



# علم البكتيريا

لطلاب الفرقة الثالثة

شعبة العلوم البيولوجية والجيولوجية

دكتور / معاذ محمد حامد محمد

مدرس الميكروبيولوجي- المعهد القومي لعلوم البحار والمصايد

## رؤية الكلية

تسعى الكلية الى مساعدة الجامعة فى تحقيق اهدافها الاستراتيجية من خلال ان تكون واحدة من الكليات المتميزة والمنافسة داخليا وخارجيا فى التعليم وخدمة المجتمع والبحث العلمى من خلال تحقيق مستوى رفيع من الاداء وتقديم خريج متميز يقابل الاحتياجات المتعددة بسوق العمل الداخلى والاقليمى والخارجى

## رسالة الكلية

تهدف كلية التربية بالغرندقة الى التميز من خلال:

- إعداد المربين والمعلمين المتخصصين والقادة إعداداً أكاديمياً ومهنياً وثقافياً فى مختلف التخصصات التربوية.
- تنمية القدرات المهنية والعلمية للعاملين فى ميدان التربية والتعليم بتعريفهم بالاتجاهات التربوية الحديثة.
- إجراء البحوث والدراسات فى التخصصات التربوية والمختلفة بالكلية.
- نشر الفكر التربوى الحديث واسهاماته لحل مشكلات البيئة والمجتمع.
- تبادل الخبرات والمعلومات مع الهيئات والمؤسسات التعليمية والثقافية المختلفة.
- تنمية جوانب شخصية الطلاب ورعاية الموهوبين والمبعدةين.

# فهرس الموضوعات

رقم الصفحة	العنوان	م
5	مقدمة	1
8	علم الأحياء الدقيقة	2
12	أكتشاف البكتيريا	3
17	تعريف البكتيريا	4
17	أهمية البكتيريا فى حياة الانسان والبيئة	5
20	الشكل الظاهري للبكتيريا	6
27	تركيب الخلية البكتيرية	7
27	الأسواط	8
33	الغلاف الخلوى	9
35	الجدار الخلوى	10
36	الغشاء البلازمى	11
37	عمليات النقل	12
38	المحتويات غير الحية	13
40	الجراثيم الداخلية (الأبواغ البكتيرية)	14
45	الامراض التى تسببها الجراثيم	15
47	النمو البكتيرى	16
47	متطلبات النمو البكتيرى	17
48	المغذية للمواد احتياجها حسب البكتريا تصنيف	18
49	الايوساط الغذائية	19
55	طرق التغذية فى البكتيريا	20
57	العوامل الفيزيائية والبيئية التى تؤثر على نمو البكتيريا	21
60	قياس النمو البكتيرى	22
65	منحنى النمو فى البكتيريا	23
68	التمثيل الغذائى البكتيرى	24
77	تنشيط النمو البكتيرى	25
78	طرق التحكم والسيطرة على الميكروبات	26
83	طريقة عمل المضادات الحيوية	27
90	بعض المجاميع البكتيرية وخصائصها	28
100	المراجع	29

# الفصل الاول

- مقدمة
- علم الاحياء الدقيقة
- أهمية الاحياء الدقيقة
- فروع علم الأحياء الدقيقة
- اكتشاف البكتيريا
- تعريف البكتيريا
- أهمية واضرار البكتيريا في الطبيعة وفي حياة الانسان
- حجم البكتيريا
- أشكال البكتيريا

## مقدمة

الميكروبات هي كائنات حية صغيرة توجد في كل مكان حولنا وهي صغيرة جدًا بحيث لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة. إنهم يعيشون في الماء والتربة والهواء. جسم الإنسان هو موطن لملايين هذه الميكروبات أيضًا ، والتي تسمى أيضًا الكائنات الحية الدقيقة. بعض الميكروبات تجعلنا مرضى ، والبعض الآخر مهم لصحتنا. الأنواع الأكثر شيوعًا هي البكتيريا والفيروسات والفطريات. هناك أيضًا ميكروبات تسمى البروتوزوا. هذه كائنات حية صغيرة مسؤولة عن أمراض مثل داء المقوسات والملاريا.

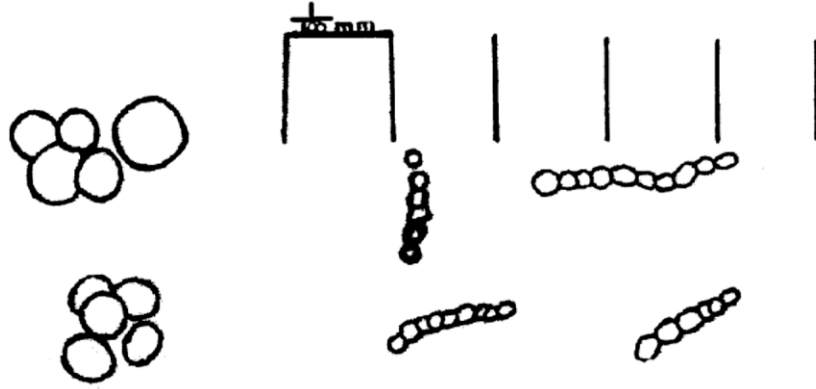
الكائنات الحية الدقيقة مصطلح يصعب تحديده بدقة. من الناحية العملية ، يشير إلى أي كائن حي صغير جدًا بحيث لا يمكن رؤيته بالعين المجردة وقطرها حوالي 0.1 إلى 0.2 ملم. أي شيء أقل من هذا لا يمكن رؤيته بدون مجهر من نوع ما ويكون بمعنى فضفاض كائنًا دقيقًا. في الممارسة العملية ، غالبًا ما يستخدم مصطلح الكائنات الحية الدقيقة لتشمل بعض الأشكال العيانية التي تنتمي إلى مجموعة مجهرية إلى حد كبير (على سبيل المثال ، الفطريات ، معظم الطحالب) ، ويستبعد بعض الأشكال المجهرية (على سبيل المثال ، بعض الحيوانات المجهرية التي على الرغم من صغر حجمها فهي متعددة الخلايا ذات أنسجة وأنظمة أعضاء متباينة).

الغالبية العظمى من الميكروبات أحادية الخلية أي أن الكائن الحي بأكمله يتكون من خلية واحدة. ومن الشائع أيضًا وجود خيوط من الخلايا متصلة من طرف إلى آخر على التوالي. في بعض الحالات ، خاصة في الفطريات والطحالب (التي يعتبر معظمها ميكروبات) ، هناك ممثلون متعدد الخلايا (غالبًا ما يكون مجهرًا أيضًا). حتى في هذه الأشكال ، لا يتم تنظيم الخلايا التي يتكون منها الكائن الحي في أنسجة وأعضاء شديدة التباين. يبدو أن التمايز بين أنواع مختلفة ومختلفة جدًا من الأنسجة وتنظيم هذه الأنسجة المختلفة في أعضاء كان اختراعًا تطوريًا للنباتات والحيوانات وحدها (مع بعض التمايز البدائي للأنسجة في الطحالب والفطريات).

يتفق العلماء على أن عمر الأرض يبلغ 4.5 مليار سنة ، وقد نشأ عن اندماج الحطام المتبقي بعد تشكل الشمس. كان في الأصل حارًا جدًا لدرجة حرارة الماء السائل من حرارة الانهيار الجاذبي ومن التحلل الإشعاعي في قلبه. كما تم قصفها باستمرار بأحجار نيزكية كبيرة أطلق تأثيرها الكثير من الطاقة بحيث لا يستطيع أي شيء البقاء على قيد الحياة. من المتفق عليه عمومًا أن الأرض بردت إلى درجات حرارة صالحة للسكن (أقل من 100 درجة مئوية) منذ حوالي 4.0 مليار سنة وأن القصف النيزكي قد خفت حوالي 3.8 مليار سنة. من قبيل الصدفة ، هذا يتعلق بعمر أقدم الصخور ، وتظهر هذه الصخور أدلة كيميائية على الحياة الميكروبية. بعد ذلك بوقت قصير (في الزمن الجيولوجي) ، منذ حوالي 3.5 مليار سنة ، توجد أدلة أحفورية على الميكروبات. من

الواضح أن الحياة نشأت على الأرض فور سماح الظروف بذلك. لقد كان المجهر أداة للجيولوجيين مثلها مثل علماء الأحياء. ابتداءً من القرن التاسع عشر ، تم فحص التنظيم المجهري للحبيبات المعدنية في الصخور عن طريق وضع شظايا صغيرة جدًا من الصخور تحت المجهر والنظر من خلال الحواف الرقيقة جدًا. عندما يكون الصخر رقيقًا جدًا (بترتيب 0.1 مم) ، يكون شفافًا ويمكن للضوء أن يمر عبره ليكشف عن هيكله. لذلك كان من الطبيعي أن يبحث الجيولوجيون في مرحلة ما في شظايا الصخور بحثًا عن الكائنات الدقيقة الأحفورية. يتكون وشاح الأرض من طبقة فوق طبقة من الصخور ، مع ، ما لم يتم إعادة ترتيب الصخور بواسطة الحركات التكتونية ، فإن أحدث صخرة على القمة والأقدم في القاع ، ما لم يتم إعادة ترتيب الصخور بواسطة الحركات التكتونية. تحتوي الصخور العلوية ، المقابلة للربع الأخير من تاريخ الأرض ، على أحافير عيانية ؛ صخرة القاع ، ثلاثة أرباع تاريخ الأرض ، قاحلة من الحفريات المرئية. تم التعرف على هذا الانقطاع حتى في زمن داروين ، وعلق داروين على الظهور المفاجئ على ما يبدو للحياة في العصر الجيولوجي المسمى الكمبري. كان من الواضح أن حياة ما قبل الكمبري كانت مجهرية ، وبالتالي ، كان الجيولوجيون مهتمين بإمكانية وجود أحافير مجهرية. ومع ذلك ، فهي نادرة جدًا ، ولم يتم اكتشاف أول أحافير مجهرية قبل العصر الكمبري إلا في القرن العشرين.

في عام 1918 ، رأى إي مور أحفوريًا بكتيريا زرقاء في صخور ما قبل الكمبري ، وأبدى جون جرونر ملاحظات مماثلة في عام 1923 وبورتون أشلي في عام 1937 (الشكل 1). لكن الاهتمام تضاعف ؛ تم توضيح هذه النقطة ، واستمر انتباه الجيولوجيين. بعد الحرب العالمية الثانية ، أنتجت العلوم النووية طرقًا جديدة ودقيقة لتأريخ الصخور (لم تكن تواريخ الصخور قبل ذلك أكثر من مجرد تخمينات متعلمة). أدى هذا إلى إدراك أن دراسة منهجية للأحافير الدقيقة قد تكشف عن تاريخ نشأة الحياة على الأرض ، وكان هناك اهتمام متجدد بالحفريات الميكروبية. كشفت هذه الدراسات أن الكائنات الحية المعقدة والخيطية المشابهة لبدائيات النوى الحديثة موجودة في الصخور منذ ما يقرب من 3.6 مليار سنة (الشكل 2). يعود عمر الصخور القديمة إلى حوالي 3.8 مليار سنة. حتى الآن ، لم تظهر هذه الحفريات. علم الأحياء الدقيقة الحديث هو علم معقد. يتم تنظيف الصخور التي سيتم فحصها عدة مرات وتكسيدها إلى قطع صغيرة بمطرقة ، ثم يتم قطع المقاطع الرقيقة (عادة حوالي 100 ميكرومتر) بمنشار دقيق للفحص المجهري. يتم سحق بقية عينة الصخور وتحليلها كيميائيًا لمعرفة كمية الكربون الموجودة ونسبة 13 درجة مئوية إلى 14 درجة مئوية (والتي يمكن أن تشير إلى ما إذا كان الكربون من أصل بيولوجي). في بعض الأحيان يتم فحص الصخور لمركبات معينة ، مثل مشتقات الكلوروفيل أو الجزيئات المعقدة الأخرى ، والتي تشير إلى وجود الحياة.



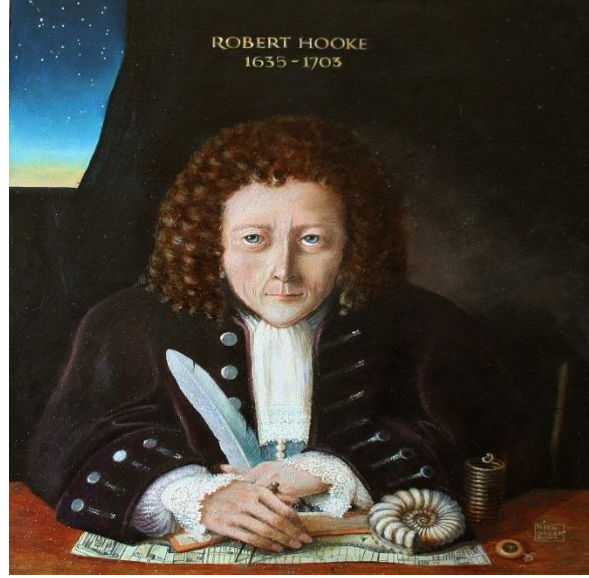
الشكل 1: رسم مور عام 1918 للحفريات الميكروبية



الشكل 2: صورة مجهرية حديثة للميكروبات الأحفورية عمرها 3.5 مليار سنة.

في الواقع ، المؤرخون ليسوا متأكدين من هوية الشخص الذي سجل الملاحظات الأولى للكائنات الحية الدقيقة ، حيث ورد أنه بين 1590-1608 تمكن شخص هولندي يُدعى زكريا يانسن من تطوير أول مجهر مركب ، ولكن ما هو مؤكد هو ذلك أصبح المجهر متاحًا في منتصف القرن السابع عشر ، عندما سجل العالم الإنجليزي روبرت هوك قدم الملاحظات الأولى لخيوط فطرية بين خلايا إحدى العينات التي كان يفحصها. في عام 1676 ، سجل تاجر هولندي يدعى أنتون فان ليفينهوك - ملاحظات أكثر دقة للكائنات الحية الدقيقة ، والتي أطلق عليها (الحيوانات) بعد أن طور المجهر الذي استخدمه روبرت هوك ، والذي يكبر الأشياء 20-30 مرة

ليتمكن من التكبير أكثر من 200 مرة واستمر هذا الرجل حتى وفاته عام 1723 واستكشف هذا العالم الجديد ويعتبر حتى يومنا هذا أول من قدم وصفاً دقيقاً للأوليات والفطريات والبكتيريا.



### علم الأحياء الدقيقة

هو العلم الذي يهتم بدراسة الكائنات الحية الصغيرة الحجم و التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة بل نحتاج إلى استخدام المجهر الذي يقوم بتكبير صورة الجسم إلى أضعاف ما هي عليه , وتشمل هذه الكائنات: البكتريا ، الفيروسات ، البروتوزوا ، الركتسيا ، الطحالب و الفطريات).

### أهمية الأحياء الدقيقة

تعتبر الأحياء الدقيقة أحد المكونات التي لا غنى عنها في النظام البيئي فلولاها لا يمكن إتمام دورات بعض العناصر كالكربون والأوكسجين والنتروجين والفسفور في النظام البيئي لليابسة والمياه كما تعتبر المصدر الأساس للعناصر الغذائية لكل سلسلة غذائية في النظام البيئي. وتستخدم الأحياء الدقيقة على نطاق صناعي واسع كإنتاج الأغذية، المضادات الحيوية، اللقاحات، الفيتامينات، الإنزيمات والكثير من المنتجات الأخرى، وفي الواقع فإن علم التقانات الأحيائية يعتمد أساسا على علم الأحياء الدقيقة.

إن علم الأحياء الدقيقة أصبح يستخدم في شتى مناحي الحياة مثل:

1. أساس علم الباثولوجيا (علم الامراض)
2. استخدامات عسكرية في صناعة الأسلحة البيولوجية.



3. انتاج واستحداث المضادّات الحيويّة.
4. صناعة وتطوير اللّقاحات.
5. بعض الصّناعات.
6. الإلمام بهذا العلم يساعد على حماية الإنسان و النّبات والحيوان من أخطار هذه الكائنات الدّقيقة.
7. استخدام بعض الأنواع للقضاء على أنواع أخرى غير مرغوب فيها او مسبّبة في أضرار للإنسان أو المحاصيل عن طريق المحاربة الهستونية.
8. تساعد علماء الهندسة الوراثيّة والتّعديل الجيني في فهم طبيعّية الحمض النووي DNA و RNA.
9. تساعد علماء التّطور الطّبيعي في معرفة ومتابعة مسالك وطرق التّطور التي أخذتها الحياة على الأرض.

### فروع علم الأحياء الدقيقة

يمكن تصنيف علم الأحياء الدقيقة إلى فرعين أساسيين هما علم الأحياء الدقيقة (النقي) وعلم الأحياء الدقيقة التطبيقي و يضم كل منهما مجموعة من الفروع الثانوية وهي كالآتي:

#### علم الاحياء الدقيقة النقى ويضم:

1. علم البكتريا
2. علم الفطريات
3. علم الاوليات الحيوانية
4. علم الطحالب
5. علم طفيليات
6. علم المناعة
7. علم الفيروسات

#### علم البكتيريا

• البكتيريا (البكتريولوجى) هو احد افرع علم الاحياء الدقيقة (الميكروبيولوجى) الذي يعتبر بدوره احد اهم افرع علم الحياة (البيولوجى).

• علم الحياة (Biology) هو العلم الذى يهتم بدراسة جميع الكائنات الحية من حيوان ونبات وكائنات دقيقة.

• كلمة Biology يونانية مشتقة من كلمتين او من مقطعين :

Bio=Bios = Life : حياة

logy= Logos = Science : علم

• وقد تم هذا الاكتشاف بواسطة العالمان: لامارك (Lamarck) و تريفيرانوس (Treviranus)

• يتفرع علم الحياة بالنسبة لنوع الكائنات الحية التي ندرسها إلى الأفرع التالية:-

1- علم الحيوان (Zoology) يُعنى بدراسة الحيوانات من جميع الزوايا

2- علم النبات (Botany) يُعنى بدراسة النباتات من جميع الزوايا

3- علم الكائنات الدقيقة (Microbiology) يهتم بدراسة الكائنات الحية الدقيقة.

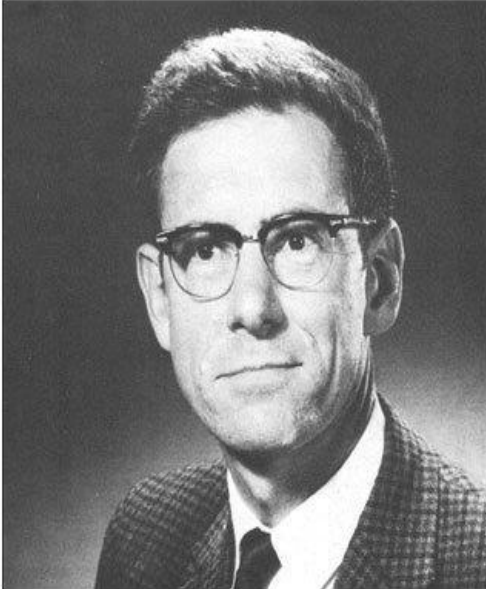


### علم الكائنات الدقيقة

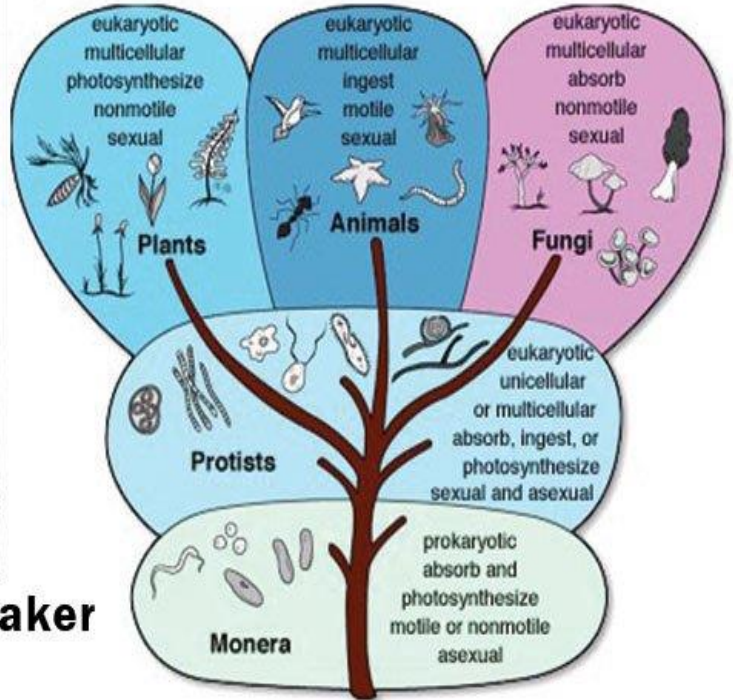
يهتم بدراسة الكائنات الحية الدقيقة التي لا ترى بالعين المجردة مثل البكتيريا والطحالب والفطريات. وبعض العلماء يفضلون إدراج هذه العلم ضمن علم النبات ولا يميلون إلى فصل الكائنات الدقيقة عن النبات. إلا أن البعض الآخر يميل إلى فصل هذه الكائنات في مملكة مستقلة عن المملكة النباتية ويدرسونها تحت هذا الفرع وذلك لأنه وجدت بعض الكائنات الحية مثل طحلب اليوجلينا يشترك مع الحيوان في صفة الحركة ويشترك مع النبات في وجود الكلورفيل لذلك وضعت في فرع مستقل. كان أنطون فان ليفنهوك أول من اكتشف الكائنات الحية في عام 1675، عن طريق مجهر قام بتصميمه. عام 1866م قام عالم الحيوان الألماني إرنست هنريخ هيكل بتقسيم الكائنات إلى ثلاث ممالك وهي مملكة الحيوان- مملكة النبات

ومملكة الطلائعيات وهو اول من وضع الكائنات الحية فى مملكة مستقلة. كما انه تحدّث عن فكرة البروتيستا او الاوليات لأول مرة وضم إلى مجموعتها أنواعاً عديدة من الكائنات الحية بما فيها الفطريات، والإسفنجيات. بعد اكتشاف الميكروسكوب الالكترونى وجد ان الاوليات يوجد منها حقيقيات النواة وهى الكائنات ذات الخلية الواحدة التي لها نواة محددة وعضيات. والعضيات تركيبات تقوم بوظائف معينة مثل البروتيستا او الطلائعيات التي تشمل الطحالب ومنها بدائيات النواة وهى الكائنات ذات الخلية الواحدة التي ليست لها نواة محددة أو عضيات في مجموعة تسمى مونيرا التي هى البكتيريا.

بعد ذلك جاء العالم نظام ويتيكر لتصنيف الكائنات الحية هو تصنيف وضعه العالم الأمريكي روبرت ويتيكر (Robert Whittaker) عام 1969م يضع الكائنات الحية ضمن خمس ممالك: الودحانات والطلائعيات و الفطريات والنباتات والحيوانات. عاشت أوليات النواة وحدها على كوكب الارض لأكثر من بليون سنة. بقيت الأكثر عدداً و الاوسع انتشاراً بين الكائنات الحية الاخرى على الارض. الكتلة الحية الكلية لأوليات النواة أكثر بعشرة أضعاف من حقيقيات النواة. تطور كل من البدائيات وحقيقيات النواة Eukarya في يومنا الحاضر من سلف مشترك عبر عملية نقل جيني معقدة بين سلالات من أوليات النواة prokaryotic. تتماثل بعض جينات البدائيات مع جينات البكتيريا ، و بعضها تتماثل مع جينات حقيقيات النواة ، والبعض يقتصر وجوده على البدائيات .



**Robert Harding Whittaker**  
(1920 – 1980)



## أكتشاف البكتيريا

ولد أنتون فان ليفنهوك Anton van Leeuwenhoek عام 1632م. في دلفت هولندا. مفتقداً لتعليم مدرسي متقدم، مارس فان ليفنهوك تجارة الأقمشة واعتقد أنه سيكمل حياته في البيع والشراء. لكن فان ليفنهوك كان محباً لاستطلاع العالم المحيط به ومهتماً بالرياضيات. وبتتقيف ذاتي بحت، تمكن من حصد ما يؤهله من المعلومات الرياضية للعمل كمساح للأراضي إضافة إلى وظيفته الأصلية، كما قرأ ما تيسر له عن العالم الطبيعي من حوله. لكنه لم يتقن سوى اللغة الهولندية، وهذا لم يقدر على الاطلاع على أي منشورات أو بحوث علمية- إذ كانت تنشر جميعاً باللاتينية أو الفرنسية. دخلت الميكروسكوبات هولندا عام 1620م. وكان كريستيان هويجر Christian Huygens و روبرت هوك أول عالمين يستفيدان علمياً من هذا الاختراع المذهل. كما قاما بتصميم ميكروسكوبات ثنائية العدسات (عدستان زجاجيتان داخل ماسورة معدنية ضيقة).



استرق فان ليفنهوك النظر في الميكروسكوب لأول مرة عام 1657م، فراقه ما رأي وامتدت وشائج الصداقة بينهما. جرب فان ليفنهوك ميكروسكوب ثنائي العدسات، ولكن خاب أمله عندما لاحظ تشوه الرؤية به وضعف قدرته التركيبية. فقام بصنع أول ميكروسكوب له مستعملاً عدسة واحدة شديدة الانحناء بغية الزيادة في التكبير. و في عام 1673م، صنع فان ليفنهوك ميكروسكوبا بقوة تكبير 270 ضعفاً للحجم الأصلي، فمكنته من رؤية أشياء بطول واحد من المليون من المتر. كان ليفنهوك متحفظاً جداً بشأن عمله، ولم يدع أحداً يشاهد ميكروسكوباته الجديدة. بدأ فان ليفنهوك دراساته المجهرية بأشياء يقدر أن يركبها على رأس دبوس كاجزاء

من فم النحل، البراغيث، شعرات الإنسان... الخ، فشرح ورسم ما رأى بتفصيل دقيق. وفي عام 1674م، طَوَّر ميكروسكوبه بما يمكنه من التركيز على صحن مستو فأدار اهتمامه إلى دراسة السوائل كقطرات الماء، خلايا الدم.. الخ. كانت هذه الدراسات الأخيرة لعام 1674م وراء اكتشافه العظيم.

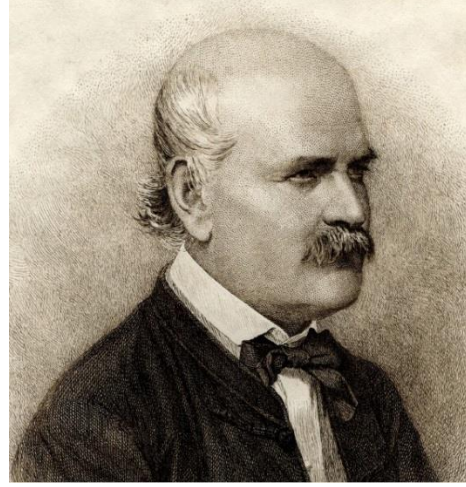
إذ اكتشف طليعياً مجهرياً (بكتيريا) في كل قطرة من قطرات الماء الذي كان يعاينه، مكتشفاً بذلك الحياة المجهرية التي لا ترى بالعين المجردة. ثم وسَّع فان ليفنهوك من نطاق بحثه عن هذه الكائنات الدقيقة فوجدها في كل مكان: على رموش عين البشر، على البراغيث، في الغبار، وعلى الجلد، فرسمها ووصفها برسوم ممتازة دقيقة، كل رسمة كانت تكلف فان ليفنهوك أيام لإنهائها. و باعتباره هاوياً، كان عليه أن يحسن من معلوماته العلمية، فدأب على ذلك خلال فترة فراغه عن العمل عَصراً وفي ساعات الصباح الأولى. ولكن خجله من قلة مهاراته اللغوية وتهجئته الضعيفة (حتى في اللغة الهولندية) حالاً دون نشره لأية مقالات حول اكتشافاته المبهرة.

وأخيراً في أوائل عام 1676م: اقتنع فان ليفنهوك بجدوى إرسال رسائله ورسوماته إلى المجمع الملكي بلندن، الذي تولى ترجمتها إلى الإنجليزية. شكَّل هذا الجمع الموسع للرسائل (التي كُتبت وجمعت على مدى عقود) أول وأفضل خريطة إلى العالم المجهرية. فما لاحظته فان ليفنهوك قوَّض العديد من المعتقدات العلمية حينذاك وقَدَّمه عقوداً-إن لم يكن قرونًا-على باحثي زمانه. كان أول من أشار إلى البكتيريا سبباً للعدوى والمرض (و لم يصدقه أحد لحد إثبات باستير لذلك عام 1856م). كما لاحظ فان ليفنهوك أن بمقدور الخلّ قتل البكتيريا وبالتالي دعا بقابليته على تعقيم الجروح. ومجدداً، انتظر العالم قرنين من الزمان لتصبح ملاحظة فان ليفنهوك ممارسة طبية قياسية. مضت 200 سنة أيضاً قبل أن يتمكن أحد من تصميم ميكروسكوب أفضل من ميكروسكوب فان ليفنهوك. ولكن بقي لميكروسكوب فان ليفنهوك شرف اكتشاف العالم المجهرية البالغ الأهمية.

### العالم سيملويس والنظرية الجرثومية للمرض

لم تكن النظرية الجرثومية للمرض قد تطورت بشكل كامل حتى عام 1870 ، ولكن قبل 30 عاما من ذلك ، قام طبيب في فيينا يدعى إينغناز سيملويس باكتشاف مهم جدا ولكنه لم يكن مقبولا على الإطلاق في ذلك الوقت ، حيث كان يعمل سيملويس كطبيب توليد في مستشفى في فيينا ، وكان معدل ارتفاع الوفيات في الأمهات والرضع مرتفعا للغاية بسبب الإصابة المعروفة الحمى النفاسية ، ولاحظ سملويس أن القاعة التي تديرها القابلات (مقدمى الرعاية الصحية أو المولدات) كان معدل الوفيات أقل بكثير من الجناح الذي يديره

الأطباء ، وفي ذلك الوقت ، كان الأطباء يذهبون من مريض إلى آخر دون غسل أيديهم .وبالتالي فإن البكتيريا التي تسبب حمى النفاس تنتقل بسهولة حول الجناح ، واقترح سيملويس أن الأطباء يجب أن تطهر ايديها بعد كل مريض ، وترتدى معاطف نظيفة للجناح ، وملابس مختلفة للغرفة ، وتم تنفيذ ذلك بعد وفاة عدد كبير من المرضى ، وأدى ذلك إلى انخفاض كبير في معدلات الوفيات .



