق الميزوسوم

•Plasmids and episomes البلازميدات والايبيوسومات

- هى عبارة عن اجزاء من ال DNA والتى توجد فى الخلية البكترية خارج الكرموسوم البكترى Extra chromosomal DNA
- قادرة على تكرار نفسها مستقلة عن تكرار الكرموسوم البكترى، وفى بعض الاحيان قد تتصل بالكرموسوم وفى هذه الحالة لاتتكرر الاعند حدوث تكرار للكرموسوم نفسه
- تلعب دورا هاما فى نقل المادة الوراثية بين البكتريا مثل عامل الخصوبة F- factor وتحدد مقاومة البكتريا للمضادات الحيوية وقدرتها على تكوين الاورام النباتية فى بكتريا التدرن التاجى
- لاتحمل جينات اساسية لحياة الخلية ولاتشارك فى ايض الخلية

•الفجوات Vacuoles

- معظم الكائنات البدائية النواة والتى تقوم بعملية البناء الضوئى تحتوى على فجوات (تجاويف محاطة بغلاف رقيق)
- قد تكون مملؤة بالغازات وتسمى Gas vacuoles او بالعصارات الخلوية وتسمى cell sap vacuoles
- تعمل الفجوات الغازية كوسيلة:

- لتنظيم العمق التى تحفظ فيه الكائنات فى الوسط المائى الذى تنمو فيه (تساعد البكتريا على الطفو بالمياه)

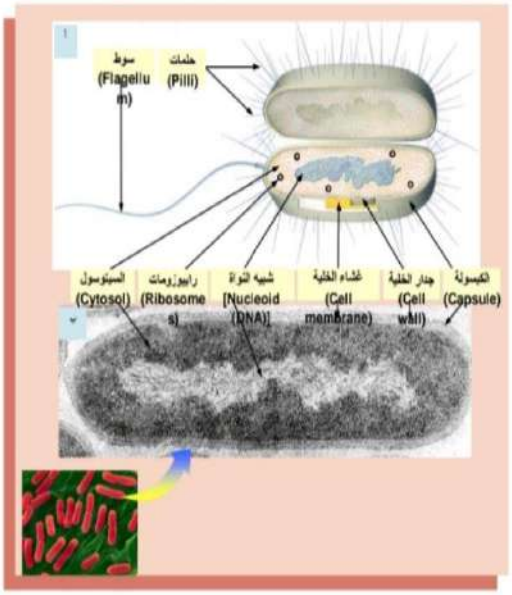
– تساعد البكتريا على التوجهه نحو المنطقة ذات الضوء والحرارة المناسبة للنمو

- تعمل الفجوات العصارية على:

- المحافظة على ضغط الانتفاخ للخلية

- تخزين بعض الانزيمات الذائبة وبعض نواتج الايض

• الريبوسومات Ribosome



١. حبيبات صغيرة منتشرة فى السيتوبلازم

٢. شكلها غير متساوى يتراوح اقطارها بين ١٠-٢٠ نانو متر

٣. يبلغ وزنها حوالى ٤٠ % من وزن الخلية الجاف

٤. يتراوح عددها مابين ٥ الاف الى ٥٠ الف

٥. توجد حرة فى السيتوبلازم

٦. تتكون من : rRNA (٦٠ %)
protein (٤٠ %)

٧. وظيفته تصنيع البروتين

- **الجراثيم الاسبورانجية Sporangiospores**

تلجا بعض انواع الاكتينوميسيتات Actinoplanes الى انتاج نوع من الجراثيم تتكون داخل حافظة سبورانجية Sporangium، تحتوى هذه الحافظة على عدد من هذه الجراثيم التى تنبت عند توافر الظروف المناخية الملائمة

التكاثر الجنسى للبكتريا Sexual reproduction

١. يعرف بالاقتران البكترى Bacterial conjugation

٢. وجد ان خلايا البكتريا من نوع *E. coli* يوجد منها نوعين من الخلايا -F و +F بناء على احتوائها على عامل يسمى بعامل الخصوبة Fertility factor

٣. +F بكتريا : هى خلايا بكترية معطية للبلازميد المحتوى على عامل الخصوبة القابل للانتقال خلال انبوبة الاقتران ، تمثل هذه الخلايا المذكرة

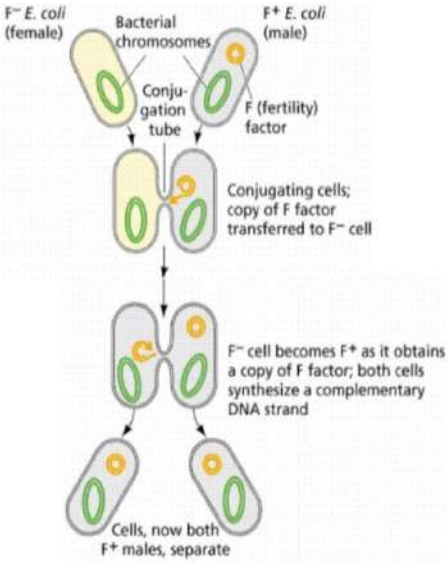
٤. -F بكتريا: هى خلايا بكترية لاتحتوى على عامل الخصوبة مستقبلة للبلازميد المحتوى عليه وتتحول الى +F بكتريا. تمثل الخلايا المؤنثة

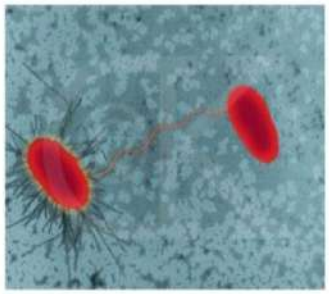
٥. لكى تتم عملية الاقتران لابد من تنمية الخلايا المذكرة (المعطية لعامل الخصوبة) مع الخلايا المؤنثة (المستقبلة لعامل الخصوبة)

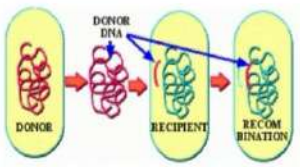
٦. تقترب الخلايا من بعضها البعض، يتكون بينهما انبوب الاقتران، يتم تكوين نسخة اخرى من البلازميد الحامل لعامل الخصوبة، تنتقل نسخة الى كل خلية

٧. تنتج خليتين +F

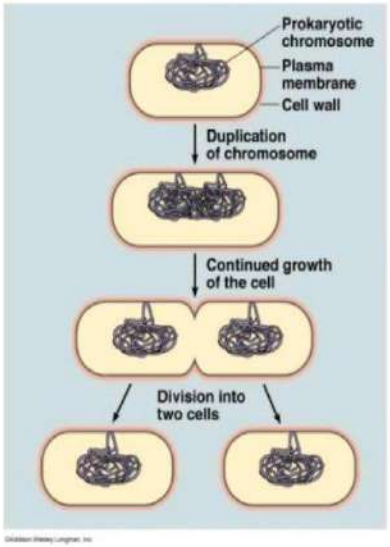
•Sexual reproduction التكاثر الجنسى







•التكاثر فى البكتريا Reproduction



• **التكاثر** : الزيادة فى عدد الخلايا

• غالبا يتم التكاثر فى البكتريا لاجنسيا

• لايوجد تكاثر جنسى يؤدى الى تكوين زيجوت فى البكتريا

• **اهم طرق التكاثر اللاجنسى بالخلية البكترية:**

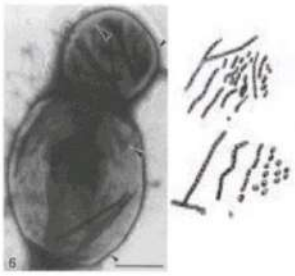
١. الانقسام الثنائى Binary fission

a) تستطيل الخلية البكترية وتزيد محتوياتها البروتوبلازمية وينقسم الحامض النووى

b) يبداء الانقسام الخلوى للجدار الخلوى والغشاء البلازمى

c) يتكون جدار عرضى يفصل الخلية الى اثنين

d) قد تنفصل عن بعضهما البعض او تظل ملتصقتين لتكوين سلسلة من الخلايا او من التجمعات حسب النوع البكتيرى



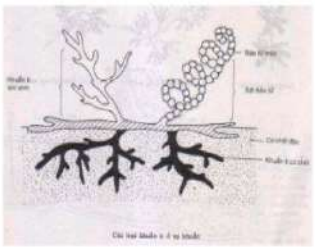
٢-التفتت Fragmentation

• تلجا اليه بعض انوع البكتريا Actinomycetes حيث تقوم بتجزئة الميسليوم قميا الى خلايا، تستطيع كل خلية تكوين ميسليوم جديد