غير أن سيملويس قال أن الأطباء كانوا يؤدون عملا أسوأ من القابلات ، وأدى ذلك إلى كره زملائه له ، وفصل من منصبه ، وبعد ذلك حصل على وظيفة أخرى في مستشفى أخرى ، وقدم نفس الملاحظات والتحسينات ، وقدم سيملويس مرة أخرى انتقادات شديدة وققد وظيفته ، وتوفى في عام 1865 في مؤسسة عقلية حيث انهم اعتبروه مجنون ، ولم يعيش لرؤية نظرية الجسيمات الصغيرة غير المرئية للعين المجردة مثل البكتيريا التي يمكن أن تحمل الأمراض المعدية من شخص لآخر .



## لويس باستور وروبرت كوخ واكتشاف البكتيريا

تم الحصول على دليل قاطع من خلال العديد من العلماء على وجود البكتيريا ، ولكن الأدلة الأكثر أهمية جاءت من عمل لويس باستور وروبرت كوخ في 1860 و 1870 ، وأظهر باستور أن الكائنات الحية الدقيقة تنمو في المرق ، ولكن لم يحدث أي نمو أو إفساد للمرق إذا تم غليها ، وذلك لأن الغليان يقتل البكتيريا والكائنات الحية الدقيقة الأخرى . وعملية الغليان للحفاظ على المواد الغذائية الطازجة تسمى البسترة ، وأظهر روبرت كوخ أن مرض الجمره الخبيثة يحدث بسبب البكتيريا ، ووضع المعايير الأساسية التي أثبتت النظرية الجرثومية وتسمى الآن مفاهيم كوخ ولا تزال تستخدم اليوم لإثبات أن البكتيريا تعتبر عامل معدي يسبب الأمراض .



Eukaryonta	Prokaryonta	
تمتلك نواة يحيط بها غشاء نووي	يتكون الجهاز الحامل للصفات الوراثية من شريط حلزوني مزدوج من الـ DNA مغمور بسيتوبلازم الخلية. (كروموسوم بكتيري)	1
وجود البروتين القاعدي الهستون وهو من الفروق الأساسية حيث يعتبر جزء متمم لتكوين الكروموسوم	غياب البروتين القاعدي الهستون من الـ DNA	2
وجود الأغشية التي تحيط بالتراكيب السيتوبلازمية	غياب الأغشية المحددة للتراكيب السيتوبلازمية وأن وجدت فهي عبارة عن امتدادات من الغشاء السيتوبلازمي	3

4	صبغات التمثيل الضوئي أن وجدت فأنها توجد داخل حويصلات أو أكياس غشائية رقيقة محاطة بامتدادات من الغشاء السيتوبلازمي	صبغات التمثيل الضوئي توجد داخل تراكيب خاصة يحيط بها غشاء تعرف بالبلاستيدات الخضراء
5	أنزيمات التنفس توجد في الغشاء السيتوبلازمي	أنزيمات التنفس توجد في أجسام غشائية متخصصة تسمى الميتوكوندريا
6	لا توجد فجوات تخزينية لذلك فإن المواد المخزنة توجد حرة في السيتوبلازم مثل الجليكوجين - الدهون - قطرات الكبريت	توجد فجوات تخزينية داخلها المواد المخزنة
7	الريبوسومات صغيرة الحجم لها ثابت ترسيب S 70 وهي موزعة في السيتوبلازم وبشكل غير منتظم .	الريبوسومات أكبر حجماً لها ثابت ترسيب S 80 وهي منتظمة على الشبكة الأندوبلازمية
8	الجدار الخلوي يتميز بوجود الميورين في تركيبه الكيميائي	الجدار الخلوي لا يتميز بوجود الميورين في تركيبه الكيميائي
9	تحمل بعض أفرادها أسواط تساعد على الحركة	تحمل بعض أفرادها أهداب تساعد على الحركة



## تعريف البكتيريا

البكتيريا هي إحدى الكائنات الحية الدقيقة، ذي خلية واحدة، ولها اشكال عديدة فمنها ما يشبه العصيات، ومنها ما هو على شكل كورة، كما أنها تتواجد على شكل تجمعات بأشكال مختلفة أيضاً كشكل عنقود العنب، أو السبحة، وتسمى هذه التجمعات الأغشية الحيوية "بيوفيلم"، حيث إنها تصبح قادرة على العمل بشكل أفضل، وحماية نفسها من خلال هذا التجمع، وتتراوح أحجام البكتيريا بشكل كبير فمنها ما لا يتجاز أبعادها النصف ميكرومتر، ومنها ما يصل إلى خمسة ميكرومترات، ويعتقد بأنها أول الكائنات التي عاشت على سطح الأرض، ولها علم متخصص بها في الأحياء. البكتيريا كائنات حية لا ترى بالعين المجردة بدائية النواة و لغياب الغشاء النووي، فان ال DNA يوجد سائب في الخلية على شريط حلزوني مزدوج. بلازميدات البكتيريا وحيدة الخلية ذات تركيب خلوي تقوم بجميع الوظائف الحيوية وهي إما مفردة أو في تجمعات وهي متباينة التغذية إما مترمة أو ذاتية التغذية او متطفلة أو متكافلة. تتكاثر بالانقسام الثنائي أي أن عددها يتضاعف كل فترة معينة والفترة التي تفصل بين انقساميين متتالين تسمى الزمن الجيلي.

## أهمية البكتيريا في الطبيعة وفي حياة الانسان

تعدّ البكتيريا إحدى الكائنات الحية التي تعيش حولنا في جميع الأوقات والتي لها أيضا تأثير كبير على حياتنا اليومية بالرغم من كونها كائنات لا تُرى بالعين المجردة. والعديد من الناس يعرفون من البكتيريا الجوانب السلبية التي تسببها للإنسان؛ كالأضرار المختلفة التي تسببها للإنسان والتي تكون صعبة جداً في كثير من الأحيان، ولكن البكتيريا في الحياة لا تقتصر على الجوانب السلبية بل إن لها أهمية كبيرة في حياة الإنسان بحيث لا يستطيع الإنسان العيش على سطح الأرض من دون هذه البكتيريا. إذ إن أول ما تفيد فيه البكتيريا والتي تنعكس على حياة الناس وعلى كوكب الأرض بأكمله هو أنها تدخل في دورة المواد والعناصر المختلفة على سطح الأرض، فالبكتيريا الموجودة في التربة وفي المحيطات تقوم بتفكيك المواد العضوية المختلفة الموجودة في تلك المناطق وتحولها إلى مواد أساسية كانت تتكون منها، ومن ثم تكمل هذه المواد دورتها في الحياة فبعضها يصعد إلى الهواء وبعضها يبقى في التربة فيزيد من خصوبة هذه التربة، فلذلك تعمل البكتيريا على توفير السماد الطبيعي للنباتات الموجودة في التربة، كما أنّ البكتيريا الموجودة في المياه تعمل على تنظيف المياه وتنقيتها من العديد من المواد العضوية وغير العضوية التي تسبب تلوث المياه.

كما أنّ البكتيريا الموجودة في داخل جسم الإنسان تلعب أيضاً دوراً هاماً في حياته فليست جميعها من النوع الذي يسبب الأمراض، إذ إنّ البكتيريا الموجودة في داخل الجهاز الهضمي للإنسان على سبيل المثال

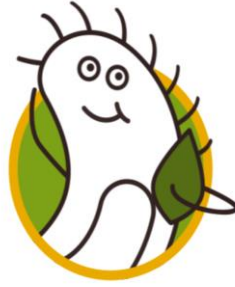
تعمل على تحليل المواد الغذائية التي تدخل الجسم فتساعد بذلك في عملية الهضم. للبكتيريا العديد من الاستعمالات المختلفة في حياة الإنسان وفي الصناعات المختلفة، كما أنّ لها دوراً هاماً في الجانب الاقتصادي أيضاً، إذ إنّها على سبيل المثال تدخل في تصنيع المواد الغذائية المختلفة التي نقوم باستهلاكها يومياً، وربما كانت أبسط الأمثلة على ذلك هي البكتيريا التي تقوم بتحويل الحليب إلى مشتقاته المختلفة، فبعض أنواع البكتيريا تساعد في تحويل الحليب إلى الزبدة، واللبن، والجبن، وغيرها. وكذلك فإنّها تستخدم في المجالات الطبية أيضاً، فهي تدخل في إنتاج بعض الفيتامينات على سبيل المثال كفيتامين ب وفيتامين K ، وتدخل أيضاً في إنتاج الإنسولين والذي يستعمل لعلاج السكري، كما يتم استخدامها لإنتاج المضادات الحيوية وبعض المواد الأخرى، وبالإضافة إلى ذلك تدخل البكتيريا في الصناعات المختلفة غير الصناعات الغذائية والدوائية كصناعة الجلود على سبيل المثال. هذه بعض من فوائد البكتيريا ويوجد غيرها الكثير، ومنها ما زال غير مكتشف حتى وقتنا الحالي أيضاً.

#### ■ الأنشطة المفيدة للبكتيريا:

- يدخل في صناعة الالبان وإنتاج الخل والزبد وتخمير العلف الحيواني
- تخمر البكتيريا للسكريات والبروتينات والمركبات العضوية وتستخدم في إنتاج الاسيتون والمفرقات وأفلام التصوير والكحول وحامض اللاكتيك والسيترك .
- تحلل بقايا النباتات والحيوانات والانسان وإعادة عناصرها للتربة في صورة بسيطة حيث تتغذي عليها النباتات بامتصاصها بصورتها البسيطة
- تثبيث النيتروجين في النبات وإنتاج السماد البلدى
- تستخدم أنواع منها في تحليل المركبات الهيدروكربونية المعقدة والتخلص من بقايا المتفجرات ومعالجة مياه الصرف الصحي والتخلص من الملوثات.
- بعض البكتيريا تعيش في جذور النباتات وتثبت النيتروجين وتجعله بصورة يسهل استخدامها.
- تستخدم البكتيريا في القضاء على الافات الضارة بالمحاصيل الزراعية (المقاومة الحيوية) والتي تقضي على الديدان واليرقات والفطريات الممرضة في التربة يكن التحكم في المحتوى الوراثي لهذه الكائنات فيما يعرف بالهندسة الوراثية لتصبح قادرة على إنتاج المركبات العلاجية الهامة مثل هرمون

الأنسولين ومركبات الأنتريفيروتستخدام في القضاء على الآفات الزراعية الضارة لمقاومة الفطريات الممرضة والديدان واليرقات (المقاومة البيولوجية).

- تعيش في امعاء الانسان وتحد من الإصابة بالسرطان وتساعد على إنتاج حامض اللاكتيك وتثبط نمو بكتيريا التعفن كما تنتج الفيتامينات ب 1 وب 2 وب 6 وب 12 وحامض الفوليك.
- تستخدم في إنتاج الإنزيمات الهامة المحللة للبروتينات والإنزيمات المحللة للمواد الكربوهيدراتية والدهون وإنتاج العقاقير الطبية مثل المضادات الحيوية المثبطة لأنواع من البكتيريا الممرضة.



#### ■ الأنشطة الضارة للبكتيريا

- تستخدم في إنتاج الإنزيمات الهامة مثل المحللة للبروتينات. تسبب أمراض للنباتات مثل الفحة النارية في الكمثري وعفن جذور القطن والجرب في البطاطس
- تسبب فساد الأغذية مثل الحليب واللحوم والخضروات .
- تنتج المكورات العنقودية *Staphylococcus aureus* سم خارجي لا يتأثر بالغليان يؤدي للتسمم الغذائي
- تفرز السالمونيلا سم داخلي نتيجة لتناول الغذاء مع الميكروب
- بكتيريا كلوستريديوم بوتولينيوم تسبب التسمم البوتوليني الناتج عن سم خارجي الذي يصيب الجهاز العصبي ويؤدي الى الموت بعد 36 ساعة
- تسبب البكتيريا بعض الامراض الخطيرة التي تنتقل بالرداذ مثل التدرن الرئوي والالتهاب الرئوي كما أن بكتريا *Clostridium tetani* تسبب التيتانوس.

- هناك بكتيريا مسؤولة عن أمراض السيلان والزهري والجمرة الخبيثة والحمى المالطية التي ينتقل عبر الالبان ولحوم الحيوانات المصابة.



### الشكل الظاهري للبكتيريا

تعتبر دراسة الشكل الظاهري (أحجام – أشكال – تجمعات ) للبكتيريا أحد الافرع الأساسية لعلم البكتيريا وتعتبر الانفتاح الأول في التصنيف.

### حجم البكتيريا

الأحجام النسبية لمختلف الكائنات المجهرية وغير المجهرية. لاحظ أن الفيروس النموذجي يقيس حوالي 100 نانومتر ، أي 10 مرات أصغر من البكتيريا النموذجية (~ 1 ميكرومتر) ، والتي تكون على الأقل 10 مرات أصغر من خلية نباتية أو حيوانية نموذجية (~ 10-100 ميكرومتر). يجب أن يكون قياس الجسم حوالي 100 ميكرومتر ليكون مرئيًا بدون مجهر.

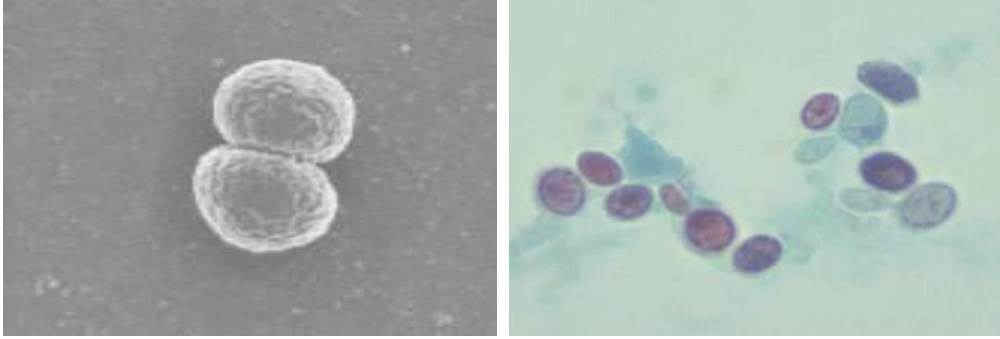
- وحدة القياس المستخدمة في علم الجراثيم هي الميكرون (الميكرومتر) وهو جزء من ألف من المليمتر.
- البكتيريا ، بشكل عام ، هي عُشر حجم الخلية حقيقية النواة. في المتوسط ، يتراوح حجم البكتيريا من 0.5 إلى 5 ميكرومتر.
- ومع ذلك ، يمكن أن تكون صغيرة مثل 0.3 ميكرومتر وكبيرة تصل إلى 0.7 ملم.
- يبلغ حد الدقة بالعين المجردة حوالي 200 ميكرون ، وبما أن العديد من البكتيريا أصغر من هذا الحجم ، فلا يمكن رؤيتها بالعين المجردة.
- يتراوح حجم البكتيريا الشائعة مثل الإشريكية القولونية من 1.1 إلى 1.5 ميكرومتر في القطر.

- لقد لوحظ أن حجم البكتيريا له دور كبير في بقاء الكائنات الحية.
- نظرًا لحجمها الصغير ، فهي قادرة على البقاء وحتى الازدهار في بيئات مختلفة غير محتملة مثل الرواسب العمودية في البيئة البحرية.
- نظرًا لعدم وجود كائنات أخرى في مثل هذه البيئة ، يمكن للبكتيريا الاستفادة من الموارد المتاحة.
- إلى جانب ذلك ، فإن صغر حجم البكتيريا يدعم التطفل والقدرة على البقاء في المناطق ذات التغذية المنخفضة.
- تسمح نسبة مساحة السطح العالية أيضًا للبكتيريا بأخذ جميع العناصر الغذائية اللازمة للبقاء مع السماح بالنمو والتكاثر المطرد.

### أشكال البكتيريا

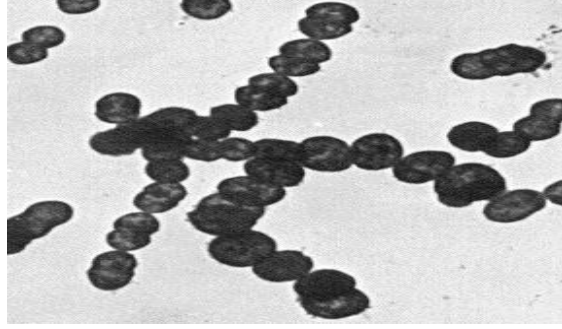
#### أولا: أشكال البكتيريا الكروية وتجمعاتها :

- 1- كروية مفردة: وهي بكتيريا الترمم تعيش في الماء والهواء.
- 2- بكتيريا كروية ثنائية: تترتب البكتيريا في أزواج حيث يتم الانقسام مرة واحدة مثال البكتيريا المسببة للسيلان والبكتيريا المسببة للالتهاب الرئوي. *Streptococcus pneumonia and Neisseria gonorrhoeae*



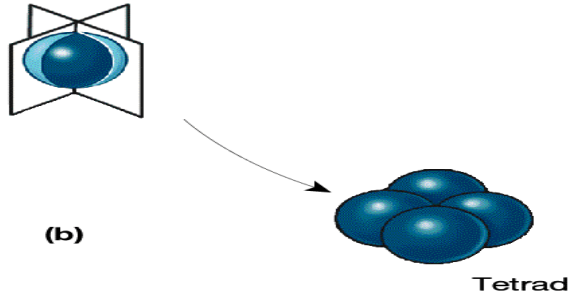
#### 3- بكتيريا سبحية Streptococci

- هي عبارة عن كرويات في سلاسل تترتب بجوار بعضها وهي تنتج من اقسامات في مستوى واحد مثل بكتيريا الالبان والبكتيريا المسببة للحمى القرمزية *Spyogens and Streptococcus lactase*



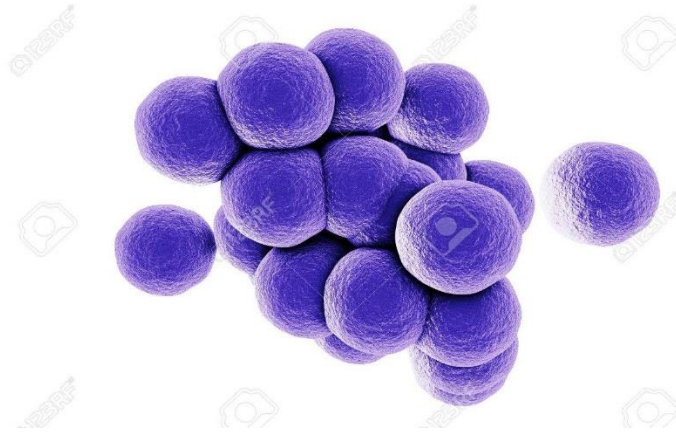
#### 4- بكتيريا رباعية Tetrads

وهي تتكون من انقسام الخلية المفردة انقساميين متتالين في مستويين متعامدين وتظل كل اربعة خلايا متصلة مثال البكتيريا المترمة والبكتيريا المتطفلة على الإنسان *Micrococcus tetragenia*



#### 5- بكتيريا عنقودية Staphylococcus

وهي تشبه عنقود العنب وتنقسم الخلية عدة انقسامات في محاور غير منتظمة مثال لها البكتيريا التي تصيب الجلد بتقرحات *Staphylococcus aureus*



## 6- بكتيريا كروية مكعبة *Sarcina*

تكون كل مكعب من ثمانية خلايا ملتصقة مع بعضها البعض وهي تنتج من انقسام الخلية المفردة ثلاثة انقسامات متعامدة فتكون الشكل المكعب *Sarcina lutea* وتوجد مترممة في التربة والهواء



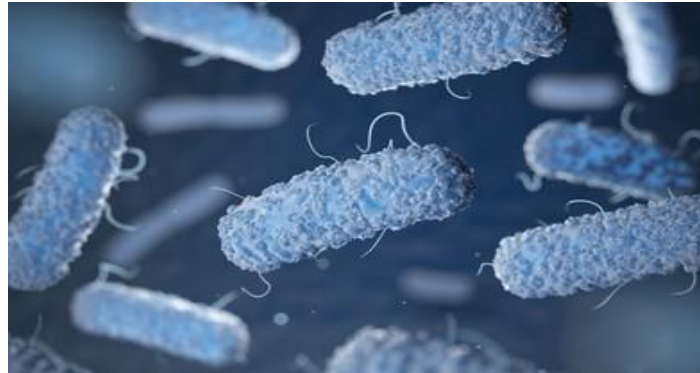
### ثانياً: أشكال البكتيريا العصوية وتجمعاتها :

هذه خلايا على شكل قضيب تشبه أيضاً المكورات ، تظل إما مفردة أو متصلة بخلايا أخرى. تعد بكتيريا العصيات من أوائل البكتيريا التي نشأت ، ويقال إن هذا الشكل ليس مفيداً مثل الأشكال الأخرى. تم افتراض ذلك عند ملاحظة سلوك خلايا الإشريكية القولونية الخيطية التي ، على الرغم من حركتها والتوجيه الكيميائي ، تتحرك ببطء ولا يمكن أن تتعثر لتغيير الاتجاه.

### **1- العصوى**

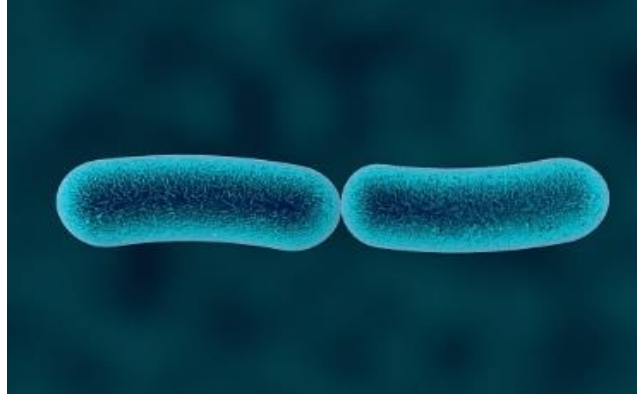
العصيات هي البكتيريا التي تتخذ شكل قضيب وتتواجد كخلايا مفردة. يمكن أن تشكل هذه البكتيريا الأبواغ الداخلية وهي لاهوائية اختيارية.

أمثلة: *Salmonella enterica* subsp و *Bacillus cereus* و *Salmonella choleraesuis*.



## 2- ثنائى العصيات

- كما هو الحال في الكروية الثنائية ، يوجد عصوية أيضًا في أزواج. بعد انقسام الخلية ، لا تنقسم الخليتان وتنموان في ترتيب متصل. أمثلة: *Coxiella burnetii* و *Klebsiella rhinoscleromatis* و *Moraxella bovis*.



## 3- العقدية العسوية

- في هذه المجموعة ، يتم ترتيب البكتيريا في سلاسل. ينتج هذا عن انقسام الخلية في سلسلة واحدة. أمثلة: *Streptobacillus moniliformis* و *Streptobacillus Levaditi* و *Streptobacillus felis* و *Streptobacillus hongkongensis*.

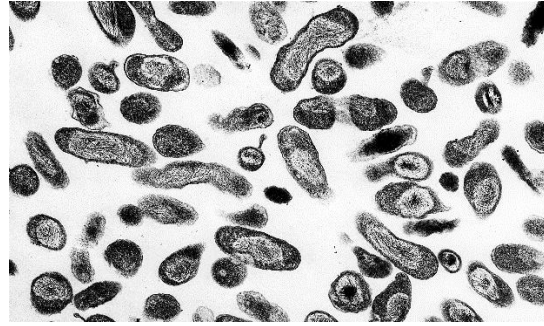




#### 4- العصيات الكروية

كوكوباسيلي

كما يوحي الاسم ، تشبه العصيات الكروية كلاً من العصيات وكذلك العصويات. هذه أقصر في الحجم وبالتالي تبدو قصيرة. أمثلة: المتدثرة الحثرية ، إنفلونزا المستدمية ، *Gardnerella vaginalis*.



# الفصل الثانى

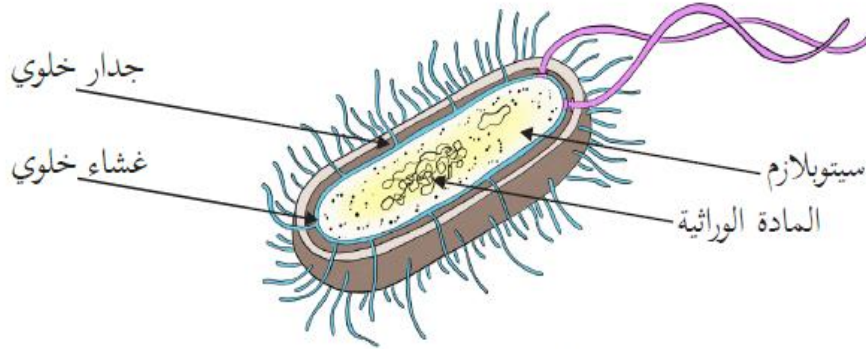
- تركيب الخلية البكتيرية
- الأسواط
- الزوائد الشعرية (البيلي)
- الحركة في البكتيريا عديمة الاسواط
- الكشف عن الحركة فى البكتريا
- الغلاف الخلوى
- الكبسولة والجليكوكليكس
- الجدار الخلوى
- الغشاء البلازمى
- الجراثيم الداخلية (الأبواغ البكتيرية)
- السيتوبلازم

## تركيب الخلية البكتيرية

قبل اكتشاف الميكروسكوب كان يعتقد ان الخلية عبارة عن كيس مملوء بالانزيمات ولكن بعد اكتشاف الميكروسكوب تبين انها عبارة عن مجموعة من التراكيب الداخلية والخارجية. المناطق التركيبية الاساسية للخلية البكتيرية:

- 1- الطبقة السطحية (الاسواط – زوائد شعرية).
- 2- الغلاف الخلوي (الكبسولة والجليكوكليكس - الجدار الخلوي- الغشاء البلازمي).
- 3- المنطقة السيتوبلازمية (السيتوبلازم – الريبوسومات- المادة الوراثية).

\* أتمل الخلية البكتيرية الآتية وأكمل:



\* البكتيريا كائن حي وحيد الخلية يتكون من خلية واحدة، ومن مكوناتها:

1. جدار خلوي
2. غشاء خلوي
3. سيتوبلازم
4. المادة الوراثية

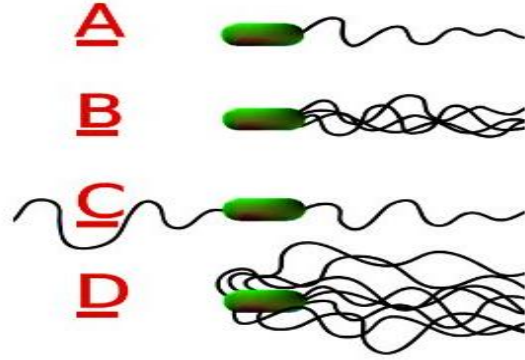
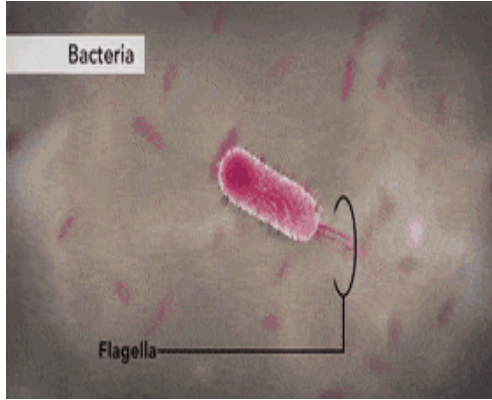
### اولا الأسواط:

- هي زوائد رفيعة خيطية الشكل وطويلة يبلغ طولها أضعاف طول الخلية البكتيرية
- هي اعضاء الحركة في الخلية البكتيرية
- تتكون من بروتين يسمى فلاجيلين
- يصل سمك الاسواط في اوليات النواة الى 20 نانومتر وهي ارفع من الاسواط في حقيقات النواة.

تقسم البكتيريا تبعا لعدد الأسواط وتوزيع الأسواط على سطحها الى:

- وحيدة السوط: يخرج سوط واحد من أحد أطرافها مثل البكتيريا مثال: البكتيريا الضمية *Vibrio cholera*.

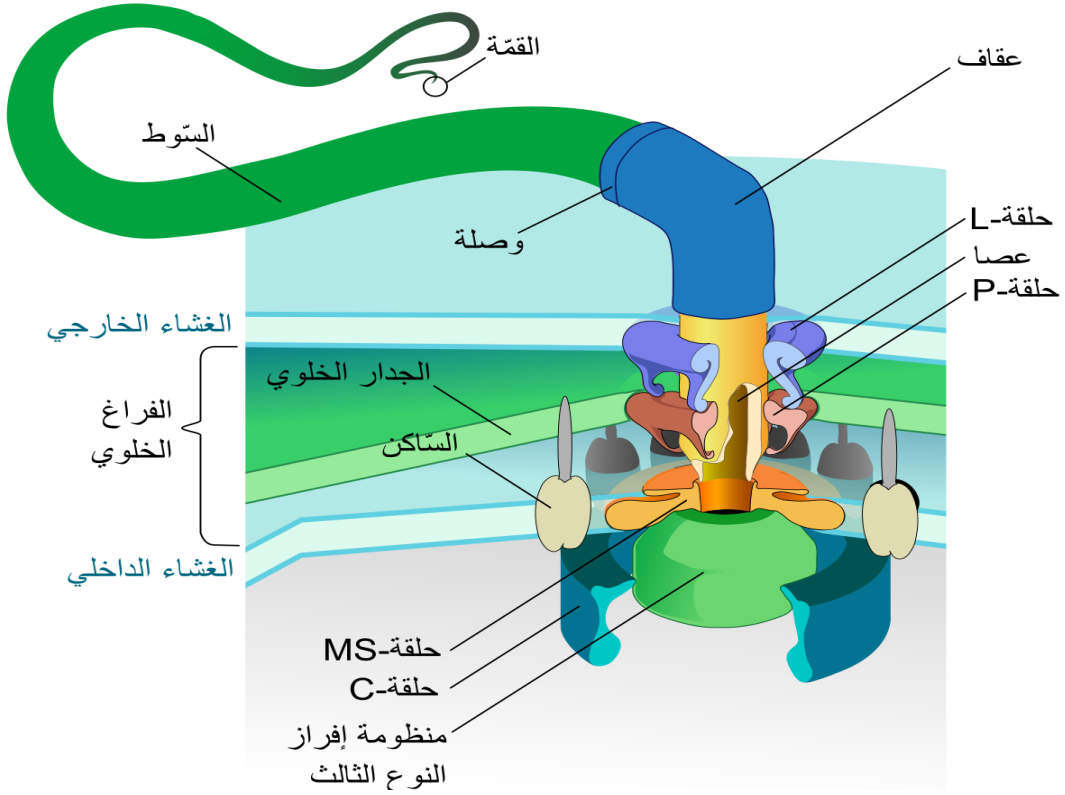
- سوطية الطرف: بكتيريا ذات مجموعة من الأسواط تخرج من أحد أطرافها مثل البكتيريا الحلزونية  
*Spirillum serpens*
- سوطية الطرفين: وفيها يخرج سوط واحد مثل *Pseudomonas* أو مجموعة أسواط من طرفي الخلية مثل *Treponema pallidum*
- محيطية الأسواط: وفيها تخرج الأسواط من كل محيط الخلية مثل بكتيريا الأزوتوبكتتر *Azotobacter*



### تركيب السوط

يتركب السوط من:

- 1- الخيط هو الجزء الموجود خارج خارج الخلية ويكون متموجا ذا قناة مفتوحة ويتكون من الياق من بروتين الفلاجيلين.
- 2- الخطاف وهو يعمل كدعامة للخيط تركيبه منحنى الشكل ويخترق الجدار الخلوي ويتصل بالجسم القاعدي بواسطة القضيب والطرف البعيد يتصل بالخيط
- 3- الحبيبة القاعدية او الجسم القاعدي وهو عبارة عن مجموعة من الحلقات تربط الخيط والخطاف بالغشاء السيتوبلازمي وهي عبارة عن جهاز محرك يقوم بتدوير الخيط مما يسمح للخلية بالسباحة في البيئات المختلفة.

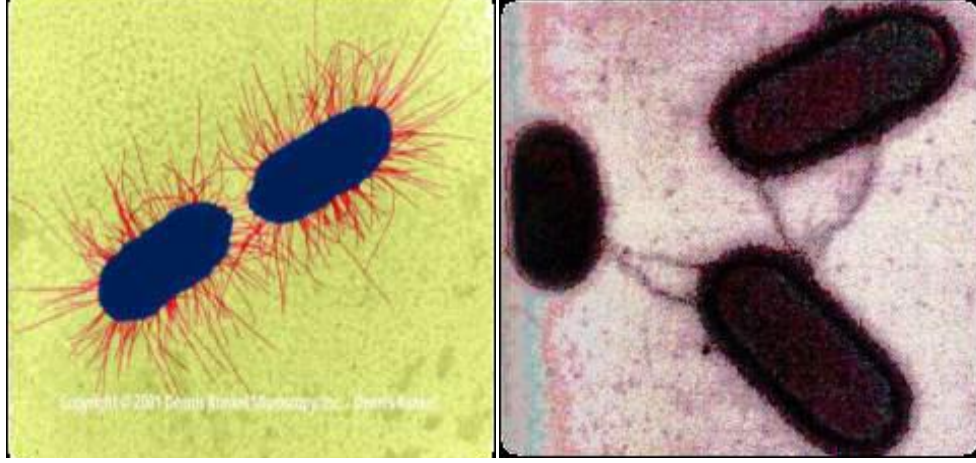


## ثانيا: الزوائد الشعرية (البيلي)

خيوط أو زوائد دقيقة جدًا وأصغر من الأسواط وتوجد فقط في بعض البكتيريا سالبة الجرام المعزولة حديثًا (قطرها أقل من 10 ميكرون وطولها ميكرومتر واحد). لها دور في الاقتران الجنسي للخلايا البكتيرية (تجعل الخلايا تلتصق ببعضها البعض). يتراوح عددهم بين واحد إلى 400 لكل خلية. عادة ما تشارك الشعيرات الدموية الشائعة (تسمى دائمًا *fimbriae*) في الالتصاق المحدد (التعلق) بدائيات النوى بالأسطح في الطبيعة. في الحالات الطبية، تعتبر من المحددات الرئيسية للفوعة البكتيرية لأنها تسمح لمسببات الأمراض بالالتصاق (استعمار) الأنسجة و / أو مقاومة هجوم خلايا الدم البيضاء البلعمية.

### ومنها نوعين:

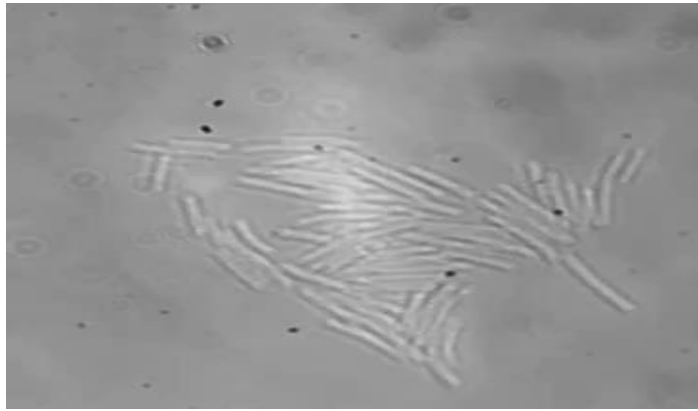
- 1- **الفمبريا**: وهي زوائد التصاقية تساعد على التصاق البكتيريا الممرضة بخلية العائل وتمكنها من الحصول على الغذاء.
- 2- **زوائد جنسية**: تتوسط عملية التزاوج الجنسي حيث تشكل قناة تنتقل خلالها المادة الوراثية بين البكتيريا خلال التزاوج.



## الحركة في البكتيريا عديمة الاسواط

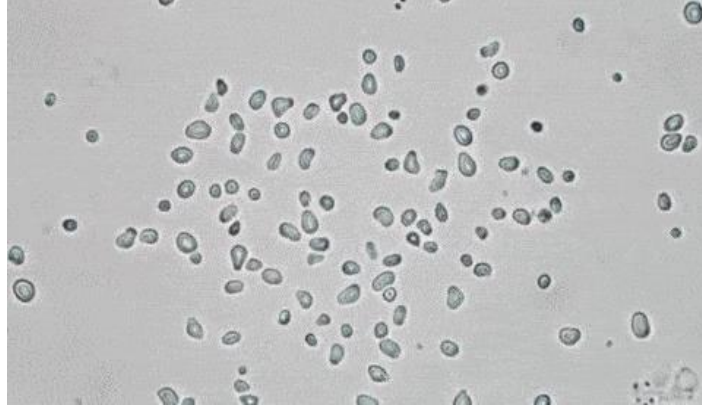
### 1- الحركة الانزلاقية

تعرف على أنها انتقال سلس للخلايا على الأسطح من خلال عملية نشطة؛ أي تتطلب استهلاكاً للطاقة، لكنها لا تتطلب وجود الاسواط وهي حركة تحدث نتيجة لانقباضات نموذجية في البروتوبلازم تحت الجدار الخلوي وتحدث عندما تكون البكتيريا في وسط صلب، ولأحدث في الوسط السائل كما في البكتيريا الهلامية.



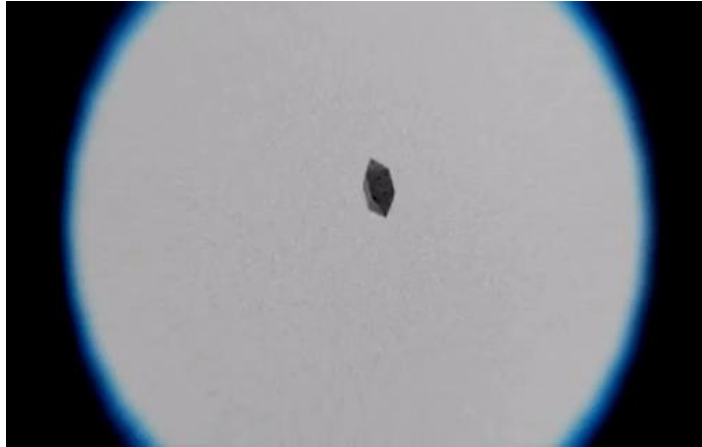
### 2- الحركة البروانية العشوائية

حركة ناتجة عن تصادم البكتيريا بجزيئات الوسط الذي تعيش فيه



### 3- خاصية الانجذاب

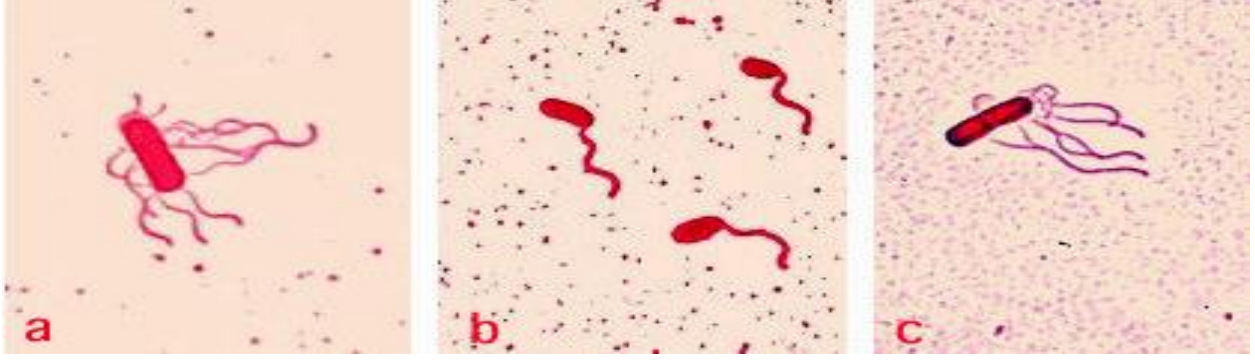
فى هذه الحالة تكون الخلية البكتيرية غير قادرة على الحركة ولكنها تتجذب لمؤثرات معينة مثل الانجذاب الكيمايى حيث تبدأ الخلية البكتيرية بالاحساس ببعض المركبات الكيمايية الموجودة فى الوسط المحيط بها والانجذاب تجاهها اذا كانت مفيدة لها والابتعاد عنها اذا كانت ضارة. هناك ايضا انجذاب ضوئى وانجذاب مغناطيسى وغيرها.



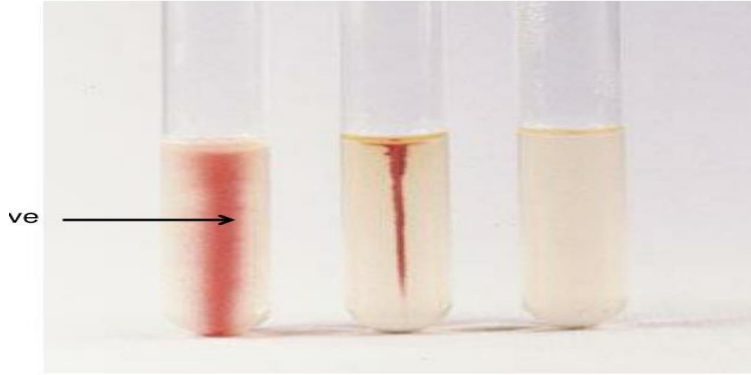
### الكشف عن الحركة فى البكتريا

نظرًا لأن الحركة هي المعيار الأساسي لتعريف وتحديد البكتيريا ، فقد تم تطوير العديد من التقنيات لإثبات الحركة البكتيرية ، بشكل مباشر أو غير مباشر.

1. **صبغة الاسواط:** باستخدام اصباغ معينة وطريقة صبغة تختلف عن صبغة الخلية البكتيرية نفسها تحدد وجود الاسواط وتظهر نمط توزيعها. إذا كانت البكتيريا تمتلك سوطًا ، فيفترض أنها متحركة.



2- اختبار الحركة في الاوساط الغذائية: يوضح اختبار الحركة ما إذا كانت الخلايا يمكنها السباحة في وسط شبه صلب ام لا حيث يتم تلقیح وسط شبه صلب بالبكتيريا باستخدام إبرة تلقیح مستقيمة (الحقن العميق) ثم تحضن البكتيريا بعد الحضانة ، إذا كان من الممكن ملاحظة التعكر (الغيوم) بسبب نمو البكتيريا بعيدًا عن خط الحقن ، فهذا دليل على أن البكتيريا كانت قادرة على السباحة عبر الوسط واذا وجد النمو البكتيري فقط في مكان الحق فهذا يعني ان البكتيريا غير متحركة.



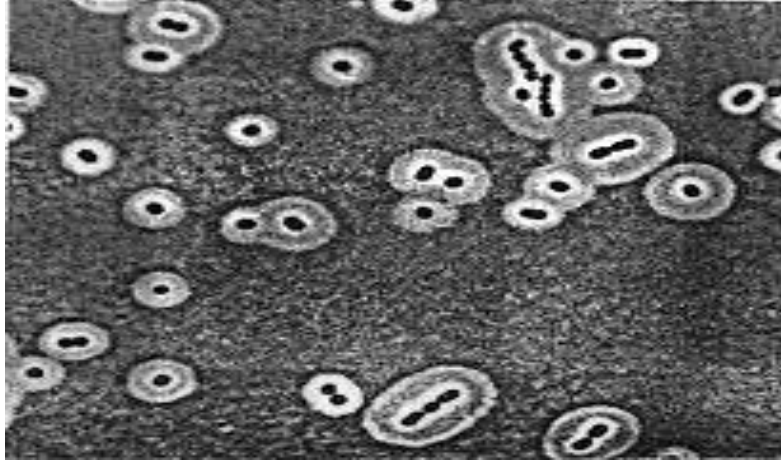
3- الفحص الميكروسكوبي المباشر: وذلك عن طريق فحص البكتيريا الموجودة في وسط سائل وملاحظة حركة البكتيريا من احد جانبي الشريحة الى الطرف الاخر حيث لا يحدث تداخل مع الحركة البراونية الناتجة عن التصادم مع جزيئات الوسط الموجودة فيه.



### ثالثا- الغلاف الخلوى (الكبسولة والجليكوكليكس - الجدار الخلوى- الغشاء البلازمى)

#### اولا: الكبسولة

تفرز بعض البكتيريا مواد عضوية لزجة خارج الخلية على هيئة طبقة تعرف بالعلبة وتنتشر بالبيئة المحيطة ويطلق عليها الطبقة الهلامية وكلا من العلبة والطبقة الهلامية تعتبر مواد غذائية مخزنة خارج الخلية وتتكون العلبة من دهن مفسفر وعديد الببتيد وعديدات التسكر وهى التى تعطى للخلية صفة الامراضية. يوجد ايضا نوع معين من الكبسولة يسمى الجليكوكلس تغلف الخلية البكتيرية ويساعدها على الالتصاق بخلية العائل أو سطح المادة الغذائية حيث تعمل كقنوات لنقل بعض المواد الانزيمية الى الوسط الذي تعيش فيه كما تعمل كمادة واقية من العوامل الضارة.



#### وظائف الكبسولة

- 1-تساعد الخلية على الالتصاق بالاسطح.
- 2- تعمل كمخازن للسكريات عندما تعيش الخلية فى بيئة غنية بالسكريات.
- 2- تمنع ضرر البكتيريا بفعل المضادات الحيوية والبروتوزوا وكرات الدم البيضاء.
- 3- تقوم العلبة بحماية البكتيريا من الظروف البيئية غير المناسبة مثل الجفاف وإذا تواجدت البكتيريا المغلفة حول جذور النباتات الصحراوية فتزيد نسبة الرطوبة وتقاوم الجفاف. أما عند وجود العلبة حول البكتيريا المسببة

لبعض الامراض فيكون دورها في حماية الخلية من الإفرازات التي يفرزها الجسم لمقاومة هذه البكتيريا مثل البكتيريا المسببة لمرض الالتهاب الرئوي

4- كما تسبب تسوس الاسنان يعمل كغلاف سميك يلتصق بالأسنان لتكوين طبقة البلاك وهو مثال لتكوين البيوفيلم.

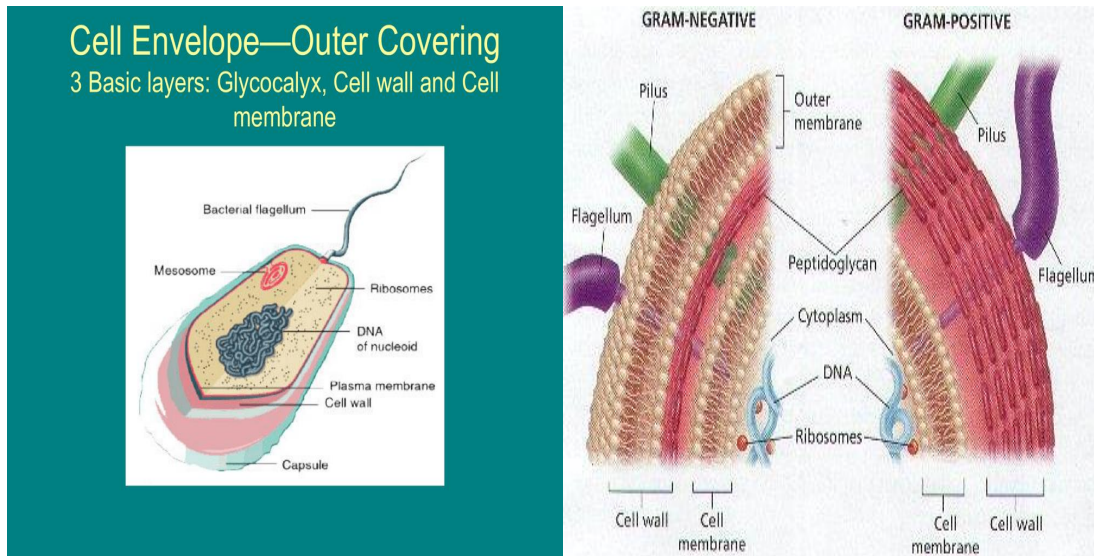
#### علاقة الكبسولة بالإمراضية البكتيرية

- إذا كانت المستعمرات الملساء مسببة للأمراض (مسببة للأمراض) ، فإن الطافرات الخشنة ليست كذلك. هذا يعني أن الفوعة مرتبطة بحدوث الكبسولة.
- المكورات العقدية الطافرة هي البكتيريا المسؤولة عن تسوس الأسنان. حيث تلتصق هذه البكتيريا بالغشاء الرقيق المحيط بالأسنان بواسطة مجموعة من البروتينات الموجودة على سطح الخلية.
- تنمو الخلية البكتيرية وتخلق نوعاً من الكبسولة تسمى كبسولة ديكستران ، والتي تساعد الخلية على الارتباط بطبقة المينا ثم تكوين غشاء حيوي بسماكة 300-500 خلية.
- تكسر البكتيريا سكر السكروز ثم تحوله إلى جلوكوز وفركتوز ، حيث تستخدم الفركتوز كمصدر للطاقة في عملياتها البيولوجية.
- تتراكم طبقات الجير على الأسنان مسببة اصفرارها.
- يتحول الاصفرار إلى تسوس
- عملية إزالة بلمرة الدكسترون إلى جلوكوز ثم استخدام الجلوكوز كمصدر للكربون.
- ينتج عن عملية إزالة البلمرة تكوين حمض اللاكتيك الذي يعمل على إزالة الكالسيوم من الأسنان ثم يحدث التسوس.



## ثانياً: الجدار الخلوي

- للبكتيريا الحقيقية جدار خلوي عبارة عن غشاء صلب يحيط بالبروتوبلازم ويساعد على حماية الخلية من التدمير الميكانيكي والضغط الاسموزي.
- الضغط الاسموزي هو الضغط الناتج عن اختلاف التركيز بين البيئة المحيطة والخلية وقد يؤدي الى انفجار الخلية.
- يتراوح سمكه ما بين 10-20 نانومتر ويمثل حوالي 20% من الوزن الجاف للخلية .
- قابلية الجدار الخلوي للصبغ بالطرق العادية قليلة وبذلك فإنه لا يشاهد إلا باستعمال طرق صبغ خاصة تتلخص في معاملة الخلايا بحمض التانيك الذي باتحاده مع المواد المكونة للجدار يزيد من سمكه ومن قابليته للصبغ.
- قوة الجدار الخلوي ترجع أساساً لوجود تركيب معقد مرتبط مع مركبات أخرى يسمى وهو الببتيدوجليكان وهو الهيكل الرئيسي للجدار البكتيري ويختلف تركيب الجدار في الخلية البكتيرية عن النبات الراقى فهو لا يحتوي على السيليلوز ولا يحتوي على الكيتين كما في الفطريات.
- الببتيدوجليكان هو مركب من عدد من وحدات متعددة ومعقدة Heteropolymer بعضها كربوهيدراتية والبعض الآخر أحماض أمينية
- الكربوهيدرات الداخلة في تركيبه عبارة عن مركبين هما السكر الأميني N-acetyl glucose amine والآخر هو N-acetyl muramic acid موجودين في تتابع تبادلي مرتبطة ببعضها بروابط 1-4 بيتا جليكوزيدية .



## يمكن إثبات وجود جدار الخلية بعدة طرق

- تليخ ببق خاصة: ضع طبقة مثبتة بالحرارة بحمض التانيك (5-10%) ، وغلها بالماء المقطر (يتغير البروتين ولن يمتص البقعة) ، ويمكن تليخ الجدار بعد ذلك بـ 0.2% بلور مائي البنفسجي.
- انحلال البلازما للخلية: سوف تنكمش محتويات الخلية في محلول مفرط التوتر تاركة الجدار دون تقلص ومن ثم يمكن تليخها بسهولة.
- تدمير الخلايا بطرق مختلفة: عن طريق الموجات فوق الصوتية في وجود مسحوق الزجاج ، أو التحلل الذاتي وهضم البروتوبلازم دون التأثير على الجدار. ثم يمكن فصل الجدار عن الخلية المدمرة عن طريق الطرد المركزي. يمكن إجراء فحص تحضيرات الجدار بواسطة المجهر الإلكتروني.

## جدران الخلايا هي هياكل فريدة من نوعها

- الهياكل الأساسية للبقاء ، كما هو موضح أعلاه.
- تتكون من مكونات فريدة لا توجد في أي مكان آخر في الطبيعة.
- وهي من أهم المواقع التي تتعرض فيها المضادات الحيوية لهجوم.
- أنها توفر روابط للالتزام ومواقع مستقبلات الأدوية أو الفيروسات.
- تسبب أعراض المرض لدى الحيوانات.
- أنها توفر التمييز المناعي والاختلاف بين سلالات البكتيريا.

## ثالثا الغشاء البلازمي

1. حاجز تناضحي أو نفاذية
2. موقع أنظمة النقل لمذابات معينة (مغذيات وأيونات)
- 3 - وظائف توليد الطاقة ، بما في ذلك أنظمة نقل الإلكترون في الجهاز التنفسي والتمثيل الضوئي ، وإنشاء قوة دافعة للبروتون ، وقاعدة ATP لتوليف ATP عبر الغشاء
4. تخليق الدهون الغشائية (بما في ذلك عديدات السكاريد الدهنية في الخلايا سالبة الجرام)
5. توليف مورين (جدار الخلية ببتيديوغليكان)
6. تجميع وإفراز البروتينات خارج الهيولى
7. تنسيق تكاثر وفصل الحمض النووي مع تكوين الحاجز والانقسام الخلوي
8. الانجذاب الكيميائي (كل من وظائف الحركة والاستشعار)
9. موقع نظام الإنزيم المتخصص

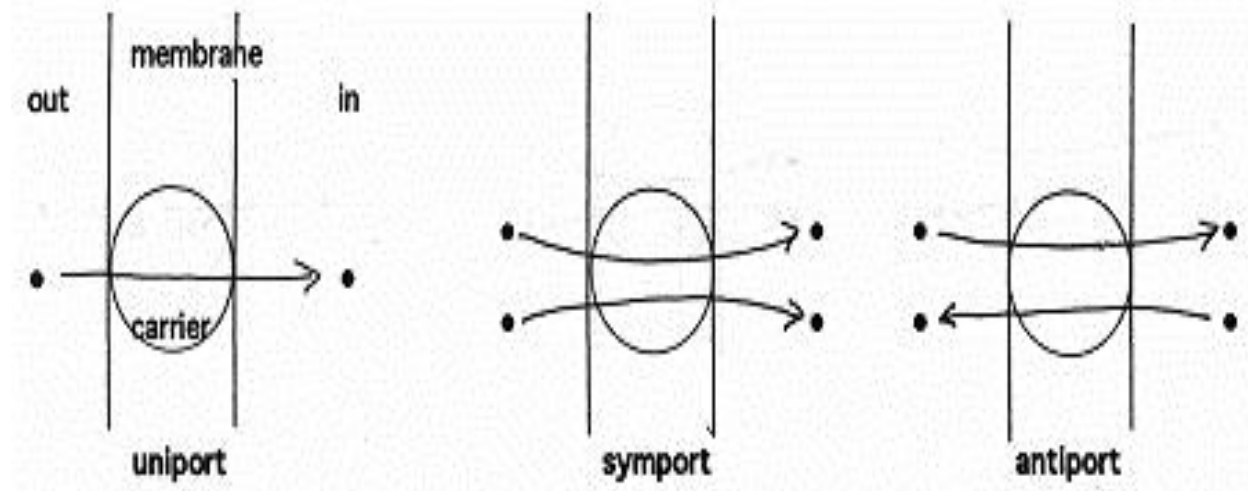
- الغشاء السيتوبلازمي عبارة عن غشاء ثنائي الطبقات يتم تثبيته بفعل القوى الكارهة للماء بين بقايا الأحماض الدهنية والقوى الكهروستاتيكية بين الرؤوس المحبة للماء.
- تتكون الأغشية البكتيرية من 40% فسفوليبيد و 60% بروتين. الدهون الفسفورية عبارة عن جزيئات مذبذبة ذات رأس جليسرين قطبي مائي مرتبط عبر رابطة استر بذيول من الأحماض الدهنية غير القطبية الكارهة للماء ، والتي تشكل بشكل طبيعي طبقة ثنائية في البيئات المائية.
- تشتت داخل الطبقة الثنائية العديد من البروتينات الهيكلية والإنزيمية التي تؤدي معظم وظائف الغشاء.
- تعتبر بمثابة بنية مائع طرية ومرنة وموقع النقل النشط أو نظام نفاذية الركيزة. يتم توسط تدفق المواد وتدفعها عن طريق بروتينات الغشاء.

### عمليات النقل

يشار إلى البروتينات التي تتوسط في مرور المواد المذابة عبر الأغشية باسم أنظمة النقل والبروتينات الحاملة والبروتينات والبيرميز.

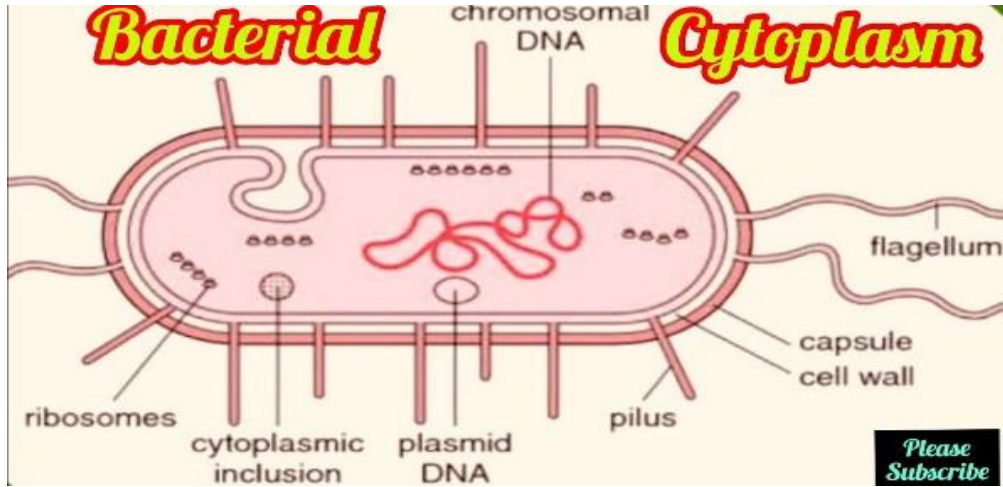
تعمل أنظمة النقل بوحدة من ثلاث عمليات نقل.

1. في عملية أحادية القارب ، يمر المذاب عبر الغشاء بشكل أحادي الاتجاه.
2. في عمليات symport (تسمى أيضاً cotransport) ، يجب نقل مذابين في نفس الاتجاه في نفس الوقت
3. في عمليات antiport (وتسمى أيضاً بالانتشار التبادلي) ، يتم نقل مادة مذابة واحدة في اتجاه واحد في وقت واحد حيث يتم نقل المذاب الثاني في الاتجاه المعاكس.



## رابعاً السيتوبلازم

تشتمل المكونات السيتوبلازمية للخلايا بدائية النواة دائماً على الكروموسوم بدائية النواة والريبوسومات. الكروموسوم عبارة عن جزيء دائري كبير من الحمض النووي ، خالٍ من السيتوبلازم وأحياناً مع قطع أصغر من الحمض النووي خارج الصبغيات تسمى البلازميدات (الجينوم الكامل). يرجع المظهر الحبيبي المتميز للسيتوبلازم بدائية النواة إلى وجود وتوزيع الريبوسومات. الريبوسومات بدائية النواة هي S70 (وحدة Svedberg) في الحجم ، وتتألف من S30 و S50 وحدات فرعية. تتكون ريبوسومات S80 من حقيقيات النوى من S40 و S60.



## المحتويات غير الحية

تحتوي البكتيريا على مكونات غير حية على هيئة حبيبات صغيرة مثل حبيبات الجليكوجين والدهون والحبيبات الفيلوتينية (حبيبات موجودة على اطراف البكتيريا) التي تتكون من عديد الفوسفات وهي ذات قابلية للإصطباغ بالأصبغ القاعدية كما ان الخلية تحتوى على وحدات تخزينية مثل الكربوكسيسومات التي تقوم بتخزين نسخ من انزيم الروبيسكو الذى يلعب دوراً في تثبيت ثانى اكسيد الكربون .  
المادة النووية وهي تتكون من :

### 1-النواة

وهي عبارة عن مادة كروماتينية متجمعة ذات شكل غير منتظم مغموسة بالسيتوبلازم وتظهر على هيئة خيط أو خيط دائري من الحامض النووي دنا ولا يوجد بها غلاف نووي وهي المسؤولة عن جميع العمليات الحيوية بالخلية ونقل الصفات الوراثية من جيل لأخر وتحتوي أيضاً على الحامض النووي رنا مغموسا بالسيتوبلازم أو مرتبط بالحمض النووى دنا أو بالغشاء السيتوبلازمي.

## 2- الأبيسومات

وهو أجزاء من الحامض النووي دنا خارج الكروموسوم وتسمى بالزائدة الكروموسومية ويستطيع تكرار نفسه ويظل مستقلا من الكروموسوم.

## 3- البلازميدات

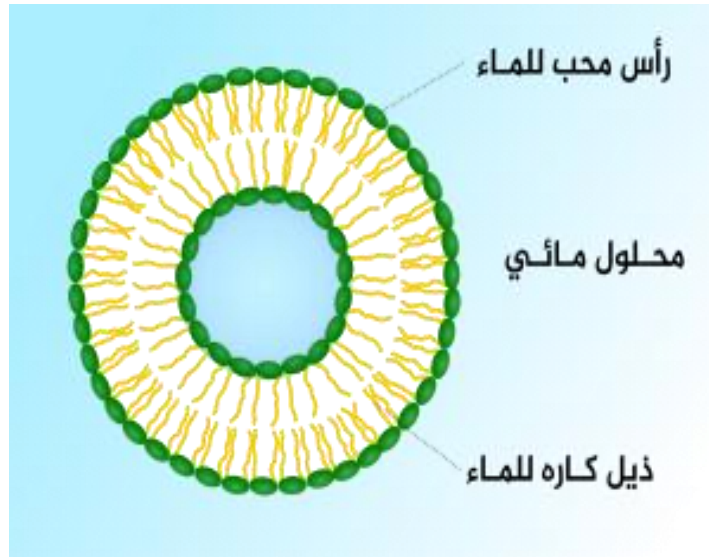
هي جزيئات من الدنا مزدوجة السلسلة حلقية الشكل ذاتية التضاعف من نقطة تضاعف وحيدة. توجد مستقلة عن التكوين الوراثي الأساسي وقد تندمج مع دنا النواة من وقت لآخر وذلك بواسطة تتابعات الإدخال وعند تضاعف دنا النواة يتضاعف البلازميد.