٣- التبرعم Budding

• تلجا بعض انواع من البكتريا مثل *Rhodopseudomonas* الى التكاثر بالتبرعم

• يبداء التكاثر ببروز من الجدار الخلوى والغشاء البلازمى فى احدى اطراف الخلية، يتدفق السيتوبلازم والمادة الوراثية الى هذا الجزء الممتد، يكبر البرعم ثم ينفصل مكونا خلية جديدة



٤- الجراثيم الكونيدية Conidio spores

• تلجا اليه بعض انوع البكتريا Actinomycetes حيث تتكون خارجيا بطرف الميسليوم

• قد توجد فى ازواج او على هيئة سلاسل

• عندما تتضج تنفصل عن الام وتسكن حتى تتوفر الظروف البيئية المناسبة تبداء فى الانبات مكونة الميسليوم الذى يمتد مكونا الميسليوم الهوائى الحامل للجراثيم

الجراثيم الداخلية Endospores•

١. تقوم بعض البكتريا بتكوين جراثيم لاجنسية تسمى الجراثيم الداخلية وذلك لوجودها داخل الخلية
٢. تتميز هذه الجراثيم بقدرتها الفائقة على مقاومة الصبغ بصبغة الانيلين القاعدية والتى تصبغ الخلايا الخضرية بسهولة
٣. تتميز ببعض الخواص الفسيولوجية مثل: مقاومة الظروف البيئية الغير ملائمة كمقاومة الحرارة العالية وبعض الاشعاعات ذات الموجات القصيرة والتركيزات المرتفعة نسبيا من المواد الكيمائية السامة، مقاومة الجفاف والقدرة على السكون لمدة طويلة
٤. بعض الجراثيم مقاومة للحرارة المرتفعة فيلزم لتحطيمها حرارة تصل الى ١٢٠م (بخار تحت ضغط) لمدة ثلاث ساعات، الان معظم انواع الجراثيم تقتل بالحرارة الرطبة عند ١١٥-١٢٠ م لمدة ١٥-٢٠ دقيقة، قليل منها تقتل بالغليان لمدة قصيرة ومنها مايقتل بالحرارة عند ٨٥-٦٠ م لمدة ٣٠ دقيقة.
٥. تعتبر الجراثيم مرحلة سكون للخلية الام يمكن ان تعيش لعشرات السنين فى غياب مصدر غذائى خارجى نظرا للانخفاض الشديد او لانعدام نشاطها الايضى، عند توافر الظروف البيئية المناسبة تنبت هذه الجراثيم وتكون خلايا خضرية قادرة على النمو والانقسام الخلوى.
٦. هناك عدة انواع من الجراثيم البكترية: جراثيم داخلية Endospores جرثومة واحدة بكل خلية تتميز بانتاجها العديد من البكتريا العصوية وبعض البكتريا الكروية مثل *Sporosarcina*

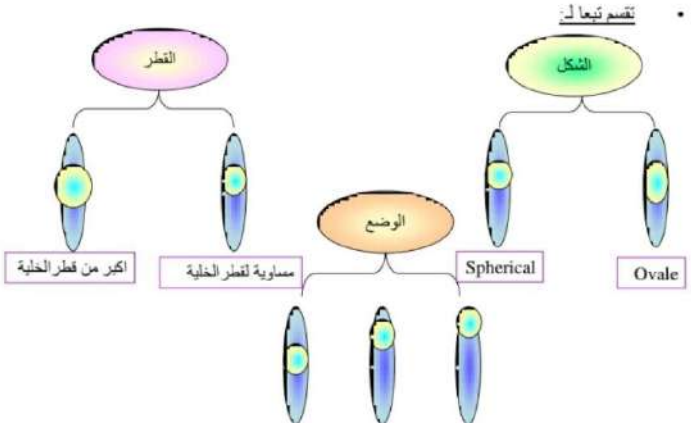
الحويصلات Cysts تتشكل على الخلايا البكترية توجد بصفة خاصة فى جنس (Azotobacter)

الجراثيم اللزجة Myxospores توجد فى جنس *Myxococcus*

الجراثيم الكونيدية او الاسبورانجية Conidiospores or sporangiospores تتكون بجوانب او باطراف اللهيفات الهوائية لبعض اجناس رتبة Actinomycetes وعى ناتج تكاثر لاجنسى عكس انواع الجراثيم الاخرى