وتنقسم الى عدة أنواع حسب الصفات التي يضيفها وجودها على الخلية البكتيرية:

- بلازميدات تحمل جينات للمضادات الحيوية تسمى بلازميدات المقاومة
- بلازميدات تفرز مواد سامة بروتينية لقتل سلالات بكتيرية أخرى تسمى بلازميدات كولسية
- بلازميدات حائثة على تكوين التدرن التاجي (مرض نباتى -تكوين اورام عند منطقة التاج فى النبات)
- بلازميدات تحث على انتاج الانزيمات الهاضمة للمواد.

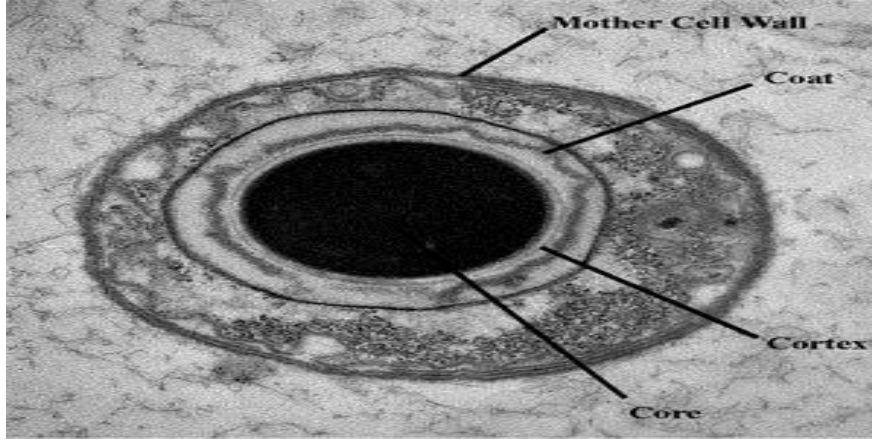
## الحوصلة

تتكون الحوصلة بانقسام الخلية الخضرية وتقرمها واحاطتها بجدار سميك وهي مقاومة للجفاف والأشعة فوق البنفسجية ولكنها لا تتحمل الحرارة العالية .

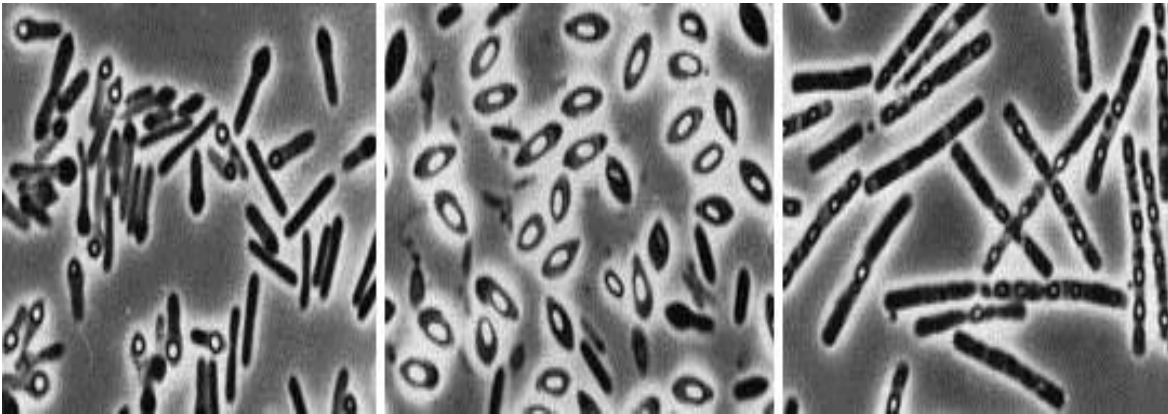


## الجراثيم الداخلية (الأبواغ البكتيرية)

- تتكون الجراثيم الداخلية من مجموعات قليلة من البكتيريا على شكل هياكل داخل الخلايا ، ولكن في النهاية يتم إطلاقها على شكل أبواغ داخلية حرة.
- لا تظهر الابواغ أي علامات تدل على الحياة ، حيث توصف بأنها بيولوجية خفية.
- إنها شديدة المقاومة للضغوط البيئية مثل درجات الحرارة العالية ، والإشعاع ، والأحماض القوية ، والمطهرات ، إلخ.
- تنبت وتصبح خلايا نباتية عند زوال الضغط البيئي.
- تشكل الابواغ آلية للبقاء وليست آلية للتكاثر.



يتم تحويل الخلية الخضرية إلى بوع مقاوم للحرارة من خلال عدة مراحل تبدأ من المرحلة الأسيية (مرحلة النمو الأمثل) حيث يتضاعف محتوى الكروموسومات. في الشكل التالي ، الأبواغ البكتيرية (صورة الفحص المجهرى الطوري) الانكسارية وكذلك الأشكال والمواقع المميزة للجراثيم داخل الخلية الأم.

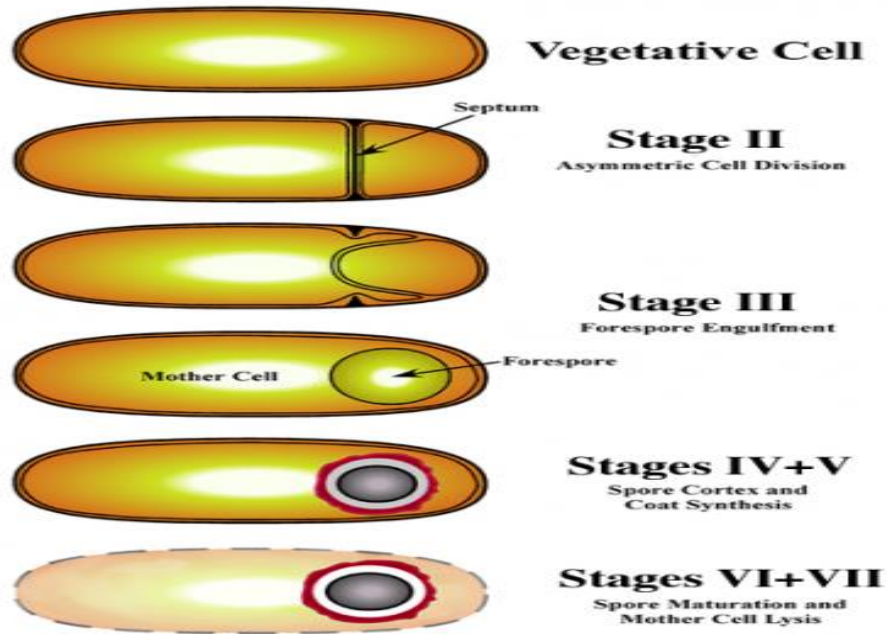




الكائنات الحية الدقيقة تشعر وتتكيف مع التغيرات في بيئتها. عندما يتم استنفاد العناصر الغذائية المفضلة ، قد تصبح بعض البكتيريا قادرة على البحث عن المغذيات ، أو قد تنتج إنزيمات لاستغلال الموارد البديلة. أحد الأمثلة على استراتيجية البقاء على قيد الحياة المتطرفة التي تستخدمها بعض البكتيريا منخفضة G + C إيجابية الجرام هو تكوين الأبواغ الداخلية. غالبًا ما تبدأ هذه العملية التنموية المعقدة استجابة للحرمان من المغذيات. يسمح للبكتيريا بإنتاج خلية نائمة وعالية المقاومة للحفاظ على المادة الوراثية للخلية في أوقات الإجهاد الشديد. يمكن أن تنجو الإندوسبوريات من الهجمات البيئية التي تقتل البكتيريا بشكل طبيعي. وتشمل هذه الضغوط درجات الحرارة المرتفعة ، والإشعاع العالي للأشعة فوق البنفسجية ، والجفاف ، والضرر الكيميائي ، والتدمير الأنزيمي. تجعل خصائص المقاومة غير العادية للأبواغ لها أهمية خاصة لأنها لا تقتل بسهولة بالعديد من العلاجات المضادة للميكروبات. تشكل مجموعة متنوعة من الكائنات الحية الدقيقة "جراثيم" أو "خراجات" ، ولكن الأبواغ الداخلية للبكتيريا منخفضة G + C إيجابية الجرام هي الأكثر مقاومة للظروف القاسية.

### تركيب الأبواغ الجرثومية

يمكن تفسير مرونة أحد الأبواغ جزئيًا من خلال هيكلها الخلوي الفريد. يوفر الغلاف البروتيني الخارجي المحيط بالبوغ الكثير من المقاومة الكيميائية والإنزيمية. تحت الغلاف توجد طبقة سميكة جدًا من الببتيدوغليكان المتخصص تسمى القشرة. هناك حاجة إلى التكوين المناسب للقشرة من أجل تجفيف لب البوغ ، مما يساعد في مقاومة درجات الحرارة المرتفعة. يوجد جدار الخلية الجرثومية تحت القشرة. ستصبح هذه الطبقة من الببتيدوغليكان جدار الخلية للبكتيريا بعد أن تثبت الببتيدوغليكان. الغشاء الداخلي ، تحت جدار الخلية الجرثومية ، هو حاجز رئيسي للنفذية ضد العديد من المواد الكيميائية التي قد تكون ضارة. يوجد مركز البوغ الداخلي ، اللب ، في حالة جفاف شديد ويضم الحمض النووي للخلية والريبوسومات وكميات كبيرة من حمض الديبيكولينك. يمكن أن تشكل هذه المادة الكيميائية الخاصة ببوغ البوغ ما يصل إلى 10٪ من الوزن الجاف للبوغ ويبدو أنها تلعب دورًا في الحفاظ على سكون البوغ. توجد أيضًا البروتينات الصغيرة القابلة للذوبان في الحمض (SASPs) فقط في الأبواغ الداخلية. ترتبط هذه البروتينات بإحكام وتكثف الحمض النووي ، وهي مسؤولة جزئيًا عن مقاومة الأشعة فوق البنفسجية والمواد الكيميائية الضارة بالحمض النووي. تشمل التركيبات والمواد الكيميائية الأخرى الخاصة بالأبواغ المرتبطة بالإندوسبوريوم السيقان أو بلورات السموم أو طبقة بروتين سكري خارجية إضافية تسمى exosporium.

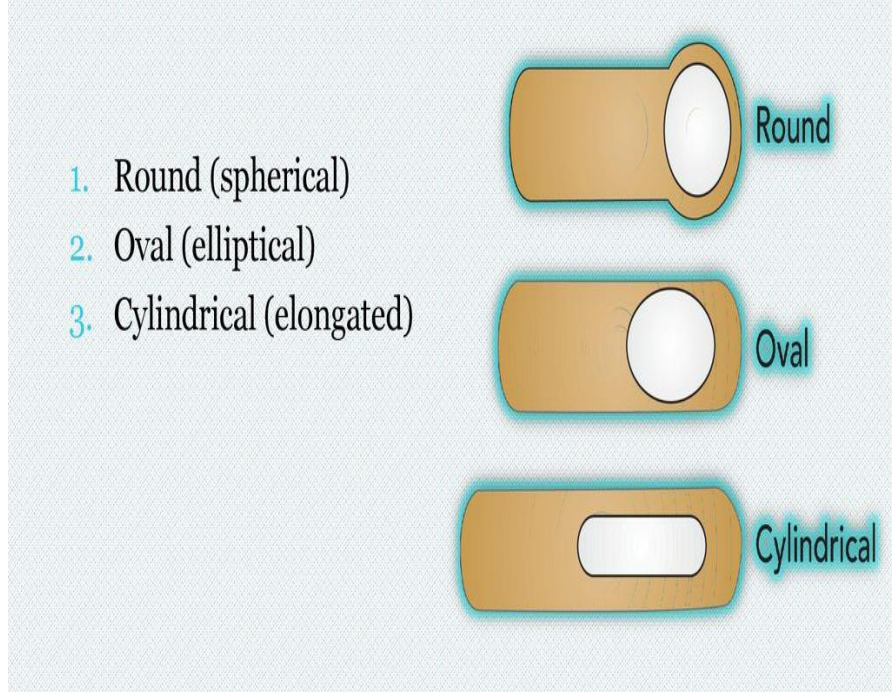


قد يكون من الصعب تصور الأبواغ تحت المجهر الضوئي بسبب عدم نفاذية الجدار الداخلي للأصبغ والبقع. في حين أن بقية الخلية البكتيرية قد تصبغ ، فإن البوغ يترك عديم اللون. لمكافحة ذلك ، يتم استخدام تقنية صبغ خاصة تسمى صبغة مولر. يسمح ذلك للبوغ الداخلي بالظهور باللون الأحمر ، بينما تصبغ بقية الخلية باللون الأزرق.

طريقة أخرى لصبغة الأبواغ هي صبغة شيفر فولتون ، التي تصبغ الأبواغ باللون الأخضر والأجسام البكتيرية باللون الأحمر.

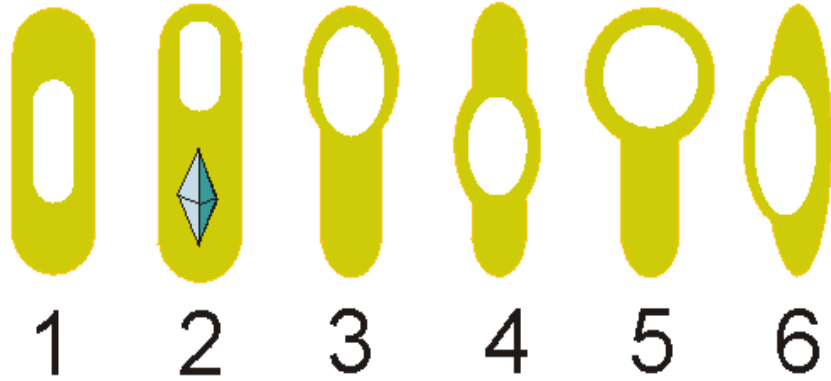
#### اشكال الجرثومة

- 1- قد تكون الجراثيم الداخلية كروية الشكل كما في البكتيريا *Bacillus sphaericus* and *Clostridium tetani*
- 2- قد تكون الجرثومة اسطوانية او عسوية كما في البكتيريا *Bacillus anthracis*
- 3- قد تكون الجرثومة بيضاوية كما في البكتيريا *Clostridium botulinum*



يختلف موقع الجرثومة داخل الخلية من نوع لآخر وهو مفيد في تحديد هوية الخلية البكتيرية و من اشهر الانواع:

- 1- مركزية او وسطية اي في وسط الخلية تماما مثل *Bacillus cereus*
- 2- طرفية اي في طرف الخلية مثل *Clostridium tetani* هذا النوع يكون قطر الجرثومة اكبر من قطر الخلية فيكون هناك انتفاخ في موضع الجرثومة داخل الخلية
- 3- تحت طرفية اي ان موقع الجرثومة بين طرف الخلية و وسطها *Clostridium botulinum*



## فترة الكمون فى الجراثيم

الجرثومة عبارة عن تركيب فى حالة سكون بحيث تختزن بها النشاطات الحيوية بدرجة كبيرة لدرجة يصعب قياس هذه النشاطات بداخلها ويقال ان النشاطات الانزيمية تكون ضعيفة جدا. والجرثومة تحتوى على انزيمات ضرورية فى اعادة النشاط مرة اخرى ولكن هذه الانزيمات تكون فى صورة نشطة. لذلك فان الكمون لا يعنى عدم وجود انزيمات ولكنها توجد فى صورة خاملة. ويساعد حمض داي باى كلونيك اسيد عن طريق ارتباطه بالكالسيوم وتكوين مركبات مخالبية ويوجد الكالسيوم بنسبة كبيرة مما يعطيها قوة فى المقاومة ويعطل عمل الكثير من الانزيمات. وتستطيع الجرثومة الداخلية أن تظل كامنه لمدة طويلة قد تصل لبضع مئات من السنين.



## انبات الجراثيم

تستطيع الخلية البكتيرية بعد فترة الكمون أن تنمو لتكون خلية بكتيرية جديدة , إذا توفرت لها الظروف الملائمة ويتم ذلك بطريقة تسمى الإنبات وفيها تستطيع الجرثومة الداخلية أن تفرز إنزيمات تذيب الجدار الخارجي السميك ثم يبدأ في إمتصاص الماء والنمو مرة أخرى فتتفهم الطبقات الواقية وتنبت كل جرثومة داخلية إلى خلية خضرية.

## مقاومة الجراثيم

- **درجة الحرارة:** عند درجة حرارة 121م عند 1و5 ضغط جوى تموت معظم البكتريا عند وضعها فى جهاز الاوتوكليف لمدة 20 دقيقة ولكن توجد بعض الاستثناءات حيث يوجد بعض الجراثيم التى يستلزم لقتلها وقت لا يق عن ثلاث ساعات مع الظروف السابقة. الجراثيم الداخلية يمكن أن تبقى حية فى الماء المغلي (100 درجة مئوية) لساعتين.
- **الجفاف:** بعض انواع الباسيلس مثل bacillus anthracis التى تسبب مرض ال anthrax هذه الجراثيم تتحمل فترة كمون كبيرة قد تصل الى 60 عام. مقاومة الجرثومة للجفاف يرجع الى اختزان

كمية كبيرة من المياه في الجرثومة بالإضافة الى احاطتها بعدد كبير من الاغلفة التي تحفظ المادة الحية.

- **الكيمويات:** تركيز المادة الكيميائية السامة الذي يتسبب في قتل الجرثومة يزيد عشرة الاف مرة على تركيز المادة التي تقتل الخلية الخضرية. عندما توضع في 70 % كحول إثيلي , تبقى الجراثيم الداخلية حية لمدة 20 سنة.
- **الإشعاع:** يتحمل البشر بالكاد 500 ريم من الإشعاع ، لكن الجراثيم الداخليه يمكن أن تنجو من مليون ريم (ريم (تكافؤ رونتجن للشخص): هو مقياس للجرعة الإشعاعية المرتبطه بالتأثير الحيوي . في هذه الحالة الكامنة, يمكن أن "تبقى" الجراثيم الداخلية حيه لفترات طويلة جدا من الزمن.

### الامراض التي تسببها الجراثيم

بضعة أمراض خطيرة في البشر تسببها مشكلات الجراثيم .

الأكثر أهمية كان *Bacillus anthracis*، عامل هجوم الإرهاب الحيوي بالجمرة الخبيثة (الانثراكس) في عام 2001 عن طريق البريد. هذا المرض المحتمل أن يكون مميت، درس أصلاً من قبل العالمين كوخ وباستير ، يتطور عندما تنبت الجراثيم المستنشقة في الجهاز التنفسي السفلي وتفرز الخلايا الخضرية الناتجة سمّين قاتلين.

التسمم الغذائي Botulism، الغنغرينا الغازية gas gangrene، وداء الكزاز (التيتانوس) tetanus هي أمراض تسببها أنواع مختلفه من الكلوستريديوم *Clostridium*. توجد الجراثيم الداخلية الكلوستريديية غالباً في التربة، وكذلك في الأمعاء البشرية والحيوانية. ومع ذلك، يجب أن تكون البيئة خالية من الأوكسجين لكي تنمو الجراثيم إلى خلايا خضرية. النسيج الميت في جرح يوفّر مثل هذه البيئة لتطویر داء الكزاز (التيتانوس) والغنغرينا الغازية، وعلبة محكمة الإغلاق من الغذاء هي مناسبة لتطویر التسمم الغذائي.

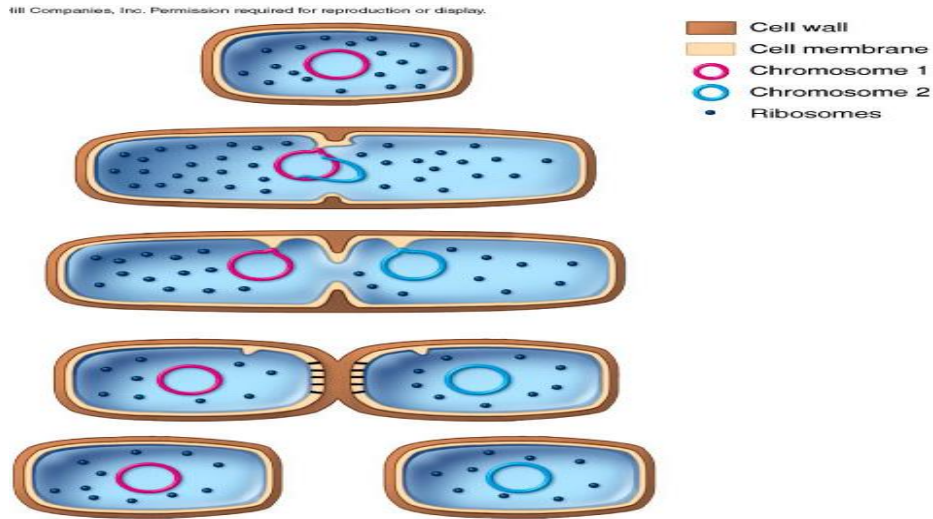
## الفصل الثالث

- النمو والتكاثر البكتيري
- متطلبات النمو البكتيري
- العناصر الغذائية
- الاوساط الغذائية
- تقسيم البيئات المغذية على أساس قوامها
- تقسيم الاوساط الغذائية طبقا للتركيب الكيميائي
- تقسيم الاوساط وفقا للغرض من الاستخدام
- طرق التغذية في البكتريا
- العوامل الفيزيائية والبيئية التي تؤثر على نمو البكتيريا
- قياس النمو البكتيري
- منحنى النمو البكتيري
- التمثيل الغذائي البكتيري
- الإنزيمات

## النمو البكتيري

يُعرَّف نمو المزارع البكتيرية على أنه زيادة في عدد البكتيريا في مجموعة تعدادية وليس في حجم الخلايا الفردية. يحدث نمو التجمعات البكتيرية بطريقة هندسية أو أسية: مع كل دورة انقسام (جيل) ، تنتج خلية واحدة خليتين ، ثم 4 خلايا ، ثم 8 خلايا ، ثم 16 ، ثم 32 ، وهكذا دواليك. وشرطا ان يكون هناك توفير للوقت اللازم لتكون الجيل البكتيري.

نمو البكتيريا هو تكاثر لاجنسي، أو انقسام الخلايا من بكتيريا إلى خليتين متشابهتين في عملية تسمى انقسام ثنائي. بدون حدوث اي طفرات، والخلايا الوليدة الناتجة متطابقة وراثيا إلى الخلية الأصلية. ومن هنا يبدأ تضاعف البكتيريا، كل من الخلايا الوليدة من التقسيم ليس بالضرورة البقاء على قيد الحياة، ومع ذلك إذا تجاوز عدد البكتيريا الحية حد المتوسط فان البكتيريا الحية تخضع لما يسمى بالنمو المتسارع . ان حساب معدل النمو المتسارع للبكتيريا يعد جزءا من تدريب جميع علماء الأحياء المجهرية، الوسائل الأساسية التي تتطلب عد النمو البكتيري (عد الخلايا) بطريقة مباشرة بواسطة التدفق الخلوي - الميكروسكوب أو بطريقة غير مباشرة (عد مستعمرات البكتيريا).



## متطلبات النمو البكتيري

المتطلبات الأساسية للنمو هي: العناصر الغذائية ، والطاقة ، والمياه ، ودرجة الحرارة المثلى ، ودرجة الحموضة ، ومستوى الأكسجين ، وفي بعض الأحيان فيتامينات وعوامل نمو معينة. قد يحدث تفاعل بين هذه العوامل المختلفة.

## تصنيف البكتريا حسب احتياجها للمواد المغذية

### 1. بكتريا غيرية التغذية

- تحتاج مواد عضوية معقدة
- لاتستطيع ان تكون المواد العضوية اطلاقا
- تشتق طاقتها من تفاعلات الاكسدة أو عمليات التخمر للمواد العضوية مثل الجلوكوز

### 2. بكتريا ذاتية التغذية

- تستخدم مواد عضوية بسيطة مثل  $C_02$  كمصدر للكربون أو  $NH_4$  كمصدر للنيتروجين
- تكون مركبات عضوية معقدة من مواد لاعضوية بسيطة
- تشتق مصادر الطاقة الخاصة بها من الضوء وتفاعلات الاكسدة للمركبات اللاعضوية

### أولا العناصر الغذائية :

العناصر الغذائية ضرورية لنمو الخلايا وحياتها وتقسيمها. تختلف الاحتياجات البكتيرية من العناصر الغذائية المختلفة وفقاً للإنزيمات المتاحة. العناصر الكلية مطلوبة لجميع البكتيريا (مثل النيتروجين والكربون والكبريت والفوسفور) بكميات أكبر من العناصر الدقيقة (الكوبالت والزنك والنيكل ، إلخ).

### ثانيا : الطاقة :

الطاقة مطلوبة لإجراء جميع التفاعلات الأيضية والحركة وامتصاص العناصر الغذائية. تستمد الخلايا البكتيرية طاقتها من المصادر البيئية المحيطة. يمكن تخزين هذه الطاقة في الخلية على شكل مركبات عالية الطاقة مثل ATP.

### ثالثا عوامل النمو

هناك بعض المركبات العضوية تحتاجها البكتيريا لنموها لكنها لا تستطيع تصنيعها حتى لو كانت ذاتية التغذية وانما تحصل عليها من بيئته لذا يجب اضافته مثل هذه المواد الى الاوساط الزراعيه اذا ما يريد تنميه البكتيريا مختبريا

- الاحماض الامينية الضرورية لتصنيع البروتين Amino acids
- الفيتامينات الضرورية لعمل الانزيمات Vitamins
- القواعد النيتروجينية التي تدخل في تركيب الاحماض النوويه النوويه مثل Purins and

### Pyrimidines



يشار إلى السلالات المتحولة من البكتيريا التي تتطلب بعض عوامل النمو التي لا يحتاجها النوع الأبوي (الأصل) سلالة باسم auxotrophs. وبالتالي ، فإن سلالة من الإشريكية القولونية التي تتطلب الحمض الأميني التربتوفان هي أوكسوتروف التربتوفان ويمكن تسميتها بالإشريكية القولونية.

#### الفيتامينات الشائعة المطلوبة في تغذية بعض البكتيريا هي

- حمض ف-أمينوبنزويك (PABA)
- حمض الفوليك
- البيوتين
- حامض يبيويك
- حمض ميركاتوثان – سلفونيك
- حمض النيكيتون
- حمض البانتوثنيك
- البيريدوكسين (ب 6) ، الريبوفلافين (ب 2) ، الثيامين (ب 1) ، فيتامين ب 12 وفيتامين ك

#### الأوساط الغذائية البكتيرية

##### الايوساط الغذائية:

الأوساط ومفردها الوسط هي البيئات التي تنمى فيها أو عليها الأحياء المجهرية في المعمل لما تحتويه من المتطلبات الغذائية المختلفة للنمو من النتروجين والكربون والفسفور والكبريت والعناصر النادرة وغيرها وتختلف الأوساط المستخدمة لتنمية الأحياء المجهرية باختلاف طبيعة تغذية هذه الأحياء ومتطلباتها من العناصر المختلفة.

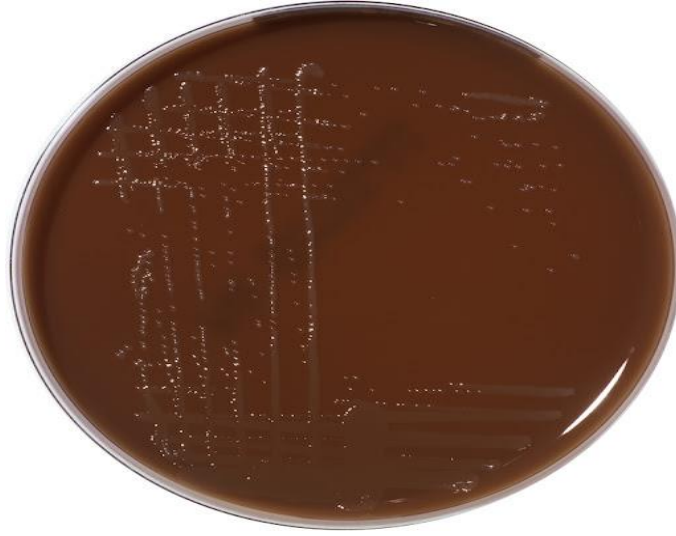
##### الغرض من استخدام الاوساط الغذائية:

1. تنميه وحفظ النوع البكتيري
2. دراسة تأثير الكائنات الدقيقة على احد المواد الغذائية الموجوده في الوسط
3. استحثاث البكتيريا على انتاج او تكوين بعض المواد
4. تصنيف البكتيريا ودراسه صفاتها المزرعية

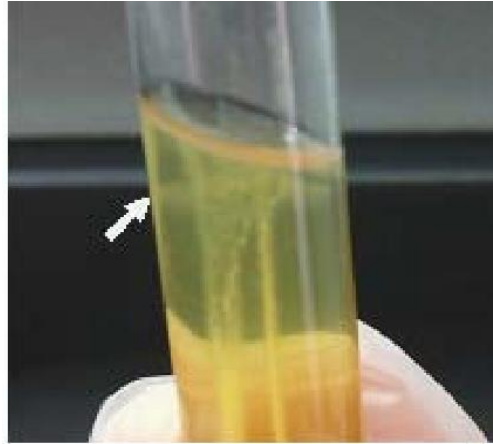
## اولا تقسيم البيئات المغذية على أساس قوامها إلى :-

1- بيئات صلبة غير قابلة للإسالة : مثل شرائح البطاطس أو الجزر

2- بيئات صلبة قابلة للإسالة: مثل البيئات التي يدخل في تركيبها الأجار أو الجيلاتين. وتحتوى هذه الاوساط على نسبة من الاجار حوالى من 1و5 الى 2 % اى حوالى من 15-20 جرام فى اللتر. يستخدم هذا الوسط فى عد وعزل وتعريف الانواع البكتيرية المختلفة.



3- بيئات شبة صلبة: وهى بيئات تحتوى على كمية من الأجار لا تزيد عن ربع الكمية التي تضاف إلى البيئات الصلبة القابلة للإسالة اى حوالى 5جرام لكل لتر. وتستخدم هذه الاوساط فى دراسة الحركة فى البكتريا بالاضافة الى دراسة خاصية الانجذاب الكيميائى فى الانواع التي لا تحتوى على اسواط.