جراثيم خارجية Exospores تتكون خارج الخلايا الام وهى جراثيم كروية الشكل مجعدة تتكون بالتبرعم مثل البكتريا المؤكسدة للميثان

- **تعريف الجرثومة:**
- هى مرحلة سكون للخلية البكترية تلجا اليها للتغلب على الظروف البيئة الصعبة وعندما تتحسن هذه الظروف المبئة تعاود هذه الجراثيم النشاط والنمو وتكوين خلايا خضرية جديدة
- تقسم تبعا لـ:



•الطوراللوغاريتمى Log phase

١) يبداء هذا الطور بزيادة متدرجة وتعرف هذه المرحلة بطور النمو المتزايد وذلك بسبب تدرج النمو نظرا لان الخلايا لاتكمل فترة كمونها فى وقت واحد

٢) ثم ينتظم معدل النمو ويثبت عمر الجيل بحيث يكون معدل انقسام الخلايا فى اعلى معدلاته وفى اقل معدل زمنى ويظل هذا المعدل ثابت بحيث يتخذ منحنى النمو خطا مستقيما.

٣) سمى الطور اللوغاريتمى لان معدل تكاثر الخلايا فى هذا الطور يكون لوغاريتميا مع مرور الزمن وتكون العلاقة البيانية بينهما علاقة خطية

صفات مرحلة الطور اللوغاريتمى

- تظهر بوضوح الصفات المميزة للخلايا (شكل الخلية- ترتيب الخلايا – شكل المزرعة ولونها)
- الخلايا تكون حساسة للظروف البيئية
- تبداء فى اخره ظهور الحبيبات المخزونة فى البرتوبلازم
- **العوامل التى تؤثر على عمر الخلية**
- اختلاف الخلايا البكترية فى معدلاتها التخليقية فى البرتوبلازم (الزيادة فى المحتوى النيتروجينى للخلايا يتكافئ مع الزيادة فى عدد خلايا الطور اللوغاريتمى)
- درجات الحرارة
- نوعية وتركيز الوسط الغذائى
- وجود بعض المثبطات او المنشطات للنمو
- يوجد تناسب طردى بين مكونات الوسط الغذائى وكمية النمو البكترى بعد فترة يحدث توقف للاسباب الاتية:

١.زيادة تركيز المواد الايضية الناتجة التى قد يكون لها تاثير على درجة حرارة الوسط

٢.قد يكون لبعض هذه المواد تأثير سام

Lag phase طور الركود

- بعد عملية التلقيح لاتبدء البكتريا مباشرة فى الانقسام ولكنها تاخذ فترة من الزمن تعد خلالها نفسها وتهيئها استعدادا للانقسام ثم تبدء فى الانقسام ببطء تمهيدا للدخول فى المرحلة التالية تسمى هذه الفترة بفترة الركود
- تحدث خلال هذه الفترة تغيرات كيمائية عديدة داخل الخلية:

١. يتم بناء المواد البروتوبلازمية اللازمة للانقسام الخلوى
٢. تزيد محتويات الخلية الاساسية (النووية-البروتينية)
٣. تزيد نسبة RNA (نسبة RNA تتناسب عكسيا مع عمر الخلية)
٤. زيادة معدل النشاط الايضى والتنفس

زيادة فى الكتلة الخلوية

- فترة الركود

تقليل فترة الركود

- استخدام لقاح بكتيرى فى طوره اللوغاريتمى لان البكتريا هنا تكون مؤهلة للانقسام مباشرة
- استخدام لقاح بكتيرى من مزرعة فى مراحل نموها الاخيرة
- استخدام لقاح بكتيرى من بيئة غذائية بسيطة الى بيئة غذائية معقدة

اطالة فترة الركود

- استخدام لقاح بكتيرى من بيئة غذائية مختلفة تماما عن البيئة الغذائية المنقول اليها
- استخدام لقاح بكتيرى من بيئة غذائية معقدة الى بيئة غذائية بسيطة
- تغير درجة الحرارة

Growth and reproduction in bacteria

growth: an increase in cell mass and cell number

Reproduction: an increase in cell number

عمر الخلية :

الوقت الذى تستغرقه الخلية بعد تكوينها وبدية انقسامها(يعتمد على نوع البكتريا-تركيب الوسط الغذائى- درجة الحرارة-عمر المزرعة)

Generation time (doubling time) (g) : عمر الجيل

هو الوقت الذى يمر بين انقسامين متتاليين (الوقت الازم لكى يتضاعف عدد الخلايا البكترية)

Cell number (N) = No(initial cell number) x 2^n(number of generation during exponential growth)

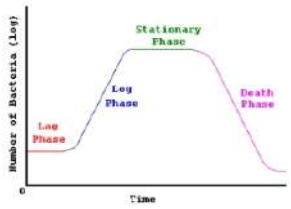
يكون العدد مخالف للواقع لانه لايحدث الانقسام الخلوى مباشرة

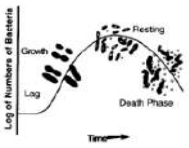
هناك علاقة لوغاريتمية بين عدد الخلايا النامية والزمن (بالدقائق) الذى يمر على الخلية منذ لحظة تلقيحها وهو مايعرف بـ **منحنى النمو** growth curve

Growth curve منحنى النمو

ينقسم منحنى النمو الى اربع اطوار:

١. طور الركود Lag phase
٢. طور اللوغاريتمى Exponential phase (Log phase)
٣. طور الثبات Stationary phase
٤. طور التحلل Death phase





Growth and reproduction in bacteria

growth: an increase in cell mass and cell number

Reproduction: an increase in cell number

عمر الخلية :

الوقت الذى تستغرقه الخلية بعد تكوينها وبدية انقسامها(يعتمد على نوع البكتريا-تركيب الوسط الغذائى- درجة الحرارة-عمر المزرعة)

Generation time (doubling time) (g) : عمر الجيل

هو الوقت الذى يمر بين انقسامين متتاليين (الوقت الازم لكى يتضاعف عدد الخلايا البكترية)

Cell number (N) = No(initial cell number) x 2^n(number of generation during exponential growth)

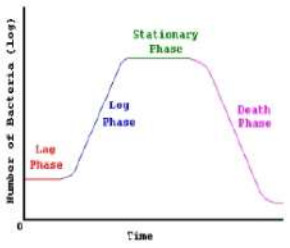
يكون العدد مخالف للواقع لانه لايحدث الانقسام الخلوى مباشرة

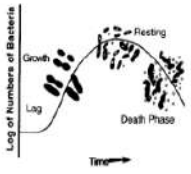
هناك علاقة لوغاريتمية بين عدد الخلايا النامية والزمن (بالدقائق) الذى يمر على الخلية منذ لحظة تلقيحها وهو مايعرف بـ **منحنى النمو** growth curve

Growth curve منحنى النمو

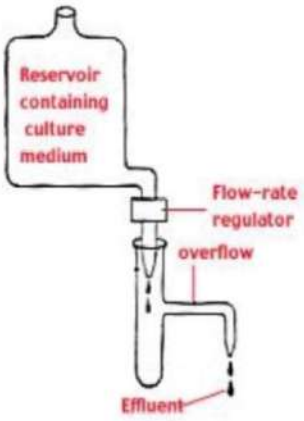
ينقسم منحنى النمو الى اربع اطوار:

١. طور الركود Lag phase
٢. طور اللوغاريتمى Exponential phase (Log phase)
٣. طور الثبات Stationary phase
٤. طور التحلل Death phase





•المزارع المستمرة Continous culture



- يعتمد مفهوم المزارع المستمرة على الاحتفاظ بالمزرعة فى مرحلة الطور اللوغاريتمى لفترة طويلة من الزمن
- يتم ذلك بتوفير الظروف المثلى للميكروب لكى يستمر فى النمو دون توقف بحيث يتم التخلص من العوامل التى تؤدى الى توقف النمو : وذلك باضافة وسط غذائى جديد بطريقة مستمرة وعلى فترات منتظمة مع السحب المستمر لكمية مماثلة من المزرعة التى تحتوى على كمية من النمو و نواتج الايض
- يتم تصميم جهاز يسمح بنمو الخلايا بصورة مستمرة يتم ذلك بـ:

  * الاضافات المستمرة للبيئة الغذائية

  *والسحب الدائم للخلايا الناتجة ومنتجاتها.