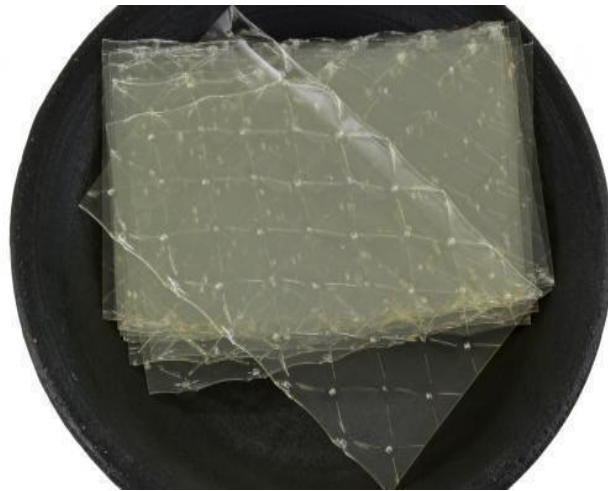
4- **بيئات سائلة:** وهى بيئات لا يضاف إليها الأجار أو الجيلاتين مثل المرق المغذى أو بيئة اللبن. ويستخدم فى تنمية الانواع البكتيرية النقية ويظهر فيها النمو البكتيري على هيئة عكارة فى الوسط.



اهم المواد التصليبية المستخدمة فى الاوساط الغذائية:

#### 1- الجيلاتين:

أول ما استعمل كمادة تصليبية فى بيئات الزرع, وهو عبارة عن مادة بروتينية تحضر بمعاملة عظام الحيوانات, ويندر حالياً استعمال الجيلاتين كمادة تصليبية فى الاوساط الغذائية نظراً لأن كثير من البكتيريا يمكن تحليله مائياً, ولأنه ينصهر فى درجة حرارة الغرفة من 20-25م.



## 2- الاجار:

مادة كربوهيدراتيه تستخلص من بعض الطحالب البحرية الحمراء, والتي تنمو بوفرة على سواحل بعض الدول مثل اليابان, وهو يتصلب عند درجة حرارة من 42- 45م, ويمكن إسالته مرة ثانية عند درجة حرارة 98م, ويتميز عن الجيلاتين كونه لا يمكن تحليله بيولوجيا لأن عدد الكائنات المحللة له قليلة جداً.



## 3- السيليكاجا:

لا تعتبر مادة غذائية فهي عادة تستعمل في تحضير البيئات اللازمة لتنمية الكائنات الذاتية التغذية, وذلك لمنع نمو البكتيريا غير ذاتية التغذية معها. مادة غير قابلة للإسالة- ذات قوام هلامي عند درجة حرارة الغرفة وهذه المادة الهلامية اذا تصلبت لاتسيل.



## اهم المواد الغذائية المستخدمة فى الاوساط الغذائية:

- الببتون: يحضر من بعض المواد الزلالية مثل اللحم الغير دهني بعد هضمه بانزيم الببسين.
- التربتون: يحضر من بعض المواد الزلالية مثل اللحم الغير دهني بعد هضمه بانزيم التربسين. وهما يعتبران مصدراً هاماً للنتروجين العضوي في الاوساط المعدة لتنمية البكتيريا غير ذات التغذية.
- المستخلص اللحمى: تحضر من اللحم البقري الخالي من الدهون بعد غليه وترشيح الخلاصة وتركيزها, يحتوي المستخلص على بعض الأحماض غير العضوية وبعض المواد العضوية مثل الأحماض الأمينية, الجلوكوز, اليوريا, حامض اللاكتيك, الفيتامينات, عوامل النمو الأخرى.
- مستخلص الخميرة: تحتوي على بعض الأحماض الأمينية, وبعض العوامل المساعدة للنمو, وأملاح معدنية.

## ثانيا تقسيم الاوساط الغذائية طبقا للتركيب الكيميائى:

### اوساط طبيعية:

وهذه يكون المصدر الغذائى بها أجزاء نباتية أو حيوانية أو كلاهما ، لذلك يطلق عليها بيئات غير محددة التركيب الكيماوي لأن التركيب الكيماوي الدقيق للأجزاء النباتية أو الحيوانية غير محدد ويختلف باختلاف المادة الطبيعية المستعملة، ويتم تجهيز هذه البيئة بعدة طرق ، فقد تكون على شكل قطع من النسيج المستعمل مثل قطع البطاطس أو الجزر ، أو قد تكون علي صورة مهروس حيث يتم تفنيت النسيج المستخدم كما في حالة مهروس الطماطم أو الموز ، وقد تكون في هيئة منقوع حيث يتم نقع النسيج المستخدم لمدة محددة ثم يؤخذ المنقوع لتنمية الكائن الحي الدقيق عليه ، كما قد تكون في صورة مستخلص حيث يتم غلي وزن معين من النسيج النباتي أو الحيواني ثم يستخلص الرائق بواسطة قطعة من قماش الموسلين كما في مستخلص البطاطس والجزر والفاصوليا.

### اوساط تركيبية او تخليقية:

وهذه تعرف أحيانا باسم البيئات محددة التركيب الكيماوي ، حيث أنها تتكون من مخلوط من مركبات عضوية وأملاح غير عضوية أو أحدهما وتضاف بنسبة معينة وتذاب في الماء ، وبالتالي فإن التركيب الكيماوي لهذه البيئات معروف ومحدد.

## اوساط طبيعية تركيبية او شبه صناعية :

وهي عبارة عن بيئات تحتوي على مكونات طبيعية مضاف إليها بعض المواد الكيماوية المعروفة التركيب ويطلق عليها بيئات غير محددة التركيب الكيماوى. مثال لها الاجار المغذى والمرق المغذى.

## ثالثا تقسيم الاوساط وفقا للغرض من الاستخدام:

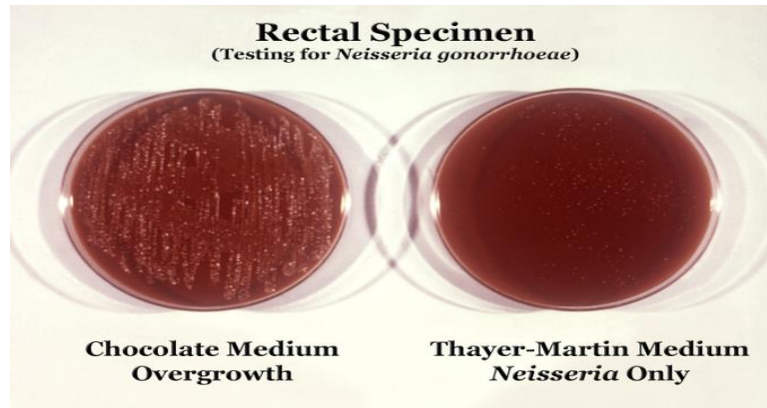
### اوساط غذائية مقوية او مغذية

هو وسط يستخدم فى تنمية الانواع الضعيفة عن طريق اضافة مادة مغذية مثل اضافة الدم أو المصل أو مستخلص أنسجة نباتية أو حيوانية إلى الوسط الغذائى البسيط بحيث إن الوسط الناتج يدعم نمو البكتريا الضعيفة. مثال اضافة الدم للاجار المغذى. ويعتبر هذا الوسط تفريقي ايضا حيث يفرق بين الانواع المحللة للدم والانواع الغير محللة.

### اوساط اختيارية

هى اوساط تستخدم فى تحفيز نمو نوع بكتيرى معين وتثبيط نوع اخر عن طريق اضافة مواد كيماوية معينة بتركيز معين يؤدي الى السماح لنمو مجموعة من البكتيريا ومنع نمو مجموعة اخرى ، مثل بيئة المكونكي تستخدم لعزل البكتيريا المعوية ( يحتوي على املاح الصفراء يثبط البكتيريا الغير معوية ويحتوي على صبغة حمراء تساعد في التعرف على قدرة البكتيريا على تخمر اللاكتوز) ويعتبر هذا الوسط ايضا وسط تفريقي حيث يساعد على تشخيص البكتيريا. ايضا الوسط الغذائى Mannitol salt agar وهو وسط يستخدم فى تنمية انواع ال *Staphylococcus* فقط وهو ايضا وسط تفريقي حيث يفرق بين

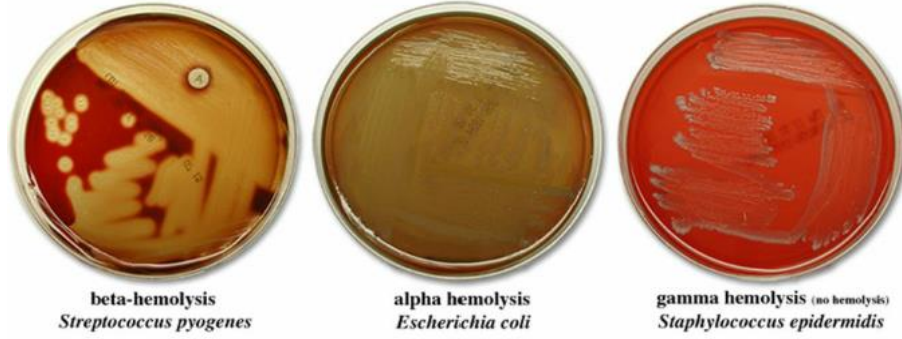
*Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis*



### 3- اوساط غذائية تفرقية

وسط يضاف له بعض المواد الكيميائية او الطبيعية ويسمح بالتفريق بين نمو المجاميع المختلفة من البكتيريا، مثل: بيئة ايوسين ازرق الميثلين EMB يستخدم لتمييز بكتيريا E.coli (تعطى مستعمرات ذات بريق معدني مخضر) عن باقي انواع بكتيريا القولون.

## Hemolysis on Blood agar



### طرق التغذية في البكتيريا

#### أولاً: البكتيريا ذاتية التغذية

وهي البكتيريا التي تستطيع بناء احتياجاتها الغذائية بنفسها وهي التي تستخدم ثاني أكسيد الكربون كمصدر أساسي للكربون والطاقة من ضوء الشمس أو أكسدة المواد الكيميائية غير العضوية.

#### ثانياً: بكتيريا غير ذاتية التغذية

وهي البكتيريا التي لا تستطيع صنع غذائها بنفسها وتستخدم المواد العضوية كمصدر للطاقة والكربون من خلال اكسدتها وتحصل عليها من التطفل أو الترمم أو التكافل.

#### أ-البكتيريا الرمية

تعتمد على تحليل المواد الغذائية مقعدة التركيب للحصول على احتياجاتها الغذائية وتضم البكتيريا التي تستطيع النمو على المواد العضوية الميتة كبقايا الكائنات وتوجد في التربة والماء والهواء وبعضها يعيش

على المخلفات الميتة فقط وتسمى اجبارية الترمم وأنواع تعيش على بيئات تركيبات بسيطة تحتوي مصدر كربوني وعناصر معدنية إذا لم يتوفر لديها المخلفات العضوية يطلق عليها اختيارية الترمم.

### ب-البكتيريا المتطفلة

وهي التي تعيش على أنسجة حية مثل الانسان والحيوان والنبات وتسبب أضرار لعائلها ويصعب تنميتها بالاوساط الصناعية ويطلق عليها اجبارية التطفل والبعض منها في حالة عدم وجود العائل ينمو على المخلفات الميتة ويطلق عليها اختيارية التطفل.

### ج-البكتيريا المتكافئة

وهي بكتيريا تعيش في حالة تبادل منفعة مع كائن حي آخر، فهي تستمد منها احتياجات الغذائية في مقابل حصول العائل على فائدة.

#### 1-بكتيريا العقد الجذرية للنباتات البقولية :

توجد على جذور النباتات البقولية داخل العقد الجذرية بكتيريا تبعة لجنس الريزوبيام وتستمد البكتيريا المواد الكربوهيدراتية من النبات وتوفر بالمقابل للنبات مواد نيتروجينية عضوية يستفيد منها حيث تساعده على تثبيت النيتروجين.

2- بكتيريا العقد الجذرية للنباتات غير البقولية: مثل جنس فرانكيا من مجموعة الاكتينوميستات تكون عقد جذريه على جذور نباتات الكازوارينا.

3- بكتيريا تعيش في أمعاء الحيوانات الثديية : تفيد الحيوانات بتحليل المواد العضوية المعقدة وتحولها الى مكونات أبسط وهي بالتالي تحصل على غذائها من القناة الهضمية للحيوان.



## العوامل الفيزيائية والبيئية التي تؤثر على نمو البكتيريا

### أولا : درجة الحرارة

درجة الحرارة : يتاثر نمو البكتيريا كثيرا بدرجة الحرارة ذلك لان الحرارة تتحكم بمعدل التفاعلات الكيميائية التي تحدث داخل الخلية وان درجة الحرارة التي يحصل بها اسرع نمو يطلق عليها بدرجة الحرارة المثلى للنمو ولذلك فان لكل ميكروب ثلاث درجات حرارة.

أ - درجة الحرارة الدنيا (الصغرى) وهي اقل درجة حرارة يحدث عندها نمو وأقل منها يتوقف النمو تماما

ب - درجة الحرارة المثلى للنمو وهي أفضل درجة حرارة للنمو (أعلى معدل للنمو).

ج - درجة الحرارة القصوى وهي أعلى درجة حرارة يحدث عندها نمو محسوس للبكتيريا بحيث إذا ارتفعت الحرارة يقف النمو تماما.

### وعلى ضوء درجة الحرارة يمكن تقسيم البكتيريا الى المجاميع التالية

ا- البكتيريا المحبة للبرودة:مجموعة البكتيريا التي لها القدرة على النمو بدرجة الصفر المئوي اواقل الا انها تنمو بشكل افضل بدرجة حرارة اعلى ولها درجة نمو مثالية تقدر ب 15 درجة مئوية اما درجة الحرارة العظمى لنموها فتقدر ب20 درجة مئوية .

ب- البكتيريا المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة: وهي مجموعة البكتيريا التي لها مدى من درجة حرارة النمو بين 25-40 درجة مئوية حيث ان غالبية البكتيريا الممرضة للانسان والحيوان تقع ضمن هذه المجموعة ودرجة الحرارة المثلى للنمو هي 37 درجة مئوية مثل البكتيريا الموجودة في الماء واللبن والجسم.

ج- البكتيريا المحبة لدرجة الحرارة العالية: وتضم مجموعة من البكتيريا درجة الحرارة المثلى للنمو هي 45 درجة مئوية ولها مدى حراري يقع بين 40-65 درجة مئوية و مثال ذلك جنس باسلس الذي يسبب فساد الأطعمة وبكتيريا الثيوباسلس التي تعيش في الينابيع الحارة. ومنها البكتيريا المحبة لدرجات الحرارة المرتفعة جدا وهي الانواع التي تستطيع النمو عند درجات الحرارة بين 85-115م . ومن الجدير بالذكر بان بعض انواع البكتيريا تختلف صفاتها المظهرية باختلاف درجة الحرارة فمثلا بكتريا *Serratia marcescens*

تنتج بقعا حمراء الى برتقالية عندما تنمو على حرارة 25 درجة مئوية في حين لا تكون مثل هذه الصبغات عندما تنمو عند درجة حرارة 37 درجة مئوية.

### ثانيا : الأس الهيدروجيني pH

تنمو معظم البكتيريا في نطاق قيم الأس الهيدروجيني المحايدة (بين 5 و 8) ، على الرغم من أن بعض الأنواع تكيفت مع الحياة في درجات شديدة الحمضية أو القلوية. مثال على البكتيريا المحبة للحمض هو A. ferrooxidans. عندما تتعرض طبقات الفحم للهواء من خلال عمليات التعدين ، يتم مهاجمة رواسب كبريتيد الحديدوز البيريت بواسطة A. ferrooxidans لتوليد حمض الكبريتيك ، مما يقلل الرقم الهيدروجيني إلى 2.0 أو حتى 0.7.

### ثالثا: تأثير الماء (الضغط الاسموزي)

الماء ضروري للبكتيريا لأنه يحمل المواد الغذائية إلى داخل الخلية كما يحمل المواد التالفة إلى خارجها. فالبكتيريا تتناول غذائها الذائب بالماء عن طريق الانتشار وكذلك تطرد نواتج التحول الغذائي بنفس الطريقة.

### الخاصية الأسموزية

الانتشار العشائي هو الخاصية التي تمر بها السوائل والمواد الذائبة خلال الحواجز ذات المسام مثل الأغشية البلازمية وجدران الخلية وتقسم المحاليل طبعا لضغطها الاسموزي وعلاقتها بالخلية. البكتيرية التي تحدث فيها إلى ثلاث أقسام:

أ -محاليل ذات ضغط أسموزي متعادل وفيها لا يحدث انكماش أو انتفاخ لمحتويات الخلية.

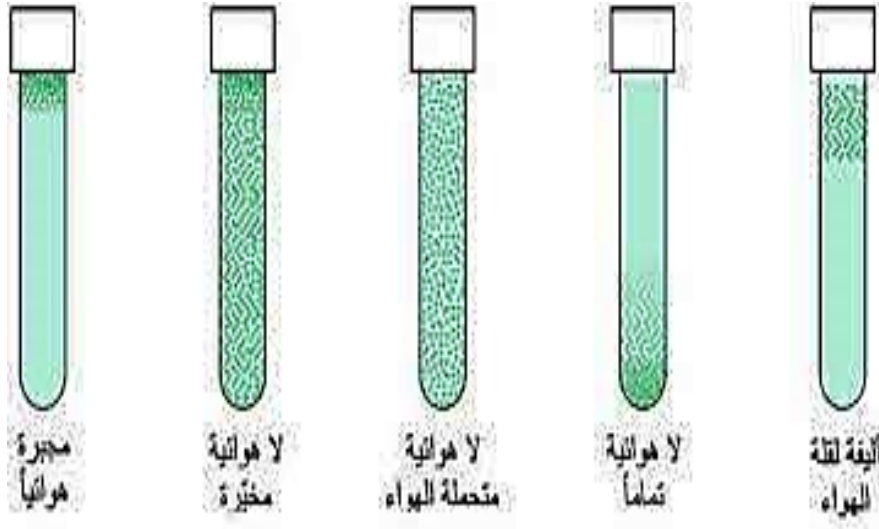
ب المحاليل ذات ضغط أسموزي مرتفع يفوق ضغط الخلية فإذا وضعت الخلية في محاليل ذات ضغط عالي يتسرب من مائها إلى المحلول وينقص الضغط الأسموزي فينكمش البروتوبلازم ويصغر حجم الخلية وتعرف هذه الظاهرة بالبلزمة.

ج محاليل ذات ضغط اسموزي منخفض وهي ذات ضغط أسموزي يقل عن ضغط الخلية البكتيرية وإذا وجدت الخلايا في هذا النوع وقد تنفجر من المحاليل حيث يمر الماء إلى الخلية وتنتفخ وتنفجر.

## رابعاً: محتوى الاوكسجين

تستخدم البكتيريا الهوائية الأوكسجين أثناء عملية التنفس الخلوي كمستقبل نهائي للإلكترون. بالنسبة للكائنات الهوائية ، يعتبر الأوكسجين مطلباً مطلقاً لخصائصها المولدة للطاقة. تنمو بعض الكائنات الحية الدقيقة في بيئات خالية من الأوكسجين وتوصف بأنها لا هوائية.

تنتج الكائنات الحية مثل هذه الغازات ذات الرائحة في عملية التمثيل الغذائي ، بما في ذلك غاز كبريتيد الهيدروجين والميثان. بعض الأنواع المسببة للأمراض ، مثل أنواع المطثيات ، لا هوائية. يقال أن أنواعاً معينة من الكائنات الحية الدقيقة اختيارية. تنمو هذه الأنواع إما في وجود أو عدم وجود الأوكسجين. بعض أنواع البكتيريا محبة للرطوبة الدقيقة ، مما يعني أنها تنمو في تراكيزات منخفضة من الأوكسجين. في بعض الحالات ، يجب أن يكون لهذه الكائنات بيئة غنية بثاني أكسيد الكربون. يقال إن الكائنات الحية مثل هذه هي نباتات نباتية.



## قياس النمو البكتيري

يمكن قياس النمو البكتيري عن طريق: التغييرات في كتلة الخلية والتغيرات في أرقام الخلايا

### طرق قياس كتلة الخلية

**1- قياسات فيزيائية مباشرة:** مثل قياس الوزن الجاف وقياس الوزن الرطب.

وتعتمد هذه الطريقة على تقدير النمو البكتيري بالنسبة للوزن الجاف باعتبارها 85% من وزنها ماء وتستخدم هذه الطريقة في الدراسات الكيميائية الحيوية ويمكن قياس الوزن بأخذ حجم معين وسط النمو وفصل الخلايا بجهاز الطرد المركزي سنترفيوج ثم غسل الخلايا بالماء المعقم ووزنها رطبة ثم تجفيفها بالفرن واخذ الوزن ويمكن ان يكون على أوقات متقطعة أثناء النمو.



**2- قياسات كيميائية مباشرة:** مثل قياس كمية النيتروجين- كمية البروتين-DNA.

**3- قياسات غير مباشرة للنشاط الكيميائي:** مثل معدل انتاج او استهلاك الاكسجين او ثانى اكسيد الكربون.

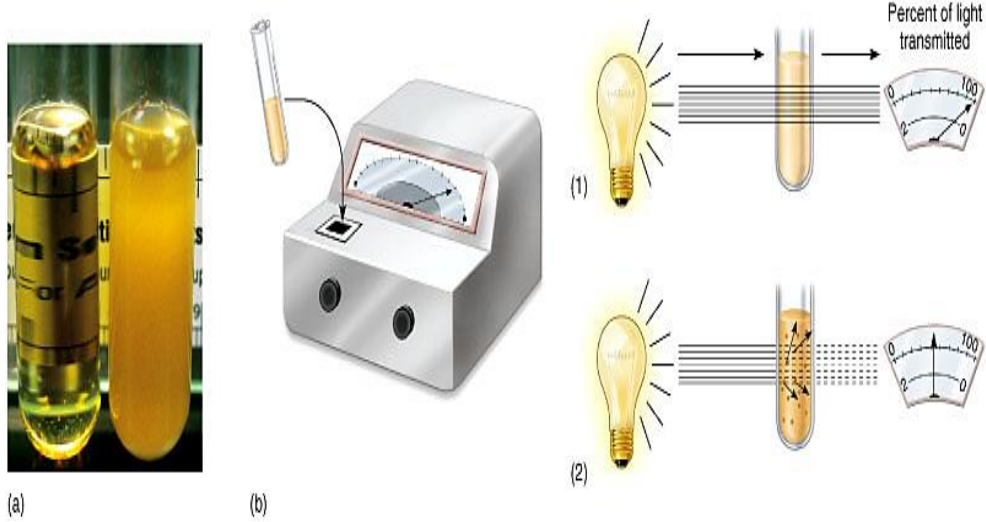
**4- تقدير درجة التعكر**

في المعلقات الكثيفة للبكتيريا يمكن قياس تعكر المعلق على فترات زمنية مختلفة للتعرف على معدل تعبر عن الكتلة أكثر من تعبيرها عن عدد الخلايا وأساس هذه النمو ودرجة التعكير Turbidity .

### الطريقة

عند نمو البكتيريا في وسط سائل يزداد عددها بطريقة ملحوظة مما ينشأ عنها تعكر الوسط الغذائي نتيجة للنمو واهم الأجهزة المستخدمة هي جهاز قياس شدة الضوء Spectrophotometer حيث يمر الضوء على خلية ضوئية ويراعي الطول الموجي المناسب لكل نوع بكتيري وهو الطول الذي يكون عنده الامتصاص اكبر ما يمكن وكلما زادت العكارة زاد تشتت الضوء وتقل القراءة .

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



## 5-القياس المجهرى

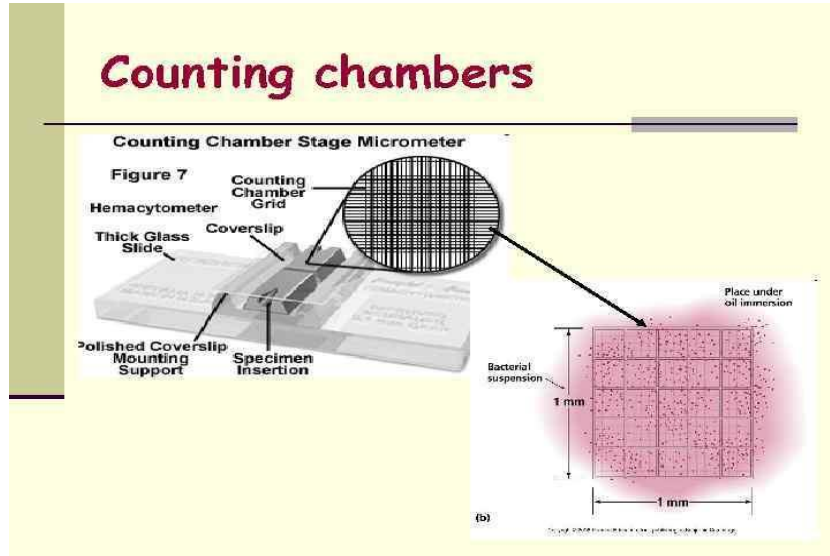
يختلف حجم البكتيريا ولقياس حجم الخلية الميكروبية يقاس طول وعرض الخلية ضمن الحقل المجهرى ويستعان بمقياس عيني يوضع بالعدسة العينية ، معايرة أقسامها بواسطة شريحة ماكروميتريية عليها خط طوله 2ملم مقسم 20 قسما كبيرا وكل قسم يساوي 100 ميكرون وكل قسم كبير مقسم الى 10 أقسام صغيرة وطول كل قسم صغير 10 ميكرون والتي توضع على المسرح المجهرى.

### التقدير الكمي للنمو البكتيري (العدد):

يعتبر التقدير الكمي للنمو البكتيري مهما جدا في معظم الدراسات التطبيقية ويعتبر أساس في عمل مختلف المعاملات الفيزيائية والكيميائية مثل درجة الحرارة والرقم الهيدروجينية والمعادن الثقيلة والفيتامينات، وهناك الكثير من الطرق التي يمكن بواسطتها تقدير النمو الكمي للبكتيريا ومن اهم الطرق المستخدمة هي:

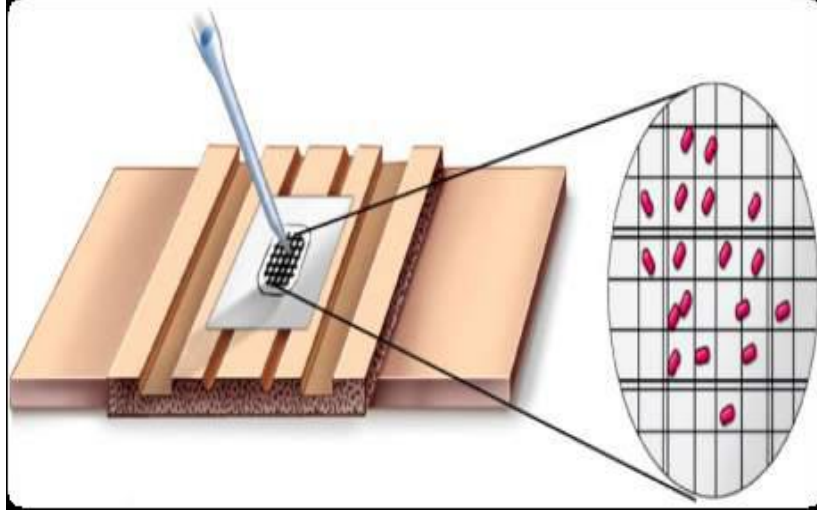
## 1- التقدير المباشر لعدد الخلايا

يمكن بهذه الطريقة عد البكتيريا بواسطة المجهر، غير أن العد المباشر يعطي عددا كليا للخلايا الحية والميتة بالإضافة أنها مجهدة للنظر ويستخدم لذلك منها العد المباشر بواسطة شريحة الهيموسيتوميتر. كما يمكن العد ايضا باجهزة العد الالكترونية.



### العد المباشر بواسطة شريحة الهيموسيتوميتر

- 1- تحتوي الشريحة على تجويف ذي حجم خاص محدد يسع اثنين من مية مليلتر من العينة. وارضية هذا التجويف مقسمة الى 25 مربعا كبيرا مساحتها 1مللتر مربع وكل مربع كبير مقسم الى 6 مربع صغير.
- 2- ولعد البكتيريا في مزرعة سائلة توضع نقطة صغيرة في غرفة الشريحة ثم يوضع غطاء الشريحة بعناية حتى لا تتكون فقاعات.
- 3- ويفحص الشريحة تحت المجهر يجرى عد البكتيريا في عدة مربعات كبيره ويؤخذ المتوسط لعدد البكتيريا في المربع الكبير الواحد وليكن 15 خلية ويضرب في 15 في عدد المربعات الكبيرة 25 ينتج عدد الخلايا في المربعات وهو يساوي عدد الخلايا البكتيرية في اثنين بالمية مليلتر.



## 2- التقدير غير المباشر لعدد الخلايا

التقدير غير المباشر لعدد الخلايا ويكون بعد الخلايا الحية فقط والخلية الحية هي تلك القادرة على الانقسام فيجربى عد الخلايا التي تنقسم فتكون مستعمرات في أطباق بتري وتسمى هذه الطريقة طريقة العد بواسطة الأطباق ويوجد طريقتان منهما:

### أ-طريقة الفرد على الأطباق

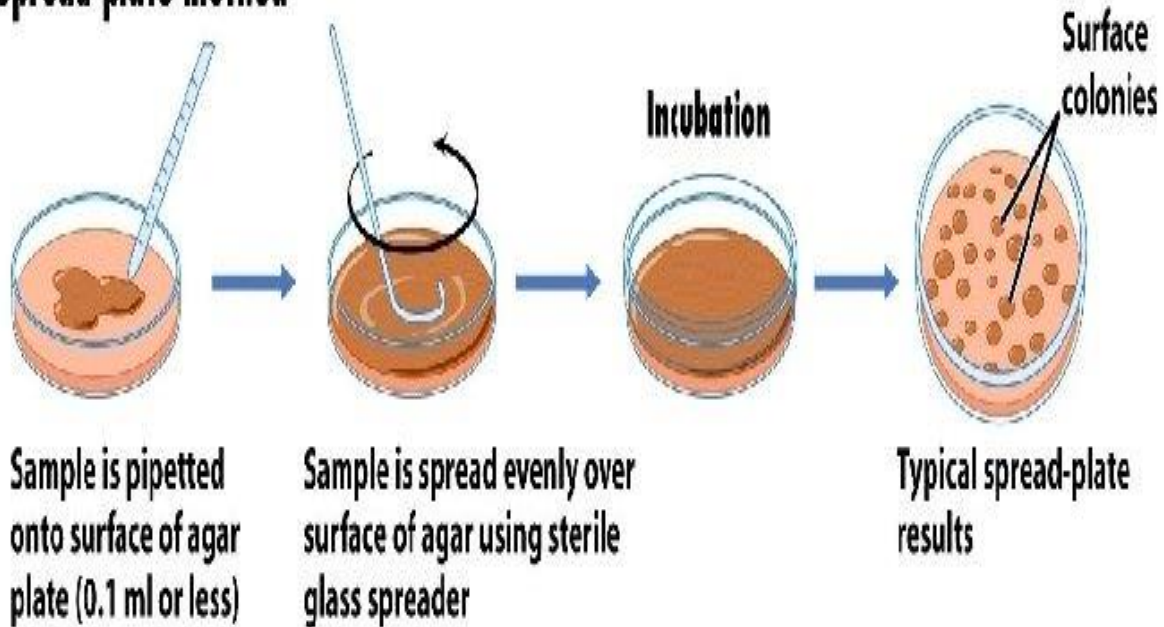
وفيها تفرد كمية صغيرة واحد من عشرة مليلتر على سطح طبق بتري يحتوي على مستنبت مغذي مناسب وتجرى عملية الفرد بواسطة قضيب زجاجي معقم ثم تحضن الاطباق مقلوبة عند درجة حرارة مناسبة ثم يمكن بعد 48 ساعة ع المستعمرات وكل مستعمره تمثل خلية بكتيرية.