تساعد المزارع المستمرة على النمو الثابت للميكروب تحت ظروف ثابتة يطلق على هذه الحالة حالة الثبات

- **يمكن الحصول على المزارع المستمرة باتباع احدى الطريقتين:**

١. Turbidostat تعتمد على ثبات كثافة الخلايا
عن طريق قياس التعكير وتنظيم معدل السحب والاضافة

١. Chemostatيعتمد على تنظيم كثافة الخلايا عن طريق التحكم فى اضافة احد مكونات الوسط الغذائى ويضاف الوسط الغذائى بمعدل ثابت Flow rate

- **مميزات المزارع المستمرة**

١. الحصول على النمو الخلوى طول الوقت
٢. تمكنها الاستمرار لعدة شهور
٣. هى اقرب ما يمكن للنمو البكترى فى الطبيعة

طور الثبات Stationary phase

١. يبدا معدل التكاثر يبطئ

٢. يزيد طول عمر الخلية

٣. تثبت عدد الخلايا لان عدد الخلايا الناتجة يساوى عدد الخلايا الميتة

٤. يتوقف طول او قصر فترة طور الثبات على حساسية الخلايا للظروف البيئية السائدة

٥. هناك عدة اسباب تفسر توقف المزرعة البكترية عن النمو عندما تصل الى حد معين: نفاذ المواد الغذائية من البيئة

٦. زيادة تركيز المواد الايضية الناتجة من النشاط الخلوى التى قد تؤدى الى احداث تغيير فى الاس الهيدروجينى او فى تكوين مواد سامة للخلية

طور الهبوط Decline phase

١. يحدث زيادة لعدد الخلايا الميتة على عدد الخلايا الجديدة(زيادة معدل الموت)

٢. يزيد معدل التناقص فى العدد تدريجيا مع مرور الوقت ويصبح هذا التناقص لوغاريتمى مع الزمن عكس الطور اللوغاريتمى

٣. تظهر الخلايا باشكال غير متجانسة، تخرج الجراثيم، تنحل الخلايا

- يرجع السبب فى سمية الاكسجين للبكتريا اللاهوائية الى:
- النشاط المائى للسوبر اوكسيد -2O2 الناتج من اكسدة الفلافوبروتينات والسيتوكرومات المختزلة المحتوية على الكبريت والحديد بالأكسجين :
- $2O2^- + 2H^+$ **superoxide dismutase** $H2O2 + O2$
- (Strong oxidizing agent) Catalase
- $H2O + O2$
- وتفتقد بعض البكتريا الاهوائية لانزيم Catalase الذى يحلل Hydrogen H2O2 peroxide الى ماء وأكسجين اى ان المسئول عن موت البكتريا هو تراكم فوق اكسيد الهيدروجين.
- بعضها الاخر يفتقد الى superoxide dismutase **مما يؤدى الى تراكم السوبر اوكسيد المتكون بواسطة** اكسدة الفلافوبروتينات والسيتوكرومات المختزلة المحتوية على الكبريت والحديد بالأكسجين

- للحصول على مزارع هوائية ولاهوائية:

١. هوائية:
باستخدام Kolle flask- Roux bottles –Shaker incubator

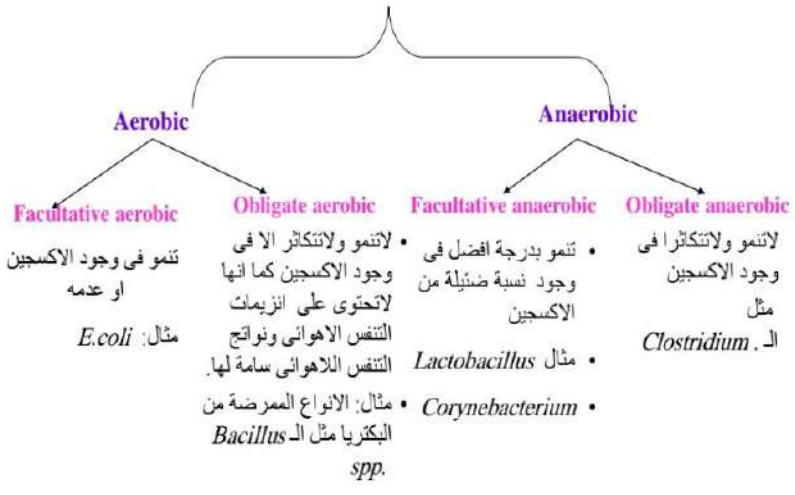
٢. لاهوائية

باستخدام مادة تمتص الاكسجين (ايدروكسيد البوتاسيوم) او ازالته ميكانيكيا (احلال النيتروجين او ثانى اكسيد الكربون مكان الاكسجين)

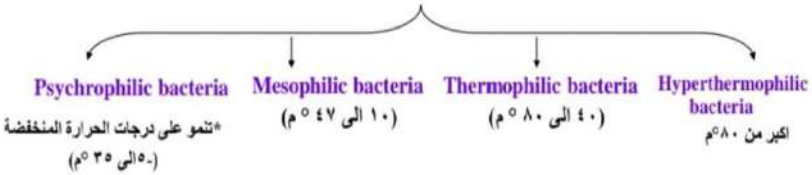
تقسم البكتريا على اساس pH الى :

٣٠-الاكسجين Oxygen

- للأكسجين تأثير كبير على نمو الكائنات وتكاثرها وذلك بسبب دوره فى عملية الاكسدة والاختزال وإنتاج الطاقة والايض الغذائى
- تقسم الكائنات الدقيقة تبعا لاحتياجها من الاكسجين الى:



تقسم البكتريا على اساس درجة الحرارة الى :



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)

Mesophilic bacteria (١٠ الى ٤٧ °م)

Thermophilic bacteria (٤٠ الى ٨٠ °م)

Hyperthermophilic bacteria اكبر من ٨٠°م

- مصطلحات مستخدمة للتعبير عن مقاومة الميكروب للحرارة:
- درجة الحرارة القاتلة **Thermal death point**

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

- الوقت المميت **Death time**

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

٢٠- تركيز الاس الهيدروجينى pH

- تأثيره:

١. يؤثرالاس الهيدروجينى للبيئة النامى بها الميكروب على العمليات الحيوية بالخلية لان لكل كائن مجال من ال pH يستطيع ان ينمو فيه ، مثلا البكتريا تفضل النمو فى وسط متعادل (٦-٨)، والخمائر والفطريات تفضل النمو فى الوسط الحمضى (٣-٥)

٢. البيئات شديدة الحموضة والقلوية توقف نمو الخلايا الميكروبية نتيجة لتخثر البروتين الانزيمى وفساده نتيجة لتجلطه Coagulation

٣. لذا يجب الاحتفاظ بالخلايا البكترية فى محاليل منظمة لتركيز ايون الهيدروجين(حيث تنتج ايون الهيدروجين عندما يسحب من الوسط او تسحبه اذا انتج مما يساعد على ثبات ايون الهيدروجين فى الوسط)

- بكتريا محبة للملوحة : Halophilic bacteria

هى بكتريا تستطيع خلاياها مقاومة التركيزات العالية من الاملاح. ويرجع ذلك الى:

١. مقدرة نظمها الانزيمية على مقاومة التأثير المثبط للتركيزات العالية من الاملاح
٢. احاطة الخلايا بمادة دهنية او غير دهنية تمنع دخول الاملاح الى الخلية
٣. الطاقة المنطلقة والمستهلكة بمنطقة الغشاء البلازمى تحد من انتشار الاملاح داخل الخلية

ولو دخلت الاملاح تتوقف الخلية عن النمو

ولذا تستخدم هذه الخاصية لحفظ الاغذية لأنها تعيق نمو الكائنات الدقيقة

٨٠- الضوء الشمسى والاشعاعات

- مجموعة قليلة من البكتريا (البكتريا ذاتية التغذية) تتطلب وجود الضوء المرئى لكى تقوم بعملية البناء الضوئى
- اما الكائنات الحية الدقيقة الغير ذاتية التغذية فيعتبر الضوء من العوامل الضارة بها
- تتميز الاشعاعات ذات الموجات القصيرة الغير مرئية بقدرتها الفائقة على الابادة عن الضوء المرئى

٧٠- الضغط الجوى Atmospheric pressure

يقصد به الضغط الواقع على الاجسام التى تعيش على سطح الارض .

- **الكائنات التى توجد فى قمم الجبال يقع عليها ضغط اقل من الضغط الجوى العادى**
- **الكائنات التى تعيش فى قاع البحار والمحيطات فيقع عليها ضغط اعلى من الضغط الجوى العادى (الضغط العادى +الضغوط المائية Hydrostatic pressure)**

الكائنات التى تتحمل الضغط المائى العالى تسمى Baratolerant

عموما تنمو البكتريا تحت ضغط مائى مرتفع بصورة ابطا بسبب:

١. **الضغط المائى المرتفع**
٢. **انخفاض درجة الحرارة**
٣. **البط الشديد فى تحلل المواد العضوية فى القاع**