### ب-طريقة صب الأطباق

وفيها تخلط العينة الميكروبية مع الأجار المعقم المنصهر ومبرد عند 45 م ثم يحرك الطبق بطريقة هادئة ثم يترك الطبق ليتصلب الاجار ثم تحضن الأطباق مقلوبة في درجة الحرارة المناسبة ويعاب على هذه الطريقة:

- 1- أن بعض الاحياء الدقيقة تتأثر بالحرارة العالية للأجار عند صب البيئة فتموت.
- 2- كثير من المستعمرات الناتجة صغيرة الحجم ومغمورة في الاجار لا يمكن عدّها.

## Spread-plate method



## Pour-plate method

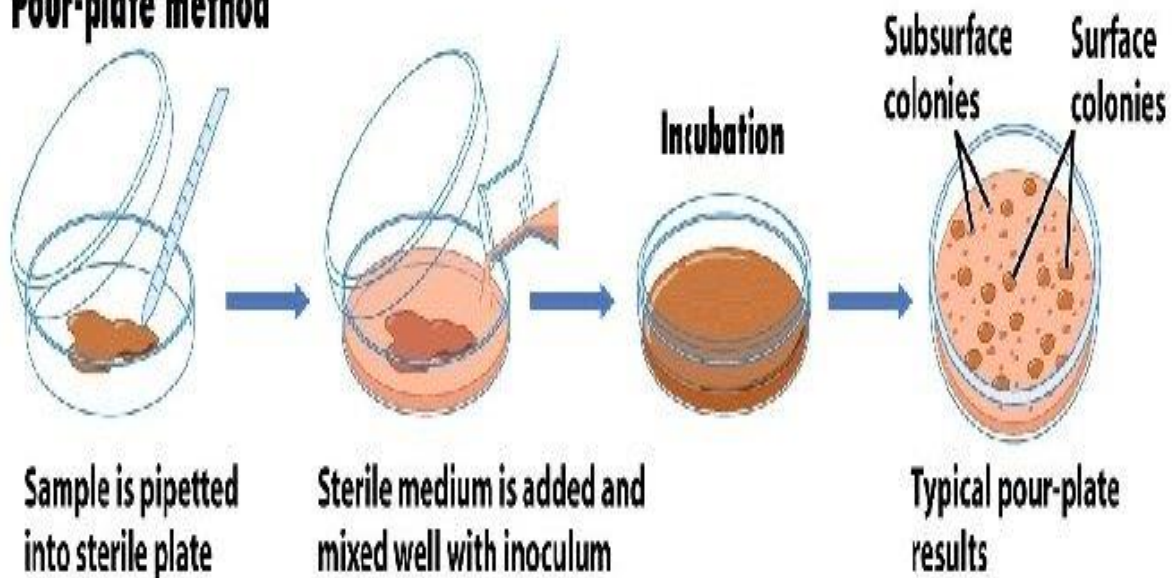
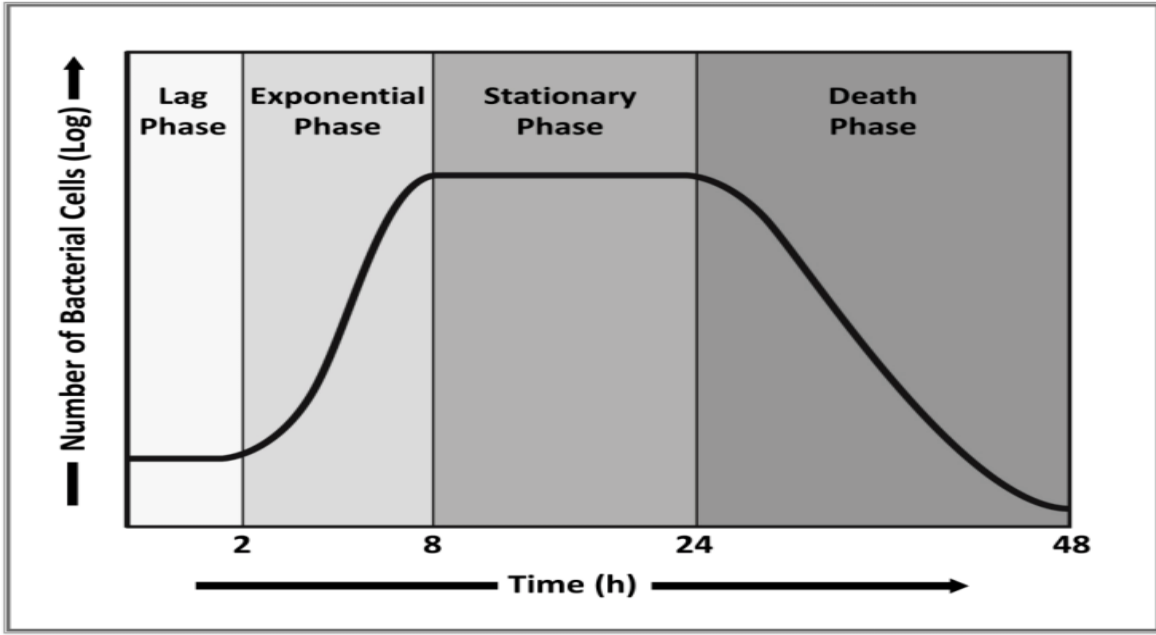


Figure 6-10 Brock Biology of Microorganisms 11/e  
© 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.



## منحنى النمو في البكتيريا

تتطلب دراسات النمو البكتيري زراعة خلايا قابلة للحياة في وسط غذائي جديد معقم وحضانة في وعاء مزرعة مغلق مع تحضين الوسط تحت درجة الحرارة المثلى ، ودرجة الحموضة ، والظروف الغازية. في ظل هذه الظروف ، سوف تتكاثر الخلايا البكتيرية بسرعة ويمكن رسم ديناميكيات النمو الميكروبي عن طريق منحنى النمو البكتيري ، والذي يتم إنشاؤه عن طريق رسم الزيادة في أعداد الخلايا مقابل وقت الحضانة ويمكن استخدامه لتحديد مراحل النمو.



## دورة النمو

يتضمن النمو زيادة في كتلة الخلية وعدد الريبوسومات ، وازدواجية الكروموسوم البكتيري ، وتكوين جدار خلوي جديد وغشاء البلازما ، وتقسيم الكروموسومين ، وتكوين الحاجز ، وانقسام الخلايا.

## وقت الجيل (الزمن الجيلي)

وقت التوليد هو الوقت اللازم لنمو البكتيريا وانقسامها ، أي انقسام خلية كامل. بعض الميكروبات قادرة على الانقسام بسرعة مرة واحدة كل 12 إلى 15 دقيقة ، والبعض الآخر يحتاج إلى عدة ساعات ، وقد يتطلب عدد قليل من البكتيريا بطيئة النمو أكثر من 24 ساعة لكل انقسام خلية. نظرًا لعدم توفير وسط جديد أثناء الحضانة ، تنخفض تركيزات المغذيات وتزداد تركيزات النفايات. يمكن رسم نمو الكائنات الحية الدقيقة التي

تتكاثر عن طريق الانشطار الثنائي على أنها لو غار يتم عدد الخلايا القابلة للحياة مقابل وقت الحضانة. يحتوي المنحنى الناتج على أربع مراحل متميزة. يمكن قياس نمو الكائنات الحية الدقيقة من خلال:

1. زيادة الحجم ولكن هذا معيار ضعيف للنمو.
2. زيادة عدد الخلايا البكتيرية إما عن طريق حساب عدد الخلايا الحية (العدد القابل للحياة) أو جميع الخلايا (العدد الإجمالي).
3. قياس بعض مكونات الهياكل الخلوية مثل البروتين أو الحمض النووي كمؤشر على زيادة (نمو) أو نقصان (موت) ميكروبي.

### منحنى النمو البكتيري

عندما تزرع الكائنات الحية الدقيقة في وسط سائل مناسب (استزراع دفعي أو نظام مغلق) ويتبع نموها عملية محددة. إذا تم إجراء التعداد البكتيري على فترات بعد التلقيح ورسمها بالنسبة إلى الوقت ، يتم الحصول على منحنى النمو. ينقسم منحنى النمو النموذجي إلى المرحلة التالية:

- المرحلة التمهيدية (طور الركود)
- مرحلة النمو اللوغارتمى
- المرحلة الساكنة ( طور الثبات)
- مرحلة الموت أو الانحدار

### 1-المرحلة التمهيدية (طور الركود):

عندما تزرع بكتيريا في مستنبت جديد (وسط غذائي) فإن النمو لا يبدأ في الحال ولكن بعد فترة زمنية تسمى المرحلة التمهيدية ويختلف طولها باختلاف عمر ونوع المستنبت. وتبدأ فيها الخلية البكتيرية في تكيف نفسها مع ظروف النمو وتنضج الخلية ولكنها لا تنقسم ويزيد حجمها وتخزن المواد الغذائية تمهيدا لعملية الانقسام مع تكوين الانزيمات الخاصة بعملية الانقسام.

## 2- مرحلة النمو اللوغاريتمي

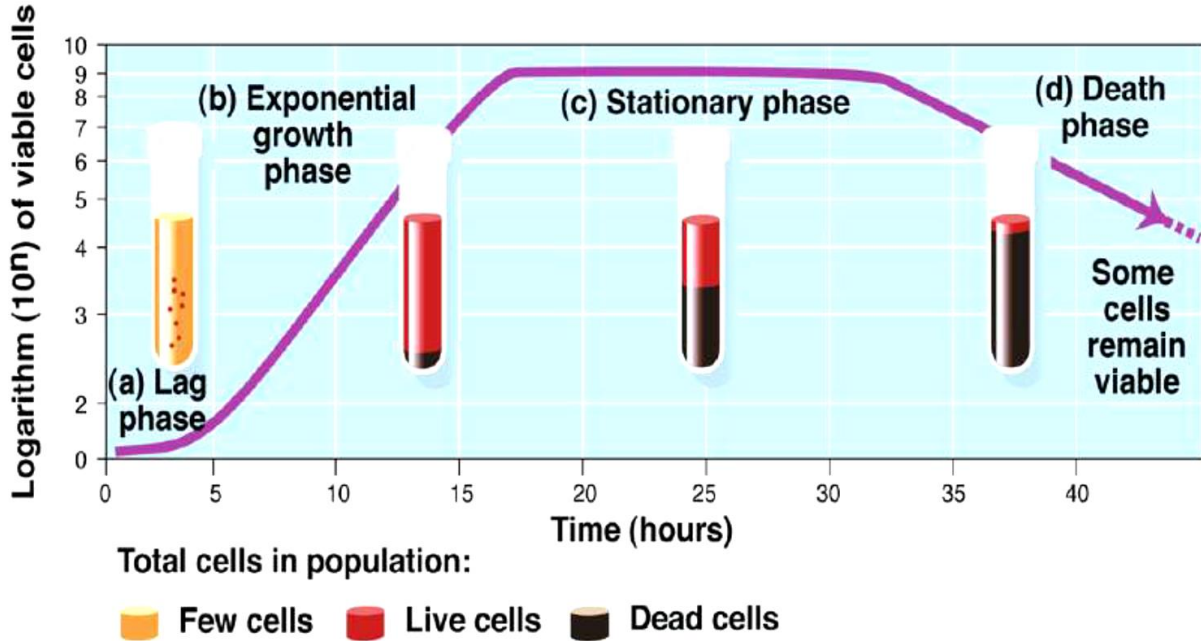
يحدث تضاعف عدد الخلايا بعد كل وقت جيلي وتحت الظروف المثلي , ويكون النمو في المستنبت الغني أسرع منه في المستنبت الفقير ويأخذ المنحنى الشكل المتصاعد خطيا الى أعلى ويبلغ عدد الخلايا أقصاه في هذا الطور وتستمر عملية الانقسام حتى نفاذ المواد الغذائية-نقص المساحة البيولوجية وتراكم الفضلات تدخل بعدها الخلية المرحلة التالية وهي طور الثبات.

## 3- المرحلة الساكنة (طور الثبات):

يكون النمو فيها مقيدا بانتهاء العناصر الغذائية أو بتراكم المخلفات الناتجة عن النمو مثل الأحماض العضوية والكحولات ولها تأثير سام ومثبط وكنتيجة لذلك ينخفض معدل النمو الى أن يتوقف تماما وتظل ثابتة ويكون حجم الخلايا أصغر في المرحلة الساكنة وأكثر مقاومة للظروف غير المثالية ويأخذ المنحنى شكلا أفقيا لأن عدد الخلايا الحية يساوي عدد الخلايا الميتة.

## 4- مرحلة الموت (طور التناقص أو الموت)

يلاحظ في هذا الطور نقص واضح وبطيء في عدد الخلايا الحية ويكون موت الخلايا أحيانا مصحوبا بتحللها والموت يشبه النمو كلاهما يحدث بطريقة لوغاريتمية ويكون منحنى النمو بشدة الى أسفل.



## التمثيل الغذائي البكتيري

### Metabolism (الأيض - التمثيل الغذائي)

عملية الأيض هي إحدى العمليات الحيوية التي تحدث في داخل الكائنات الحية على وجه العموم، وهي المسؤولة عن إنتاج الطاقة عن طريق هدم المواد الغذائية وتحويلها إلى أشكال الطاقة المختلفة عن طريق مرورها بسلسلة من التفاعلات الكيميائية، كما ويتم من خلالها بناء الخلايا المختلفة

▪ تفاعلات الهدم Catabolism

▪ تفاعلات البناء Anabolism

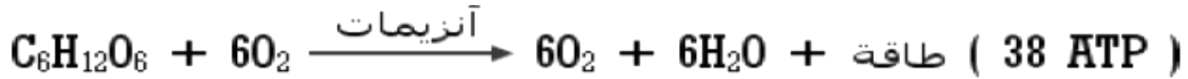
يتضمن التمثيل الغذائي مجموعتين من التفاعلات الهامة هي:

### تفاعلات الهدم Catabolism

تكسير المواد الغذائية الرئيسية سواء كانت كربوهيدرات أو بروتينات أو دهون خلال طرق مختلفة من التفاعلات الحيوية إلى جزيئات بسيطة وينتج عن ذلك الطاقة. تتميز في الكائنات الحية نوعين أساسيين من صيغ الهدم هما التنفس والتخمير.

#### 1. عملية التنفس Respiration

أكسدة المادة الغذائية في وجود أكسجين الهواء الجوي



#### 2. التخمر Fermentation

عملية تحلل المواد العضوية دون استخدام الأكسجين وهي نوعان:

أ- **التخمر اللبني** : يتم فيها اختزال حمض بيروفيك باستخدام الهيدروجين في جزيء 2 NADH لينتج حمض اللاكتيك



ب - **التخمر الكحولي** : سمي بالتخمير الكحولي لأنه يكون إيثانول (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)



## تفاعلات البناء Anabolism

الجزئيات البسيطة الناتجة من عملية الهدم يمكن استخدامها كنواة لبناء مواد أكثر تعقيداً سواء كانت بروتينية أو أحماض نووية من خلال سلسلة من التفاعلات وذلك لبناء الخلايا وتستهلك طاقة في تلك التفاعلات . أحد السمات البارزة في عملية الأيض هو التشابه في المسارات الأساسية بين كائنات تختلف اختلافاً شاسعاً عن بعضها البعض

معظم الهياكل التي تشكل الحيوانات والنباتات والميكروبات مصنوعة من ثلاث فئات أساسية من الجزئيات : الأحماض الأمينية، الكربوهيدرات ، والدهون . ووظيفة التمثيل الغذائي تتركز في استخدام هذه الجزئيات في بناء الخلايا والأنسجة، أو تكسيروها واستخدامها كمصدر للطاقة . ويمكن أن تجتمع بعض هذه المواد الكيميائية لتشكل بوليمرات مثل الحمض النووي والبروتينات .

تأخذ عمليات البناء والهدم مسارات مختلفة داخل خلايا الكائن الحي، يتم فيها تحويل المواد الكيميائية عن طريق سلسلة من الإنزيمات هذه الإنزيمات هي حاسمة لعملية التمثيل الغذائي حيث تعمل على تسريع التفاعلات وتكون مهمة جداً في الحفاظ على حياة الخلية.

### نبذة تاريخية:

- لويس باستر 1860 (التخمر الخاص بالبيرة) أكتشف أن عملية التخمر في فطر الخميرة تتم لما تحتوي الفطر من مواد نشطة توجد بداخل الخلية.
- Kuhne سمى المواد النشطة تلك بالإنزيم ، لاحظ أن مستخلص الخلايا يحتوي على المواد النشطة.

### الإنزيمات

- عبارة عن (محفزات بيوكيميائية) بروتينات ذات وزن جزيئي عالي، وكغيره من البروتينات يتألف تتكون من وحدات معروفة التركيب ومحددة وراثياً وهي الأحماض الأمينية يوجد فيما بينها روابط بيبتيدية وفق تتابع معين خاص بكل إنزيم مما يؤدي في النهاية إلى تركيب فراغي محدد يمكن الإنزيم من القدرة على تسريع حدوث تفاعل خاص به.
- هي بوليمرات هي عبارة عن بروتينات تعمل على القيام بعملية كيميائية أو تسريعها دون أن تدخل في العملية بنفسها، ويقوم مبدأ عمل الإنزيمات على خفض الطاقة اللازمة لحدوث التفاعل أو ما يعرف بطاقة التنشيط ، وتحتاج الإنزيمات في العادة إلى ظروف معينة كي تقوم بالمساهمة في التفاعلات الكيميائية كدرجة الحرارة المناسبة ودرجة الحموضة والتي تختلف من إنزيم إلى آخر.

• بروتينات التركيبية Structural

• بروتينات التخزينية Storage

• بروتينات الوظيفية (النشيطة) Functional

**طاقة التنشيط:** هي الطاقة اللازمة لبدء التفاعل و نقل المواد المتفاعلة إلى مستوى طاقة يكفي لتحويل المواد المتفاعلة إلى نواتج هذا المستوى يعرف " بالحالة الانتقالية المؤقتة."

### خواص الإنزيمات:

مادة عضوية ، تنتج من خلايا حية توجد بكميات ضئيلة جدا تعمل على اسراع التفاعلات ولا تستهلك أثناء التفاعل الذي تحفزه تسريع تفاعل ما ولا تتأثر بهذا التفاعل ولا يتغير تركيبها أثناء التحفيز لذلك تسمى الإنزيمات بالعوامل المحفزة.

### تخصص الإنزيمات لمادة التفاعل

تميؤ الرابطة الجليكوسيدية أو الرابطة الاسترية أو الرابطة الببتيدية في جزيئات الكربوهيدرات والدهون والبروتين على التوالي، يتم كسر الرابطة بإضافة جزيء من الماء حيث تضاف مجموعة هيدروكسيل OH- إلى احدى الذرتين بينما تضاف ذرة هيدروجين-H إلى الذرة الأخرى ومع تشابه التفاعلات في الحالات الثلاثة إلا أن الإنزيمات مختلفة باختلاف مادة التفاعل.

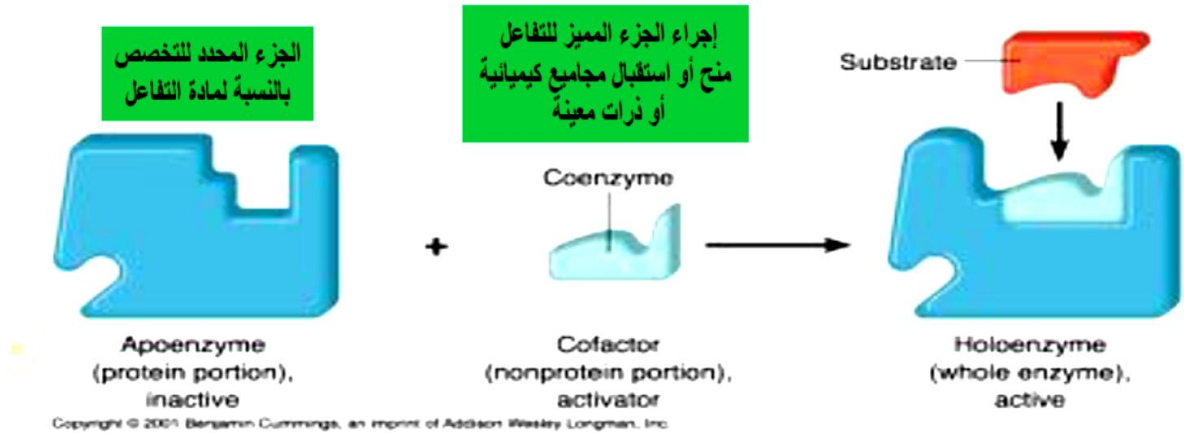
### مكونات الإنزيم

يتكون من أحماض الأمينية يوجد بينها روابط ببتيدية وتبعا للتركيب:

1. يتكون من جزء واحد بروتيني مثل Lipase

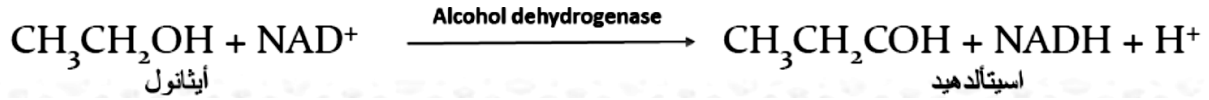
2. يتكون من جزء بروتيني يسمى Apoenzyme مرتبط مع جزء آخر عضوي ذو وزن جزيئي صغير

مرفق إنزيمي Coenzyme ويتكون الإنزيم الكامل من إتحاد الجزئين معاً Holoenzyme



## الجزء الغير بروتيني

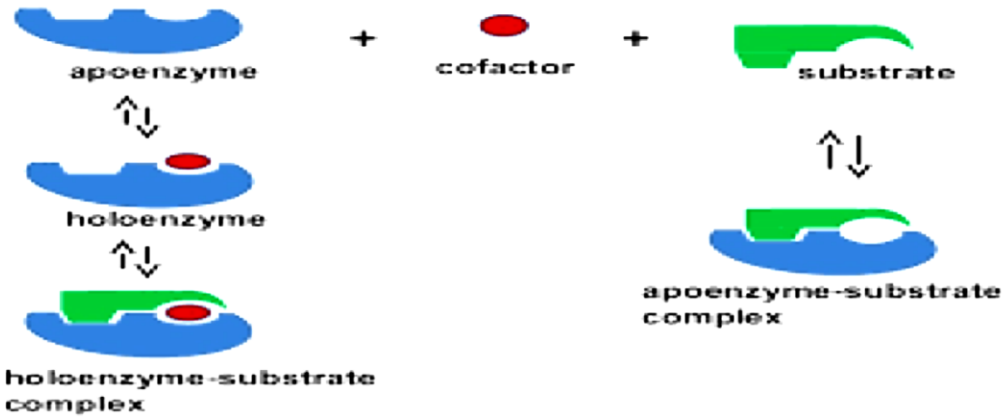
1. الارتباط وثيقاً بين المكونين تعذر فصل أحدهما عن الآخر المجموعة المنضمة Prosthetic group
2. جزء غير بروتيني متحد مع الجزء البروتيني من الإنزيم يكون Conjugated protein مثل مجموعة الهيم المحتوية على حديد والمتحد مع الجلوبين لتكوين الهيموجلوبين.
3. مركب عضوي يسهل فصله عن بروتين الإنزيم Coenzyme وينتقل من إنزيم لآخر



4. كابتونات المعادن حيث إذا فصلت عن الإنزيم فقد فاعليته ( عامل متمم Co-factor )

## الإنزيمات غير الانشطة Inactive enzyme

بعض الإنزيمات في صورة غير نشط يسمى طليعة الإنزيم Proenzyme فإذا دعت الحاجة إلى تنشيط هذا الإنزيم تم ذلك بتغيير بسيط في تركيبه، كأن يزال جزء من سلسلة عديد الببتيد المكونة له، فيتحول بذلك إلى إنزيم نشط. من الأمثلة على الإنزيمات التي تتكون في صورة غير نشطة إنزيم الهضم الببسين والتربسين فهما يتكونان أولاً على صورة ببسينوجين ، و تربسينوجين ، على التوالي.



- تحتوي معظم الإنزيمات على موقع نشط واحد في كل جزيء، إلا أن هناك مجموعة من الإنزيمات تحتوي على أكثر من موقع نشط وتسمى الإنزيمات الألوستيرية. Allosteric
- و يرتبط على أحد المواقع النشطة جزيء من مادة التفاعل بينما يرتبط على الموقع الآخر مركب كيميائي معين برابطة ضعيفة غير تساهمية ، و يؤدي ارتباط تلك المركبات الكيميائية إلى تغيير في نشاط الإنزيم زيادة أو نقصاناً.

## الإنزيمات المتماثلة : Isoenzymes

هي الإنزيمات التي لها نفس الوزن الجزيئي ونفس التركيب البروتيني ولكنها ذات أشكال بنائية مختلفة، ولها نفس الفاعلية الحفزية ونفس التخصص على مادة التفاعل ولكنها تسلك طرق مختلفة عن بعضها إلى حد ما حسب اختلاف شكلها البنائي لصميم الإنزيم ، يتم فصلها تحت تأثير التيار الكهربائي في المحلول electrophoresis ومن الأمثلة على ذلك إنزيم لاكتات ديهيدروجينيز LDH. الإنزيمات المتماثلة ضرورية لتنظيم العمليات الحيوية، ولها دور كبير في المجال الطبي للكشف عن الأمراض.

### آلية عمل الإنزيمات

تسريع التفاعلات الكيميائية (تكون عن طريق تقليل أو خفض طاقة التنشيط اللازمة للتفاعل).  
الخطوة الأولى: في أي تفاعل إنزيمي يرتبط الإنزيم (E) ( مع المادة التفاعل S) ( مكونا معقد ES) و يتم هذا الارتباط على موقع معين في تركيب الإنزيم يسمى الموقع النشط Active site ويتم الارتباط بين مادة التفاعل والإنزيم عن طريق الأنيونات والكاتيونات مثل H, S, NH<sub>2</sub>, COOH.

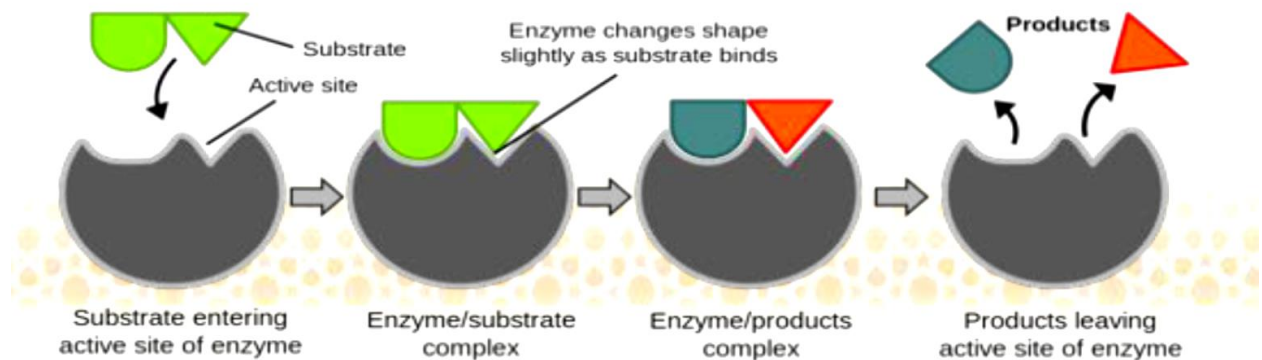


الخطوة الثانية: يتحلل المعقد ويكون نواتج التفاعل ويتحرر الإنزيم.



### الفرضيات

أولاً: **فرضية القفل والمفتاح Lock and key** : وضعت هذه الفرضية من قبل Emil Fischer لتفسير اصطفاائية الإنزيمات حيث افترض ان موقع الارتباط في الإنزيم يشابه دور القفل الذي لا يفتحه إلا مفتاح مخصص له ينطبق شكله على متطلبات هذا القفل ، وهذا ما يؤدي إلى ان جزيئات معينة فقط تستطيع الارتباط بالإنزيم في موقع ارتباطه التفاعلي لتخضع للتفاعلات التي ينجزها الإنزيم.

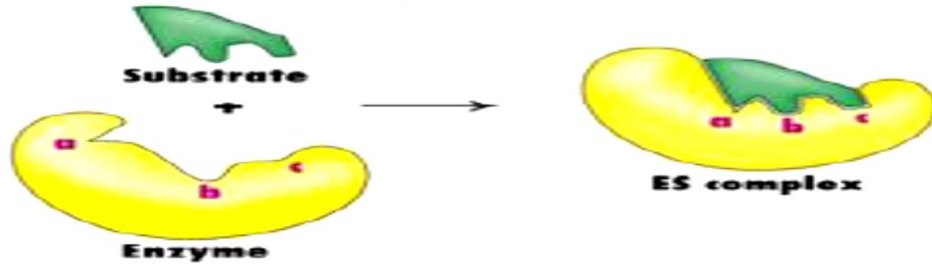




ثانيا: **فرضية التوافق المستحث Induced fit model**: اقترح Koshland فرضية معدلة عن فرضية القفل و المفتاح، حيث افترض أن السلاسل الببتيدية في موقع الارتباط تستطيع تشكل نفسها، كما إن هذه السلاسل الببتيدية تأخذ في شكلها الجديد وضعية تسهل عملها التحفيزي مما يؤدي إلى إنجاز التفاعل الكيميائي المطلوب

### Induced Fit – Koshland (1963)

A proposal for ES



### مواقع الإنزيمات بالخلايا

تقسيم الإنزيمات على أساس إفرازها في وجود أو غياب مادة التفاعل

#### (إنزيمات بنائية) تأسيسية Constitutive enzyme

ينتج في الخلية بشكل دائم في وجود مادة التفاعل أو غيابها (إنزيمات التنفس الخلوي)

#### إنزيمات مستحدثة Adaptive (Inducible) enzyme

ينتج في الخلية عند الحاجة له (مثل إنزيم Penicillinase) الذي تفرزه بكتريا *B cereus* في وجود

البنسلين.

#### إنزيمات التعويضية Anaplerotic enzyme

تخلق وقت الحاجة لإحلال بعض مواد الأيض للمحافظة على مستوى من المواد الوسطية لاتمام الدورات

الغذائية .

### تقسيم الإنزيمات على أساس إفرازها

1. تتكون جميع الإنزيمات داخل الخلية فمنها الإنزيمات الداخلية تبقى داخل الخلية ولا يمكن استخلاصها

إلا بتكسير الخلية بصورة كاملة.

2. الإنزيمات الخارجية : تخرج من الخلية إلى الوسط الخارجي وتقوم بنشاطها الحيوي خارج الخلية.

## تصنيف الأنزيمات إلى ستة أقسام رئيسية:

### 1. إنزيمات الأكسدة والاختزال Oxidoreductases

وهي تضم الإنزيمات التي تساعد في تفاعلات الأكسدة والاختزال عن طريق نقل الإلكترونات من مادة التفاعل إلى آخر فتؤكسد الأولى وتختزل الثانية



### 2. إنزيمات النقل Transferases

وتضم جميع الإنزيمات التي تعمل على نقل مجموعة كيميائية من مركب إلى آخر

- الإنزيمات الناقلة لمجموعة الفوسفات ATP
- الإنزيمات الناقلة للمجموعة الأمينية -NH<sub>2</sub>

### 3. إنزيمات التحلل المائي Hydrolases

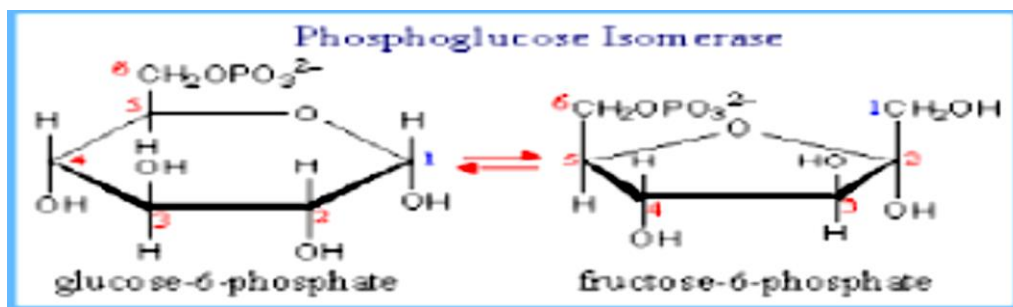
- يضيف الماء إلى المركب ليتفكك إلى مركبين جديدين
- تقوم بكسر الروابط الكيميائية بإضافة الماء أو جزء من مركبه، ومنها الإنزيمات التي تعمل على تميؤ أو تحلل الروابط الجلايكوسيدية والإستيرية والبيبتيديّة

### 4. إنزيمات التفكيك والهدم Lyases

إضافة أو حذف مجاميع كيميائية بالمركب دون تحلل مائي، حيث يحل محل ذرات المجموعة المنزوعة رابطة مزدوجة، أو كسر للرابطة الزوجية عند إضافة مجموعة كيميائية.

### 5. إنزيمات المشابهات Isomerases

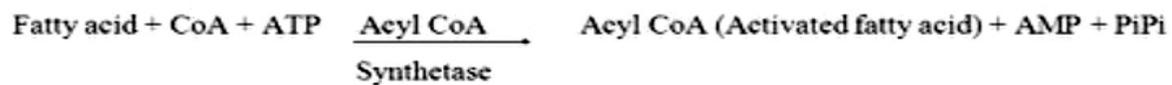
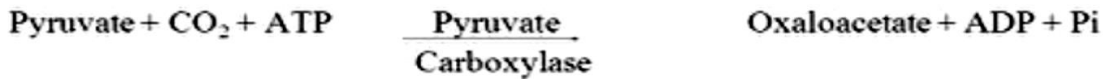
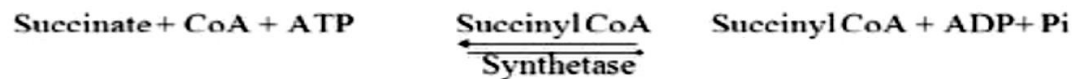
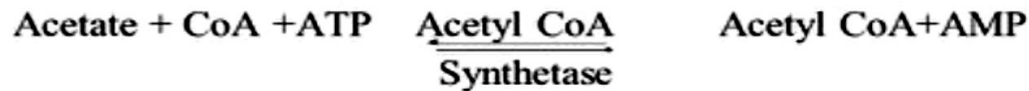
تعمل على تحويل المركب إلى المركب المشابه بإعادة ترتيب وضع الذرات



## 6. إنزيمات الربط Synthetases

تعمل على إنشاء رابطة جديدة من مركبين مختلفين، مرتبطة بهدم رابطة بيروفوسفاتية الطاقة المختزنة في جزيء أدينوسين ثلاثي الفوسفات ATP والمركبات المشابهة.

- Catalyze reactions in which linking together of two molecules occur coupled with the breakdown of a high energy phosphate bonds like ATP, GTP

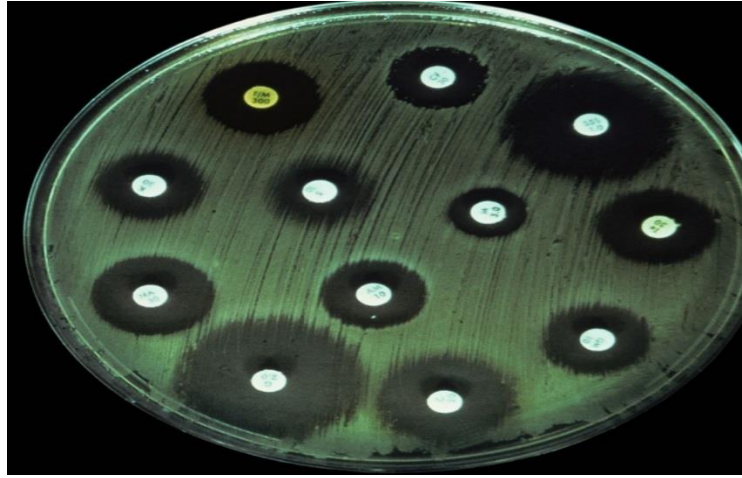


# الفصل الرابع

- تثبيط النمو البكتيري
- العوامل التي تؤثر على فاعلية المثبطات
- طرق التحكم والسيطرة على الميكروبات
- أنواع العوامل المضادة للميكروبات
- طريقة عمل المضادات الحيوية
- المقاومة البكتيرية للمضادات الحيوية
- اختبارات الحساسية للمضادات الحيوية
- بعض المجاميع البكتيرية وخصائصها
- المراجع

## تشبيط النمو البكتيري

المواد الكيميائية التي توقف أو تبطئ عملية نمو البكتيريا تسمى "بالمثبطات" ، بينما إذا كان تأثيرها غير قابل للاسترداد تسمى "مبيد للجراثيم". المضادات الحيوية المثبطة للبكتيريا تحد من نمو البكتيريا عن طريق التداخل مع مركز إنتاج البروتين لدى البكتيريا أو تكاثر DNA أو خصائص أخرى. هذه المضادات الحيوية تثبط نمو وتكاثر البكتيريا بدون أن تقتلها. عملية قتل البكتيريا تكون بواسطة عوامل قاتلة للبكتيريا . العوامل المثبطة للبكتيريا يجب أن تعمل مع الجهاز المناعي للتخلص من الكائنات الحية الموجودة في الجسم.في بعض الأحيان لا يوجد فرق بين العوامل المثبطة والقاتلة ; التركيز العالي من بعض العوامل المثبطة تكن قاتلة وأيضاً تراكيز قليلة من العوامل القاتلة تكون مثبطة.



## مصطلحات

- المبيدات الحيوية: تقتل البيولوجيات
- مبيد الجراثيم أو مبيد الجراثيم: يقتل البكتيريا
- مثبط جرثومي: يوقف النمو
- التعقيم: تدمير جميع أشكال الحياة
- التطهير: تدمير مسببات الأمراض
- تعفن الدم: يشير إلى التلوث الجرثومي.
- التعقم: غياب النمو

## العوامل التي تؤثر على فاعلية المثبطات

- عدد الميكروبات

- الظروف البيئية
- زمن التعرض للأصابة
- الخصائص الميكروبية

### طرق التحكم والسيطرة على الميكروبات

1. طرق فيزيائية

2. طرق كيميائية

3. طرق بيولوجية

### أولا : الطرق الفيزيائية

- غير مخصص للاستخدام على الكائنات الحية
- تغيير نفاذية الأغشية و / أو بنية البروتينات والأحماض النووية بطريقة ما.

#### A. التعقيم بالحرارة

تختلف أنواع البكتيريا المختلفة في قابليتها للحرارة. تختلف أبواغ البكتيريا المكونة للأبواغ أيضاً في مقاومتها للحرارة. لذلك ، تعتمد العملية على درجة الحرارة والوقت.

يتضمن التعقيم بالحرارة الجافة استخدام أفران الهواء الساخن (على سبيل المثال: للتربة والأواني الزجاجية) والحرق أو اللهب الكحولي لأدوات مختلفة مثل الموزعة المثلثة وحلقات التلقيح.



## B. الحرارة الرطبة والضغط (الأوتوكلاف)

عند 1.5 ضغط جوى ، 121 درجة مئوية ، لمدة 15 دقيقة (أو أكثر).

نقطة الموت الحراري (TDP): أدنى درجة حرارة تقتل فيها جميع الخلايا في مزرعة ما في غضون 10 دقائق.

وقت الموت الحراري (TDT): هة الوقت لقتل جميع الخلايا في مزرعة ما.



## C. الاشعاع

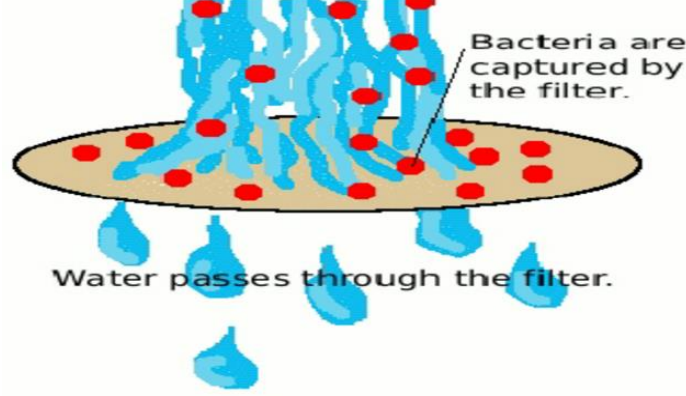
بما في ذلك الأشعة السينية والأشعة فوق البنفسجية وأشعة جاما. تستخدم الأشعة فوق البنفسجية لأغراض تعقيم الأسطح فقط لأنها لا تستطيع اختراق الأسطح الداخلية. يمكن إعادة تنشيط الخلايا البكتيرية التي تعرضت للأشعة فوق البنفسجية أو الأشعة السينية. في حالة الأشعة فوق البنفسجية ، تتم إعادة التنشيط بواسطة الضوء المرئي وتسمى العملية "التنشيط الضوئي". يمكن عكس تأثير الأشعة السينية عن طريق تعريض البكتيريا لدرجة حرارة دون المستوى الأمثل. وتشارك أشعة جاما في بعض عمليات التعقيم مثل الأطباق البلاستيكية التي يمكن التخلص منها والتي تنتهي صلاحيتها لمدة عام تقريباً.



## الطرق الفيزيائية الميكانيكية

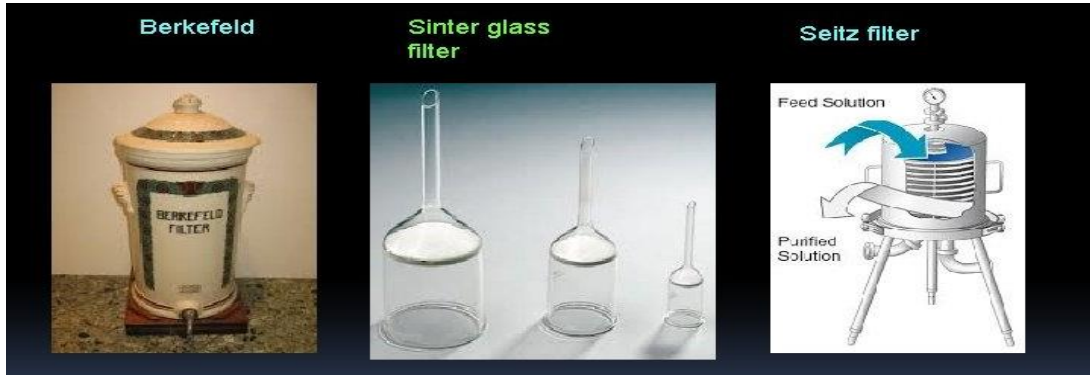
### A. الترشيح الغشائي

باستخدام اوراق ترشيح ذاتأحجام مختلفة للمسام. أحجام المسام الأكثر شيوعاً هي 0.2 و 0.45 ميكرومتر. معظم مواد المرشح الغشائي خاملة بيولوجياً مثل أسيئات السليلوز أو نترات السليلوز.



### B. مرشحات Seitz

0.45 ميكرومتر من المسام ، مرشحات الأسبستوس مع حامل من الفولاذ المقاوم للصدأ (الأسبستوس ممنوع في الوقت الحاضر).



### C. فلاتر زجاجية

قرص من الزجاج الملبد في قمع بمسام مختلفة (درجات). عادة ما يستخدم حجم الدرجة 5 أو G5 لعلم الجراثيم لأنه يحتوي على حجم مسام يبلغ 0.45 ميكرومتر.





### ثانيا الطرق الكيميائية

العوامل المضادة للميكروبات هي مواد كيميائية تقتل الكائنات الحية الدقيقة أو تمنع نموها. تشمل العوامل المضادة للميكروبات المواد الحافظة والمطهرات الكيميائية ، وكذلك الأدوية المستخدمة في علاج الأمراض المعدية التي تصيب النباتات والحيوانات. قد تكون العوامل المضادة للميكروبات من أصل طبيعي أو اصطناعي ، وقد يكون لها تأثير ثابت أو قاتل على الكائنات الحية الدقيقة.

- يمكن استخدامها على الكائنات الحية
- العوامل التي قد تؤثر على التطهير
- تركيز المطهر
- ما يجب تطهيره
- الرقم الهيدروجيني
- المواد العضوية
- وقت الاتصال مع الميكروب

### **أنواع العوامل المضادة للميكروبات**

أ- **مطهرات:** عوامل مبيدات الجراثيم غير ضارة بدرجة كافية ليتم وضعها على الجلد والأغشية المخاطية ؛ لا ينبغي أن تؤخذ داخليا. أمثلة: المواد الزئبقية ، نترات الفضة ، محلول اليود ، الكحوليات ، المنظفات.

ب- **المثبطات:** العوامل التي تقتل الكائنات الحية الدقيقة ، ولكن ليس بالضرورة جراثيمها ، ليست آمنة للتطبيق على الأنسجة الحية ؛ يتم استخدامها لتعقيم أشياء مثل الطاولات والأرضيات والأواني ، إلخ. أمثلة: الكلور ، هيبوكلوريت ، مركبات الكلور ، كبريتات النحاس ، مركبات الأمونيوم الرباعية. لاحظ أن المطهرات والمطهرات تتميز على أساس ما إذا كانت آمنة للتطبيق على الأغشية المخاطية. في

كثير من الأحيان ، تعتمد السلامة على تركيز المركب. على سبيل المثال ، هيبوكلوريت الصوديوم (الكلور) ، كما هو مضاف إلى الماء ، آمن للشرب ، لكن "الكلوروكس" (5% هيبوكلوريت) ليس كذلك.

ت- **المواد الحافظة:** عوامل ثابتة تستخدم لتثبيط نمو الكائنات الحية الدقيقة ، وغالبًا في الأطعمة. يجب أن تكون غير سامة إذا تم تناولها. أمثلة؛ بروبيونات الكالسيوم وبنزوات الصوديوم والفورمالديهايد والنترات وثاني أكسيد الكبريت.

ث- **عوامل العلاج الكيميائي:** مضادات الميكروبات من أصل طبيعي أو اصطناعي مفيدة في علاج الأمراض الجرثومية أو الفيروسية. أمثلة: السلفوناميدات والمضادات الحيوية.

### أمثلة على مثبطات النمو البكتيري

#### 1. مواد الاسطح الفعالة

- عادة ما تكون هذه المواد مقاومة للجراثيم ونادراً ما تكون مبيد للجراثيم.
- تشمل الفينولات والصابون والمنظفات وأملاح بعض الأحماض العضوية وبعض الأمينات.
- يتم التعبير عن تأثيرها على أنه "معامل الفينول" بالمقارنة مع نفس تأثير الفينول.
- تقلل هذه المواد من التوتر السطحي للخلايا البكتيرية. لذلك ، سيكون السطح رطبًا وستكون المادة رغوة مع بعض التأثيرات الأخرى في حالات قليلة.
- قد يكون تأثيرها بسبب الامتزاز على سطح الخلية ومن ثم جعل الخلايا تتسرب من المواد المذابة إلى الوسط (المسام المفتوحة في أغشية الخلايا).

#### 2. الأصباغ

- تمنع الأصباغ نمو البكتيريا ولكن إيجابية الجرام أكثر مقاومة لتأثيرها من سلبية الجرام.
- قد يكون تأثيرها بسبب الدمج مع بروتينات الخلية أو الأحماض النووية.
- يرتبط التأثير بعد ذلك بتركيز الصبغة وأنواع البكتيريا ونوع الصبغة المستخدمة.

#### 3. السلفوناميدات

- تم اكتشاف صبغة تمنع نمو بكتيريا Gm -ve و Gm + ve (برونتوسيل أو سلفانيلاميد) ، وتتحول إلى جسم حيواني إلى سلفوناميد أمينو بنزين.

- أكثر السلفوناميدات فائدة هي السلفاديازين والسلفابيريدين والسلفاثيازول.
- عنصر هام من فيتامين حمض الفوليك هو حمض p-أمينوبنزويك. يتمثل عمل السلفوناميد في استبدال حمض p-أمينوبنزويك ، وبالتالي لا يتشكل جزيء حمض الفوليك.

#### 4. مضادات حيوية

- العوامل المضادة للميكروبات التي ينتجها كائن حي دقيق والتي تمنع نمو كائن حي آخر.
- جزيئات منخفضة الوزن الجزيئي (غير بروتينية) تنتج كمستقلبات ثانوية ، بشكل أساسي بواسطة الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش في التربة.
- وفقاً لعملهم ضد التجمعات البكتيرية ، يتم تقسيمهم إلى مجموعتين:

- 1- **المضادات الحيوية القاتلة للجراثيم:** لها مفعول قاتل مثل البنسلين ، الستربتومايسين ، السيفالوسبورين ، النيوميسين ، البوليميكسين. الاريثروميسين أيضا مميت بتركيزات عالية.
- 2- **المضادات الحيوية البكتيرية:** وهي تمنع النمو ويعتمد تأثيرها على الكائن الحي وتركيز الدواء. تشمل الأمثلة التتراسيكلين والكلورامفينيكول.

#### طريقة عمل المضادات الحيوية

##### (1) مثبطات جدار الخلية:

تمنع المثبطات عموماً بعض الخطوات في تخليق الببتيدوغليكان البكتيري بما في ذلك:

##### 1- المضادات الحيوية بيتا لاكتام

منتجات مجموعتين من الفطريات ، البنسليوم والسيفالوسبورين ، ويمثلها البنسلين والسيفالوسبورين. تمنع المضادات الحيوية بيتا لاكتام الخطوة الأخيرة في تخليق الببتيدوغليكان ، الارتباط المتبادل النهائي بين سلاسل الببتيد الجانبية.

##### 2- البنسلينات الطبيعية

يتم إنتاج مثل البنسلين G أو البنسلين V عن طريق تخمير البنسليوم كريسوجينوم. إنها فعالة ضد المكورات العقدية والمكورات البنية والمكورات العنقودية ، إلا في الحالات التي تكون فيها المقاومة قد نشأت. تعتبر ضيقة الطيف لأنها ليست فعالة ضد قضابان الجرام.

### 3- البنسلينات شبه الاصطناعية

ينتج القالب الجزء الرئيسي من الجزيء (6-aminopenicillanic acid) ثم يتم تعديله كيميائياً عن طريق إضافة سلاسل جانبية لزيادة نشاط الطيف. الأموكسيسيلين والأمبيسلين قد وسعت الأطياف ضد سلبيات الجرام وهي فعالة عن طريق الفم ؛ الميثيسيلين مقاوم للبنسليناز. حمض الكلافولانيك مادة كيميائية تضاف أحياناً إلى مستحضر بنسلين شبه اصطناعي. وهكذا ، فإن أموكسيسيلين زائد كلافولانات هو كلافاموكس أو أوجمنتين.

### 4- السيفالوسبورينات

المضادات الحيوية بيتا لاكتام مع طريقة عمل مماثلة للبنسلين التي تنتجها أنواع السيفالوسبوريوم. لديهم سمية أقل وطيف أوسع من البنسلين الطبيعي. غالباً ما تستخدم كبدايل للبنسلين ، ضد البكتيريا سالبة الجرام ، وفي الوقاية الجراحية.

### 5- باسيتراسين

هو مضاد حيوي متعدد البيبتيد تنتجه أنواع العصيات. يمنع نمو جدار الخلية عن طريق تثبيط إطلاق وحدات mucopeptide من البيبتيدوغليكان من جزيء حامل الدهون الذي يحمل الوحدة الفرعية إلى خارج الغشاء. تخليق حمض التيكويك ، والذي يتطلب نفس المادة الحاملة ، ممنوع أيضاً.

### (2) مثبطات غشاء الخلية

يشوش هيكل أو يثبط وظيفة الأغشية البكتيرية. تعتبر سلامة الأغشية السيتوبلازمية والأغشية الخارجية أمراً حيوياً للبكتيريا ، والمركبات التي تفسد الأغشية تقتل الخلايا بسرعة. ومع ذلك ، نظراً لأوجه التشابه بين الدهون الفوسفورية في الأغشية eubacterial و eukaryotic ، نادراً ما يكون هذا الإجراء محدداً بما يكفي للسماح باستخدام هذه المركبات بشكل منهجي. البوليميكسين ، الذي تنتجه العصوية بوليميكسيس فعال بشكل رئيسي ضد البكتيريا سالبة الجرام.

ترتبط مادة البوليميكسين بفوسفوليبيدات الغشاء وبالتالي تتداخل مع وظيفة الغشاء. التوازن بين الفعالية والأضرار التي تلحق بالكلية والأعضاء الأخرى قريب بشكل خطير ، ولا ينبغي إعطاء الدواء إلا تحت إشراف دقيق في المستشفى.

### (3) - مثبطات تخليق البروتين:

يكون هجومهم دائماً في أحد الأحداث التي تحدث على الريبوسوم وليس في مرحلة تنشيط الحمض الأميني أو الارتباط بحمض نووي معين. معظمهم لديهم تقارب أو خصوصية للريبوزومات S70 (على عكس S80). وأهمها التتراسكلين والكلورامفينيكول والماكروليدات (مثل الإريثروميسين) والأمينوغلوكوزيدات (مثل الستربتومايسين).

الأمينوغلوكوزيدات هي منتجات من أنواع *Streptomyces* ويمثلها الستربتومايسين والكاناميسين والتوبراميسين والجنتاميسين. تمارس هذه المضادات الحيوية نشاطها من خلال الارتباط بالريبوسومات البكتيرية ومنع بدء تخليق البروتين. أشهرها هي التتراسكلين والكلورنتراسكلين والدوكسيسيكلين. التتراسكلينات هي مضادات حيوية واسعة الطيف ذات نشاط واسع ضد بكتيريا Gram + ve و Gram -ve. يحتوي الكلورامفينيكول على طيف واسع من النشاط ولكنه يمارس تأثير جراثيم. إنه فعال ضد الطفيليات داخل الخلايا مثل الريكتسيا. يتم تمثيل الماكروليدات بواسطة الإريثروميسين والأولياندوميسين. الإريثروميسين فعال ضد معظم بكتيريا Gram + ve ، *Neisseria* ، *Legionella* و *Haemophilus* ، ولكن ليس ضد بكتيريا Enterobacteriaceae. تمنع الماكروليدات تخليق البروتين البكتيري عن طريق الارتباط بالوحدة الفرعية الريبوسومية S50. تعتبر الماكروليدات مقاومة للجراثيم بالنسبة لمعظم البكتيريا ولكنها قاتلة لعدد قليل من البكتيريا.

### (4) مثبطات الأحماض النووية

يؤثر بعضها على تخليق الحمض النووي أو الحمض النووي الريبوزي ، أو يمكن أن يرتبط بالحمض النووي أو الحمض النووي الريبوزي بحيث لا يمكن قراءة رسائلهما. في كلتا الحالتين ، يمكن أن تمنع نمو الخلايا. غالبية هذه الأدوية غير انتقائية ، وبالتالي فهي غير قابلة للتطبيق. اثنان من مثبطات تخليق الحمض النووي التي لها نشاط انتقائي ضد بدائيات النوى وبعض الفوائد الطبية هما حمض الناليديكسيك والريفاميسين. حمض الناليديكسيك هو عامل علاجي كيميائي اصطناعي له نشاط بشكل أساسي ضد بكتيريا الجرام ، كما أن الريفاميسين هو أحد منتجات *Streptomyces*.

ريفامبيسين هو مشتق شبه صناعي من ريفاميسين فعال ضد بكتيريا الجرام + الخامس (بما في ذلك المتفطرة السلية) وبعض بكتيريا الجرام. يعمل ريفامبيسين بشكل خاص على بوليميراز الحمض النووي الريبي eubacterial وهو غير نشط تجاه بوليميراز الحمض النووي الريبي من الخلايا الحيوانية أو تجاه بوليميراز الحمض النووي. يرتبط المضاد الحيوي بوحدة بيتا الفرعية للبوليميراز ويمنع دخول النيوكليوتيد الأول الضروري لتنشيط البوليميراز ، وبالتالي منع تخليق الرنا المرسال. وجد أن له تأثير مبيد للجراثيم أكبر ضد المتفطرة السلية من الأدوية الأخرى المضادة للسسل.

### (5) مثبطات تنافسية

المثبطات التنافسية هي في الغالب جميع عوامل العلاج الكيميائي الاصطناعية. معظمها عبارة عن "نظائر عامل النمو" والتي تشبه بنيويًا عامل النمو البكتيري ولكنها لا تؤدي وظيفتها الأيضية في الخلية. بعضها مضاد للجراثيم وبعضها مبيد للجراثيم (تمت مناقشة السلفوناميدات أعلاه).

### المقاومة البكتيرية للمضادات الحيوية

تحدث مقاومة البنسلين اليوم في ما يصل إلى 80% من سلالات جميع سلالات المكورات العنقودية الذهبية. إن بكتيريا الجرام مقاومة بطبيعتها لأن جدارها الخلوي الضعيف محمي بغشاء خارجي يمنع تغلغل جزيء البنسلين ، ولا تزال مشاكل مسببات الأمراض المقاومة للأدوية المتعددة تظهر. كانت أهم مسببات الأمراض التي ظهرت في أشكال مقاومة متعددة للأدوية حتى الآن هي المتفطرة السلية والمكورات العنقودية الذهبية.

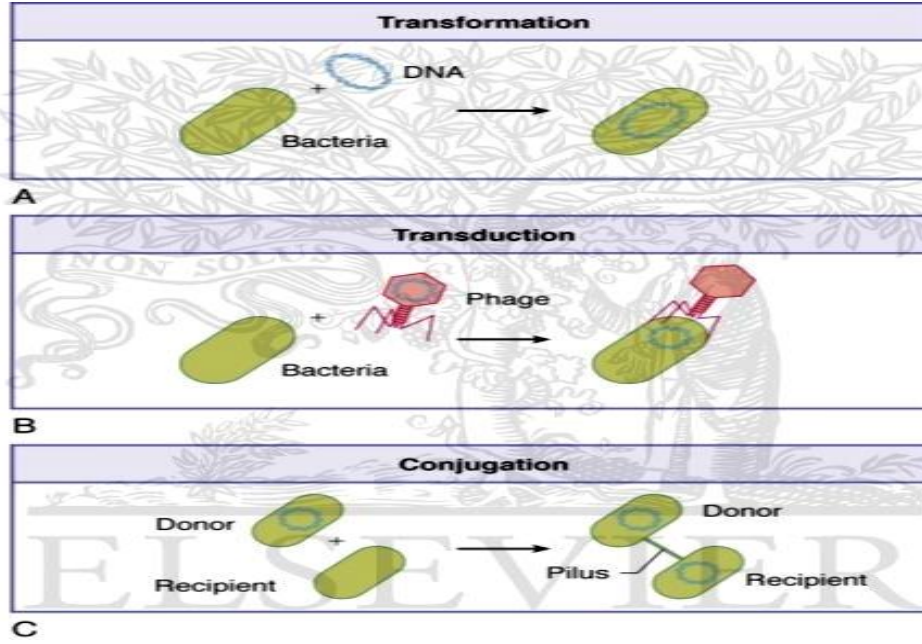


## أساس المقاومة

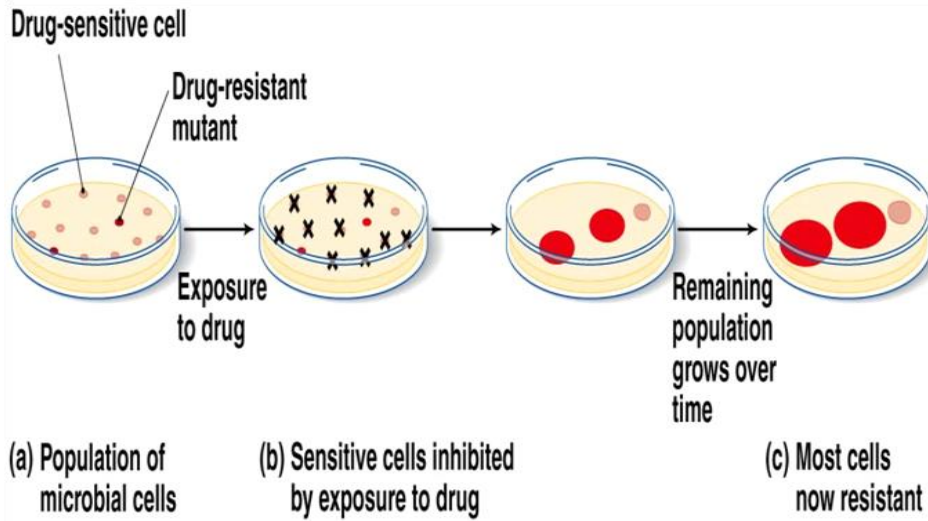
1. تفتقر الخلايا البكتيرية إلى الهدف الذي يعمل عليه المضاد الحيوي.
  2. إنتاج إنزيمات معينة من قبل الأنواع البكتيرية التي تثبط عمل هذه المضادات الحيوية.
  3. اكتساب المقاومة من خلال الطفرة البكتيرية.
- هناك حاجة مستمرة لإنتاج مضادات حيوية جديدة وضرورة منع المقاومة البكتيرية أو تأخيرها عن طريق تجنب الاستخدام غير المناسب للمضادات الحيوية.