لاتنمو البكتريا اذا زاد الضغط المائى عن ١٠٠٠ ض.ج بسبب:

١. **تثبيط النشاط الانزيمى**
٢. **فقد الاغشية قدرة التحكم فى نفاذية المواد من والى الخلية**

٥٠- الجفاف Disiccation

- يطلق عليه الاهمية البينية لنشاط الماء
- وكما سبق لو انخفض الى ٠.٧ تتوقف الكائنات الحية عن النمو ولكن هناك عدد من الكائنات الدقيقة تقاوم الجفاف:

١. الجراثيم البكترية تقاوم الجفاف اكثر من الخلايا البكترية الخضرية (يختلف تاثير الجفاف تبعا لنوع الكائن وتركيبه) ميكروب السل من الميكروبات شديدة المقاومة للجفاف لاحتوائها على غشاء سميك من الدهون يقلل من جفافها.

اما بكتريا الكوليرا لاتتحمل الجفاف الا يومين فقط ،

بكتريا مرض الزهرى تموت لانها ذات جدار رقيق

٢. الخلايا الصغيرة > الخلايا الكبيرة

٣. الخلايا المستديرة > الخلايا العصوية

٤. الخلايا ذات الجدار السميك (Gram +ve) > الخلايا ذات الجدار الرفيع (Gram -ve)

٥. البكتريا ذات العلبة >ا لبكتريا بدون العلبة

- الجفاف بدون اى عامل يهلك الخلية يدخلها فى فترة كمون

٦٠- الضغط الاسموزى Osmotic pressure

- يؤثر مباشرا على سرعة واتجاه تيار الماء بين الوسط الخارجى (البيئة) والكائن الدقيق وبذلك يؤثر على استفادة الميكروب من الرطوبة كما يتحكم فى دخول وخروج المحاليل للخلية الميكروبية.
- ماذا يحدث لو وضعت الخلية الميكروبية فى محلول ضغطه الاسموزى:

١. مساوى للضغط الاسموزى داخل الخلية البكترية (بمساوى الاسموزية) لايحدث اى تأثير

٢. اقل من الضغط الاسموزى يعرف فى هذه الحالة بناقص الاسموزية فيندفع الماء الى الخلية بنسبة اكبر من معدل خروجه مما يؤدى الى انتفاخه وهو غير مناسب لنمو البكتريا ويؤدى الى موتها.

٣. اكبر من الضغط الاسموزى داخل الخلية يعرف فى هذه الحالة بزائد الاسموزية يكون معدل خروج الماء من الخلية البكترية اسرع من معدل دخوله فتنكمش الخلية ، يحدث بلزمة للخلية Plasmolysis فتموت الخلية

بكتريا محبة للاسموزية Osmophilic (تتحمل الضغوط الاسموزية العالية مثل مياه البحار)

٤٠-الرطوبة Moisture

- الماء هو عنصر الحياة للخلية البكترية

(لانها تتغذى بالانتشار حيث تذوب المواد الغذائية الازمة لحياتها فى الماء وايضا يحمل الماء نواتجها الايضية الى خارج الخلية وللمحافظة على رطوبة السيتوبلازم)

- يوجد الماء فى صورتين:
- Available (Free) , Non-available (bounded)
- يمثل حوالى ٧٠-٨٠% من مكونات الخلية
- كمية الرطوبة الموجودة بالوسط الموجودة به البكتريا هى التى تحدد نموه ومدى انتشاره ليس كمية الرطوبة الكلية للوسط (لان بعضها يكون غير ميسور)

•النشاط المائى : Water activity

١. للتعبير عن كمية الماء الحرة بماء الوسط
٢. هو عبارة النسبة بين الضغط البخارى للمذاب (المواد الذائبة فى ماء الوسط)/ الضغط البخارى للمذايب (الماء)
٣. تزيد قيمتها فى عدم وجود مواد مذابة بماء الوسط (الماء النقى "ن م= ١")
٤. الحد الادنى الازم لنمو الكائنات الدقيقة من النشاط المائى يتوقف على عوامل متعددة متعلقة بنوع الميكروب والظروف البيئية للميكروب
٥. النشاط المائى الازمة لنمو بعض الكائنات العادية (الغير مرضية) =٠.٩
٦. بينما الفطريات العادية =٠.٨
٧. لو انخفض الى ٠.٧ تتوقف الكائنات الحية عن النمو