## أنواع المقاومة هي:

- المقاومة المتأصلة (الطبيعية): قد تكون البكتيريا مقاومة بطبيعتها للمضادات الحيوية. على سبيل المثال ، تمتلك الستربتومايسيت جيناً مسؤولاً عن مقاومة المضاد الحيوي الخاص بها ؛ أو البكتيريا المكونة من خمسة جرامات لها غشاء خارجي يؤسس حاجز نفاذية ضد المضاد الحيوي ؛ أو كائن حي يفتقر إلى نظام نقل للمضاد الحيوي ؛ أو يفتقر إلى الهدف أو التفاعل الذي يصيبه المضاد الحيوي.
- المقاومة المكتسبة: يمكن أن تطور البكتيريا مقاومة للمضادات الحيوية ، على سبيل المثال أصبحت المجموعات البكتيرية ، التي كانت حساسة في السابق للمضادات الحيوية ، مقاومة. المقاومة المكتسبة مدفوعة بعمليتين وراثيتين في البكتيريا: (1) الطفرة والاختيار (يشار إليها أحياناً بالتطور الرأسي) ؛ (2) تبادل الجينات بين السلالات والأنواع (تسمى أحياناً التطور الأفقي).
- البكتيريا قادرة على تبادل الجينات في الطبيعة من خلال ثلاث عمليات: الاقتران والنبوغ والتحول.
- الاقتران ينطوي على الاتصال من خلية إلى خلية حيث يعبر الحمض النووي الجنس من المتبرع إلى المتلقي.
- أثناء النبوغ ، ينقل الفيروس الجينات بين بكتيريا التزاوج.
- في عملية التحول ، يتم الحصول على الحمض النووي مباشرة من البيئة ، بعد أن تم إطلاقه من خلية أخرى.
- يمكن أن يتبع إعادة التركيب الجيني انتقال الحمض النووي من خلية إلى أخرى مما يؤدي إلى ظهور نمط وراثي جديد (مؤتلف).



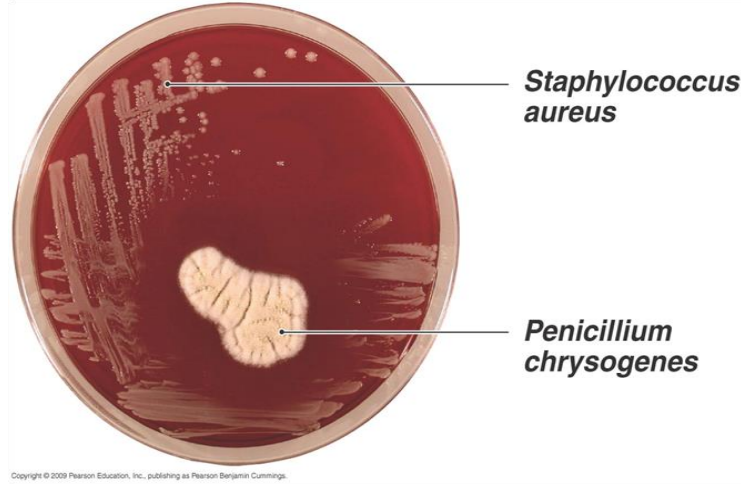
إن التأثيرات المشتركة لمعدلات النمو السريع ، والتركيزات العالية للخلايا ، والعمليات الجينية للطفرة والاختيار ، والقدرة على تبادل الجينات ، مسؤولة عن المعدلات غير العادية للتكيف والتطور في البكتيريا. لهذه الأسباب يبدو أن التكيف البكتيري (المقاومة) لبيئة المضادات الحيوية يحدث بسرعة كبيرة.



### التأزر والعداء بين المضادات الحيوية

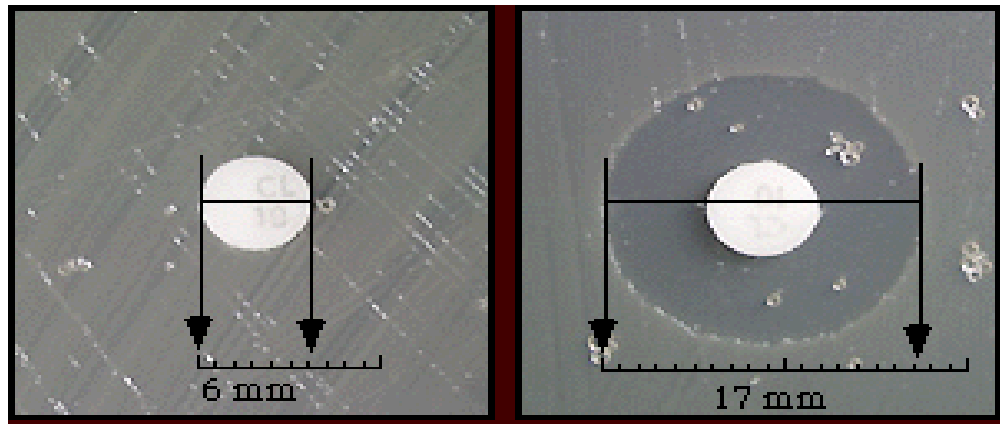
التأزر هو العمل المثبط والمعتل لمضادات حيوية مختلفة على كائن حي في وقت واحد. العداء هو عمل مضاد حيوي ضد تأثير مضاد حيوي آخر. تعمل بعض المضادات الحيوية بشكل تأزري بينما تعمل المضادات الأخرى بشكل معاكس.



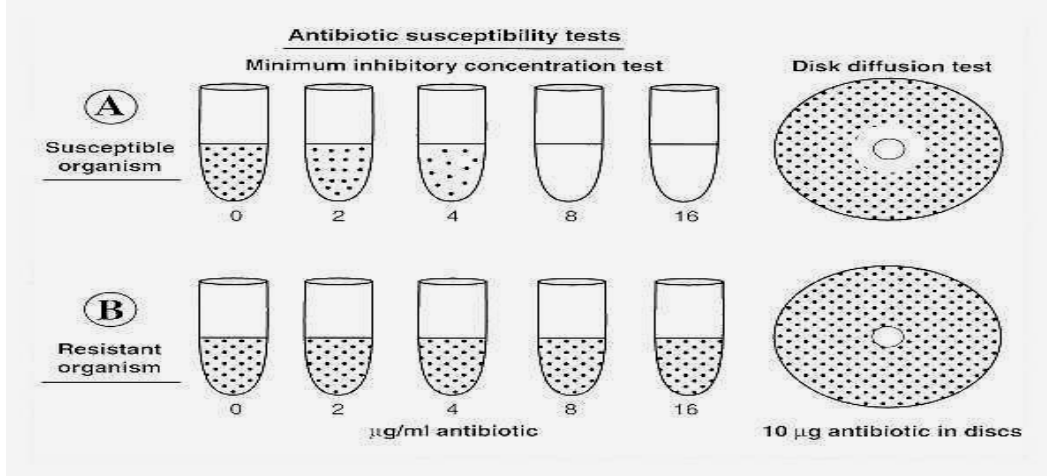


### اختبارات الحساسية للمضادات الحيوية

هذه الاختبارات مفيدة في اختيار المضاد الحيوي المناسب لمرض معين (العلاج الكيميائي). الاختبار الأكثر شيوعاً هو "اختبار انتشار القرص" وهو مناسب فقط للكائنات سريعة النمو. يتم تلقيح صفيحة من وسط أجار مناسب مع تعليق مزرعة نقية للبكتيريا المختبرة ، ويتم نشر اللقاح في جميع أنحاء اللوحة. قبل تفريخ الأطباق ، يتم وضع عدد من الأقراص الورقية الصغيرة الماصة ، مغموسة في مضادات حيوية مختلفة ، بعيداً عن بعضها البعض في اللوحة. تبدأ المضادات الحيوية في الانتشار من كل قرص مما يعطي منطقة تثبيط نمو إذا كانت تلك البكتيريا حساسة للمضاد الحيوي. يتم قياس ومقارنة مناطق التثبيط هذه ولكن يجب توحيد الشروط بالنسبة لكمية اللقاح ونوع الوسيط ، إلخ. أقل تركيز للمضاد للميكروبات الذي يثبط نمو الكائنات الحية الدقيقة هو التركيز المثبط الأدنى (MIC). يرتبط MIC وقطر منطقة التثبيط عكسياً.



كلما كانت الكائنات الحية الدقيقة أكثر عرضة للعامل المضاد للميكروبات ، انخفض MIC وزادت منطقة التثبيط. على العكس من ذلك ، فإن الكائنات الحية الدقيقة الأكثر مقاومة تتطلب MIC أعلى ولها منطقة تثبيط أصغر.



### بعض المجاميع البكتيرية وخصائصها

تتباين البكتيريا فيما بينها من حيث الشكل الظاهري والتراكيب التشريحية والوراثية ومن حيث القدرة على الحركة وطبيعتها والقابلية للإصطباغ بالأصباغ المختلفة. ومن حيث القدرة على التجرثم وأنماط التكاثر والمعيشة والنمو سوف نتناول المجاميع الهامة ومنها ما يلي:

### أولاً: رتبة أكتينومييسيتالات Actinomyceales

#### العائلة الاكتينومييسيتية Actinomycetaceae

الاكتينومييسيتات: هي أرقى أنواع البكتيريا وهي حلقة اتصال بين مجموعة البكتيريا وحيدة الخلية والفطريات الحقيقية. فهي تشبه البكتيريا في النواة البدائية وهي موجبة لجرام. كما تتأثر بالمضادات الحيوية التي تؤثر على البكتيريا ولا تتأثر بالتي تتأثر بها الفطريات.



أماكن توأجدها واهم أجناسها:

تنتشر الاكتينومييسيتات في الماء والهواء والتربة وداخل أجساد الكائنات الحية وهي غير ذاتية التغذية، معظمها يعيش مترمم وهناك انواع متطفلة.

واهم أجناس هذه المجموعة:

### 1- جنس كورينيبكتريم *Corynebacterium* sp

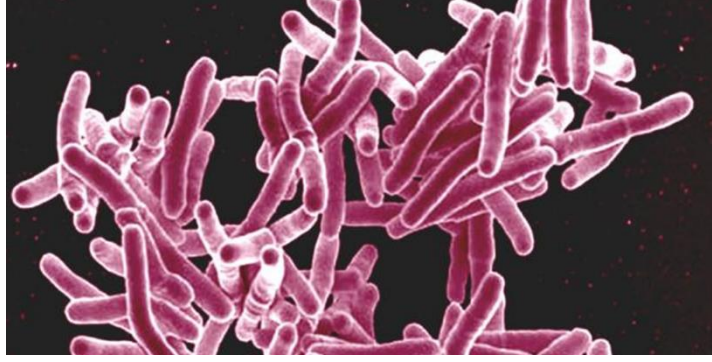
هي موجبة الجرام هوائية غير متحركة ولا تكون جراثيم داخلية ومن أمثلتها بكتيريا المسببة لمرض

الدفتيريا



## 2- ميكوبكتيريا *Mycobacteria sp*

عصوية الشكل هوائية لا تكون جراثيم داخلية، وغير متحركة ومقاومة للصبغ الحامض، ومعظمها رمية موجبة لجرام، ومن أهم أمثلتها البكتيريا التي تسبب مرض الدرن والجذام.



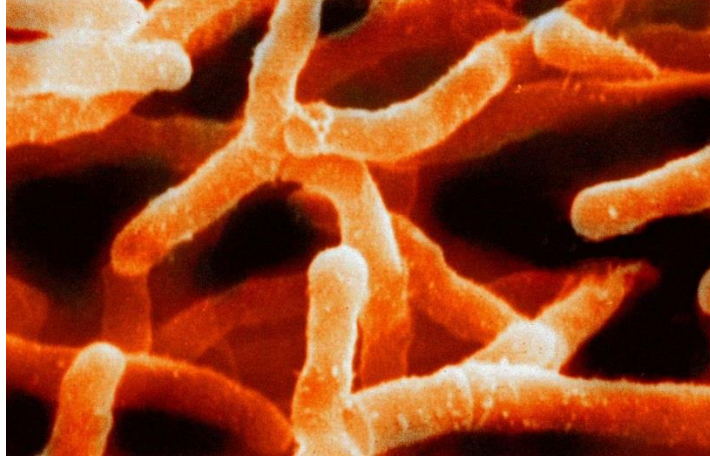
## 3- جنس نوкарديا *Nocardia sp*

هي بكتيريا هوائية وعلى هيئة خيوط طويلة متفرعة، وهي مقاومة للصبغ الحامضي وموجبة لجرام ومن أمثلتها المسببة المرض بالرئة.



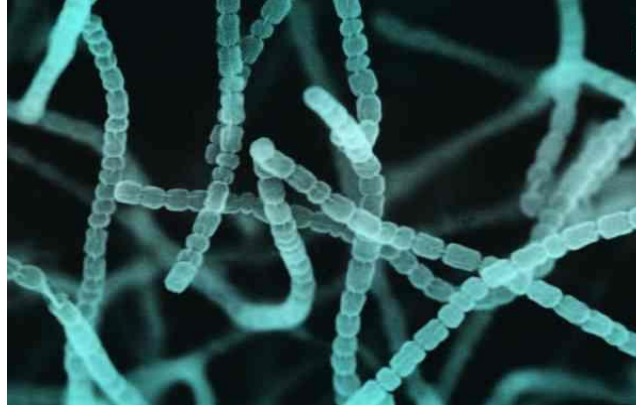
## 4- جنس اكتينومييسيس *Actinomyces sp*

تشبه النوكارديا الا أنها لاهوائية إجبارية ولها دور هام في التربة فهي تقوم بتحليل المواد العضوية ولها القدرة على الالتصاق بالأسنان وتسبب التسويس حيث تكون سكريات عديدة.



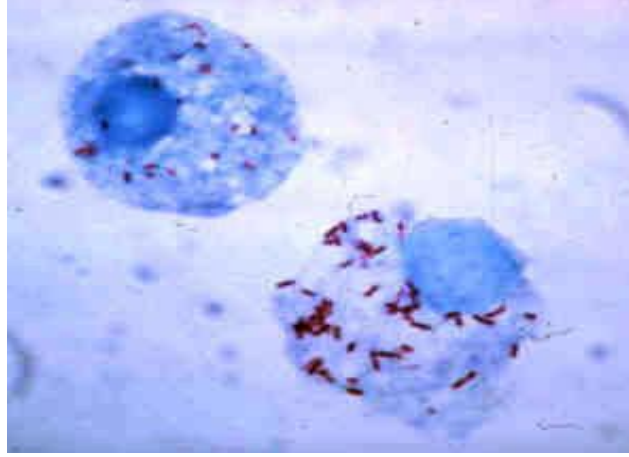
#### 5- جنس ستربتومييسيس *Streptomyces* sp

تكون على هيئة خيوط طويلة ومتفرعة، كما أنها تتميز بترتيب الجراثيم الكونيدية على الخيوط الهوائية. أهمية هذا الجنس تنحصر في أنه مصدر لكثير من المضادات الحيوية وفيتامين ب 12 كما أن بعضها تسبب مرض جرب البطاطس.



ثانيا: رتبة الريكتسيات Order: Rickettsiales

العائلة الريكتسية Family: Rickettsiaceae



الريكتسيات: هي مجموعة من الأحياء الدقيقة وحيدة الخلية متناهية الصغر، إجبارية التطفل داخل الخلية الحية.

### الصفات العامة للريكتسيات

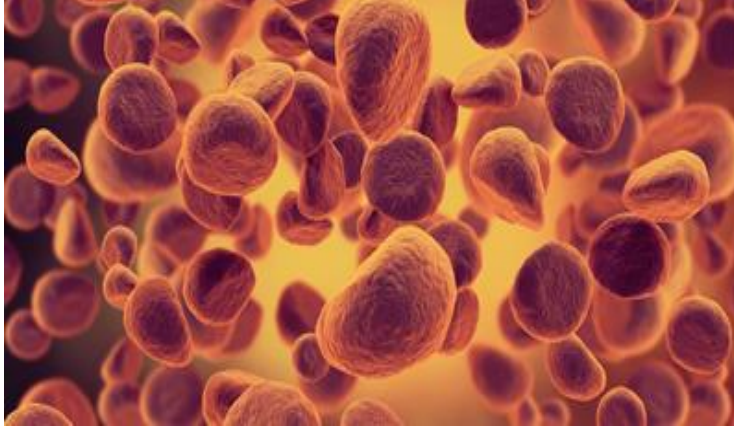
1- الريكتسيات كائنات خلوية وسط بين الفيروسات والبكتيريا، فهي تشبه الفيروسات في دقة أحجامها وقدرتها على النفاذ خلال المرشحات البكتيرية وهي تعيش عادة داخل الخلايا الحية (إجبارية التطفل)، وتشبه البكتيريا في كثير من الصفات حيث يحتوي جدارها الخلوي على حمض الميراميك.

2- تتكاثر بالانشقاق كالبكتيريا، وهي كائنات عديدة التشكل إما كروية أو عصوية أو غير منتظمة، سالبة لجرام. لها القدرة على النمو في القناة الهضمية لبعض الحشرات الماصة للدماء كالقمل والقرد والبراغيث وتسبب للإنسان مرض التيفوس ومرض حمى جبال روكي. وتتميز خلاياها بوجود الجدار الخلوي الذي يتكون من الجلوكوبيبتيدات وأحيانا توجد العلبة ولا تستطيع تكوين جراثيم داخلية. تتأثر بالمضادات الحيوية مثل مجموعة، التتراسيكلين واينومايسين حيث تؤدي إلى تثبيط نموها، كما أنها تتأثر بالمطهرات المختلفة والجفاف وكذلك الحرارة المرتفعة و تتكاثر بالانشطار الثنائي البسيط

3- الريكتسيات يمكن اصطبأها والتعرف عليها تحت المجهر الضوئي العادي، أما الفيروسات فلا يمكن دراستها إلا باستخدام المجهر الإلكتروني.

4- تظهر الريكتسيات أنشطة أيضية مستقلة. بينما تكون الفيروسات خاملة أيضا إلا داخل ما تتطفل عليه من خلايا حية لعوائلها.

## ثالثا: رتبة الكلاميديالات Clamydiales



### العائلة الكلاميدية Clamydiaceae

الكلاميديا وهي كائنات تسبب أمراض ومنها حمى الببغاء والتراكوما بواسطة *Chlamydia trachomatis*

#### الصفات العامة للبكتيريا:

- 1- كروية الشكل سالبة لجرام غير متحركة، إجبارية التطفل داخل الخلايا.
- 2 - تتميز عن الريكتسيا بأنها تعتمد اعتمادا كليا على خلية العائل للحصول على الطاقة، ولا تحتاج لعائل وسيط مثل القمل.
- 3- حساسة للحرارة وتتأثر بالمواد الكيميائية مثل (الفينول، الفورمالين)
- 4- يقضى عليها بالمضادات الحيوية مثل (البنسلين، والتتراسكلين)
- 5- تحتوي على كميات كبيرة من الليبيدات وخاصة الفسفوليبيدات.

#### تكاثر الكلاميديا:

- أ-الطور المعدي (يطلق عليه الجسم الأول) يدخل خلية العائل، حيث يبتلع في تجويف غذائي داخل خلية العائل
- ب-بعدها يكبر في الحجم ويصبح أقل فاعلية ويسمى بالجسم الشبكي (البدائي)
- ج-يتكاثر لجسم الابتدائي بالانقسام الثنائي عدة مرات حتى تمتلئ الخلية بالكلاميديا
- د-ثم تنفجر الخلية فتحرر الأجسام الأولية لتصيب خلية أخرى.

## رتبة الميكوبلازومات Order: Mycoplasmatales

### الصفات العامة للميكوبلازومات:

- 1- الميكوبلازما متناهية في الصغر وهي كتلة بروتوبلازمية متعددة الأشكال، تشغل وسطا بين الفيروسات والريكتسيات.
- 2- تشبه الفيروسات من حيث دقة أحجامها ونفاذها عبر المرشحات البكتيرية، ولكنها تختلف عن الفيروسات من حيث قدرتها على النمو والتكاثر داخل منابت مزرعية عادية.
- 3- معظمها هوائية أو لاهوائية اختيارية، والخلايا ذات أشكال متباينة.
- 4- تسبب أمراض مميتة للإنسان والحيوان مثل (التهاب الجهاز التنفسي، الدرن، العقم، مرض ذات الرئة للأغنام)
- 5- حساسة للمضادات الحيوية ولا تتأثر بالبنسلين

### الأمراض البكتيرية المعدية

تنقسم الأمراض البكتيرية المعدية من حيث طريقة انتقالها للإنسان ومن حيث درجة خطورتها إلى عدة أقسام هي كالتالي:

#### الكوليرا Cholera

الكوليرا : مرض بكتيري معوي حاد يتميز بإسهال مائي غزير يؤدي إلى فقدان السوائل من الجسم

المسبب: بكتيريا الكوليرا وهي واوية الشكل ومتحركة وسالبة لجرام

فترة الحضانة: عادة من 2 - 3 أيام. مصدر العدوى: المريض وحامل المرض.

الأعراض: 1 إسهال مفاجئ مائي غزير بدون أي ألم في البطن ويكون الإسهال مشابه لماء الأرز.

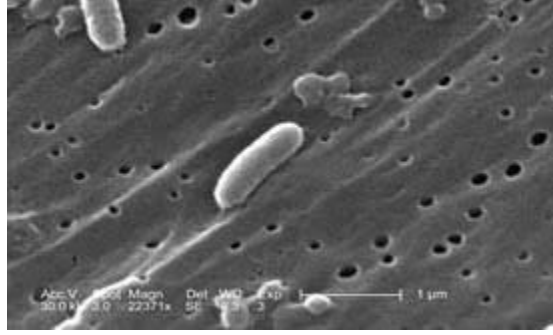
2- قيء

3- فقدان سوائل الجسم والأملاح وتحدث صدمة ثم الوفاة



## العلاج والوقاية:

ويتم علاج المريض بتعويض فقدان السوائل: ويتم تعويض فقدان السوائل بالفم والعلاج بالمضاد الحيوي التتراسيكلين هو العلاج المفضل للكوليرا. لأنه يرتبط بوحدة الريبوسوم وبذلك يمنع عمل tRNA الحامض النووي وتتم الوقاية: بإعطاء المخالطين المباشرين علاج وقائي تطهير جميع المنازل، التوعية الصحية للمواطنين وتشديد الرقابة على عمال ومتداولين الأطعمة وأماكن عملهم في المنطقة والتأكد من صلاحية الشهادات الصحية.



## التيفوس الوبائي Typhus Epidemic

مرض معدي حاد تسببه الريكتسيا وينتقل عن طريق قمل الإنسان. يتميز بحدوث حمى تستمر لمدة أسبوعين وطفح جلدي واضطراب الحالة الذهنية للمريض، وينتشر بالمعسكرات والمجتمعات الفقيرة.

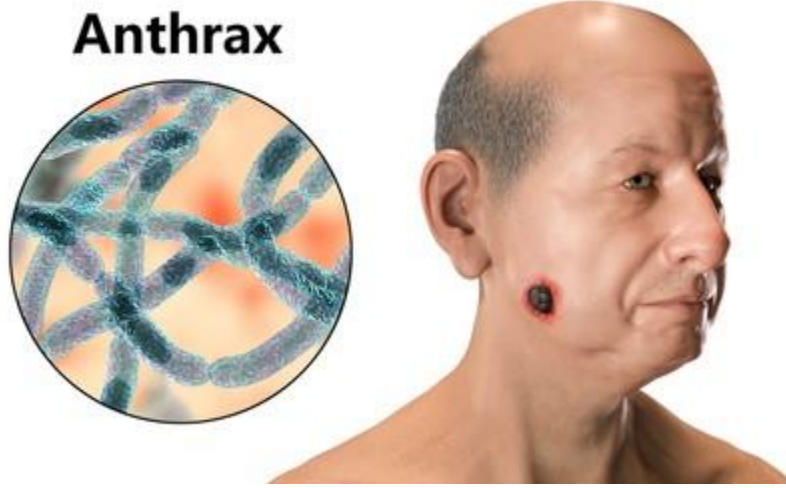


مسبب المرض: ريكتسيا بروفازيكي و فترة الحضانة: من 12 - 14 يوما

طريقة الانتقال: عن طريق الجروح الناتجة عن اللدغ أو الخدش لمحتويات القملة بعد سحقها

الأعراض: رعشة، حمى، الآم بمقدمة الرأس وفي الظهر والأطراف كحة واحتقان بالعين، وبعد 4 أيام يظهر طفح جلدي تحت الإبطن وظهور اليدين والبطن وتتجمع القروح على الشفاه ويصبح اللسان جافا والنبض ضعيف.

## الجمرة الخبيثة Anthrax



مرض بكتيري حاد يصيب الإنسان والحيوان، وينتقل من الحيوان للإنسان حيث ينتشر بين العاملين في المداغ والمشتغلين في الصناعات المتعلقة بمخلفات الحيوانات ويصيب عادة الجلد مسببا الجمرة الخبيثة ونادرا ما يصيب الرئتين مسببا الحمى الفحمية أو القناة المعوية مسببا الحمى الفحمية المعوية. إما في الحيوانات فيصيب الغنم والبقر والجاموس والبعال والحمير.

المسبب: بكتريا الجمرة الخبيثة وهو عصوية هوائية تقاوم عوامل البيئة والتطهير.

### العلاج والوقاية:

بتطهير ملابس ومفروشات المريض بالبخار تحت ضغط مع تعفير المريض، بعد شفاء المريض أو وفاته يتم تطهير جميع أدواته وملابسه، ومفروشاته بالبخار تحت ضغط وللوقاية، يتم تطعيم جميع المخالطين المباشرين وغير المباشرين باللقاح التيفوس، تعفير جميع المخالطين وملابسهم لإبادة القمل، تطهير جميع مفروشات ومهمات وملابس المخالطين المباشرين التوعية الصحية للمخالطين والمواطنين عن كيفية حدوث المرض والوقاية منه.

مصدر العدوى: الحيوان المصاب والتربة الملوثة بنفوق الحيوانات المصابة.

طرية لانتقال: عن طريق الملامسة المباشرة للحيوانات المصابة. عن طريق الجهاز التنفسي باستنشاق جراثيم الميكروب في حالة الجمرة الرئوية وعن طريق الفم عند تناول اللحوم الملوثة.

الأعراض: الجمرة الخبيثة، تبدأ بحكة في سطح الجلد في الأماكن المعرضة كاليدين أو الوجه وتتحول إلى حويصلة ثم بثرة مميزة للمرض مركزها منخفض اسود اللون وحاقتها مرتفعة محمرة ومحاطة بتورم (اوديم) ويصاحب ذلك أعراض وعلامات التسمم الدموي.

الجمرة الرئوية: وهي التي تحدث من استنشاق هواء محمل بأثرية تحوي بجراثيم الجمرة وتتميز بأعراض أولية خفيفة وغير نوعية تشبه عدوى الجزء العلوي من الجهاز التنفسي وبعد مرور من 3 الى 5 ايام يحدث التهاب رئوي حاد قد يؤدي إلى الوفاة.

والجمرة المعدية المعوية: تحدث العدوى عن طريق الفم من تناول لحوم الحيوانات المصابة وتتميز بوجود ألم في البطن وحمى وعلامات تسمم الدم ثم الوفاة.

#### العلاج والوقاية:

يجب إن يتم تحت استشارة الطبيب والبنسلين هو العلاج المفضل كما يمكن استعمال مركبات التترسيكلين .

وللوقاية: العزل إجباري لجميع المخالطين في حالة الجمرة الرئوية ولمدة 7 ايام واختياري مشروط للجمرة الخبيثة والجمرة المعوية، تطهير مكان الإصابة وذلك بتطهير جميع الأدوات والملابس والمفروشات بالغلي أو البخار تحت ضغط إن وجد مع تطهير جميع غرف المنزل والحمامات بالمطهرات المناسبة وتعقيم غرفة المريض.

## References

- Baron S, editor. Medical Microbiology. 4th edition. Galveston (TX): University of Texas Medical Branch at Galveston; 1996. Introduction to Bacteriology.
- Marrie, ThJ, M. A. Noble, and J. W. Costerton. "Examination of the morphology of bacteria adhering to peritoneal dialysis catheters by scanning and transmission electron microscopy." *Journal of clinical microbiology* 18.6 (1983): 1388-1398.
- Leifson, Einar. "Atlas of bacterial flagellation." *Atlas of bacterial flagellation*. (1960).
- Hancock, Ian, and Ian Poxton. *Bacterial cell surface techniques*. Wiley & Sons, 1988.
- Koch, A. (2001). *Bacterial growth and form*. Springer Science & Business Media.
- Cooper, Stephen. *Bacterial growth and division: biochemistry and regulation of prokaryotic and eukaryotic division cycles*. Elsevier, 2012.
- Maier, Raina M., and Ian L. Pepper. "Bacterial growth." *Environmental microbiology*. Academic Press, 2015. 37-56.
- Doelle, Horst Werner. *Bacterial metabolism*. Academic Press, 2014.
- Galán, Beatriz, et al. "Bacterial metabolism of steroids." *Aerobic utilization of hydrocarbons, oils and lipids*. Springer, 2017.
- Songer, J. Glenn, and Karen W. Post. *Veterinary microbiology-E-book: bacterial and fungal agents of animal disease*. Elsevier Health Sciences, 2004.
- Cooper, Stephen. *Bacterial growth and division: biochemistry and regulation of prokaryotic and eukaryotic division cycles*. Elsevier, 2012.
- Wax, R. G., Lewis, K., Salyers, A. A., & Taber, H. (Eds.). (2007). *Bacterial resistance to antimicrobials*. CRC press.
- Lewis, K., Salyers, A. A., Taber, H. W., & Wax, R. G. (2002). *Bacterial resistance to antimicrobials*. Marcel Dekker.
- Pitton, J. S. (1972). Mechanisms of bacterial resistance to antibiotics. *Ergebnisse der Physiologie Reviews of Physiology*, Volume 65, 15-93.

- Wael F. (2020). 3rd year bacteriology book. Faculty of Science, South Valley University, Qena.
- Rokaiia. A (2020). 3rd year bacteriology book. General Division, Department of Biological and Geological Sciences. Faculty of Education, South Valley University. Qana.