مقرر الأحياء الدقيقة (2012141-3)

المحاضرات (1-2)

مقدمة في علم الأحياء الدقيقة
التطور التاريخي لعلم الأحياء الدقيقة

د. عبد الفتاح عبد الكريم عبد الفتاح
قسم علوم الغذاء والتغذية
كلية العلوم – جامعة الطائف

Dr. Abdel Fattah

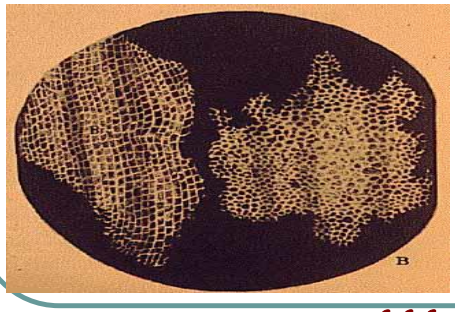
المقدمة

- يهتم علم الأحياء الدقيقة بدراسة الكائنات الدقيقة Microorganisms من مختلف نواحيها لفهم طبيعتها وأنواعها والأدوار التي تقوم بها هذه الأنواع من الكائنات، سواء كان ذلك لصالح الإنسان أو الاضرار به، ومحاولة التحكم في نشاطها للحصول على أقصى فائدة مرجوة من هذه الكائنات أو لتقليل أو منع الأضرار التي تسببها الأنواع الضارة منها.
- ونظراً لصغر حجم الكائنات الدقيقة فإن إكتشافها ودراستها جاء متأخراً بعد إكتشاف الميكروسكوب وتطويره مما مكن العلماء من رؤيتها ووصفها وتتبع طريقة نموها وتكاثرها ومعيشتها. وليس معنى ذلك أن الكائنات الدقيقة لم تكن معروف قبل ذلك، ولكنها كانت معروفة من الناحية النظرية فقد كان فلاسفة اليونان وعلماء العرب الأولين يدركون أن الأمراض تنتقل عن طريق كائنات دقيقة لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة.

Dr. Abdel Fattah

التطور التاريخي لعلم الأحياء الدقيقة

- ✓ عام (1665 م) لاحظ العالم **Robert Hooke** وجود أنسجة النباتات الحية بإستخدام عدسة قوة تكبيرها (.20X mag) علي شكل مربعات (الخلايا النباتية) ، حيث إستخدم العدسات المكبرة بسيطة الصنع ، وإقترح فكرة أن جميع الكائنات الحية تتكون من الخلايا.

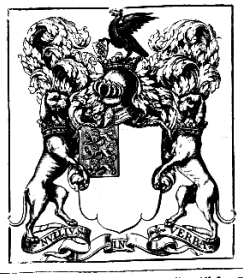


Dr. Abdel Fattah

MICROGRAPHIA:
OR SOME
Physiological Descriptions
OF
MINUTE BODIES
MADE BY
MAGNIFYING GLASSES.
WITH
OBSERVATIONS and INQUIRIES thereupon.

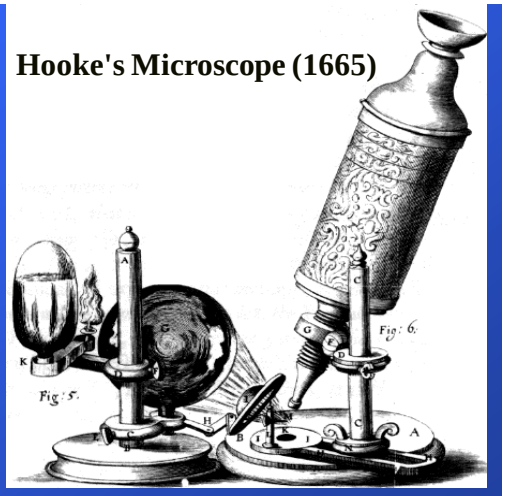
By *R. HOOKE*, Fellow of the ROYAL SOCIETY.

Non possis oculo quantum contendere Lynceus,
Non tamen idcirco contemnas Lippus inungi. Horat. Ep. lib. 1.



LONDON, Printed by *Jo. Martyn*, and *Ja. Allestry*, Printers to the ROYAL SOCIETY; and are to be sold at their Shop at the *Bell* in S. *Paul's* Church-yard. M DC LX V.

Hooke's Microscope (1665)



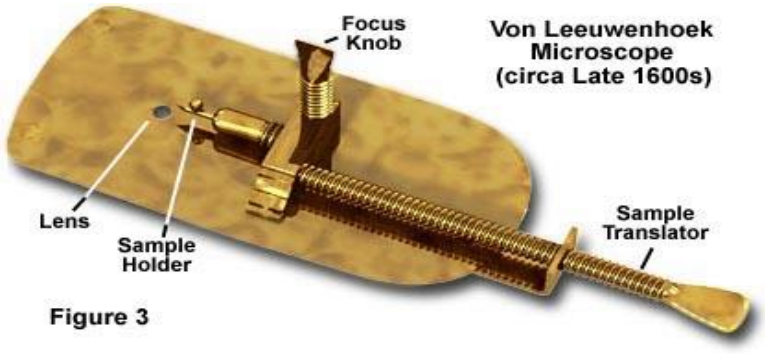
Antonie van Leeuwenhoek
استلهم أفكاره بقراءة هذا المنشور

Antony Van Leeuwenhock

- وعموما فان أول من إكتشف الميكروبات ووصفها ورسمها هو الهولندى Antony Van Leeuwenhock (1632-1723) وهو تاجر كان يهوى الاشتغال بالعلوم ومن هواة صناعة العدسات التي مكنته من رؤية الميكروبات ووصفها ولقد أرسل رسوماته وملاحظاتة إلى الجمعية الملكية البريطانية التي دعته لمناقشته فيها وأظهر أهمية هذه الإكتشافات، وبالتالي إنتخب عضواً في هذه الجمعية ونشرت مختلف دراساته في مجلة الجمعية.

Dr. Abdel Fattah

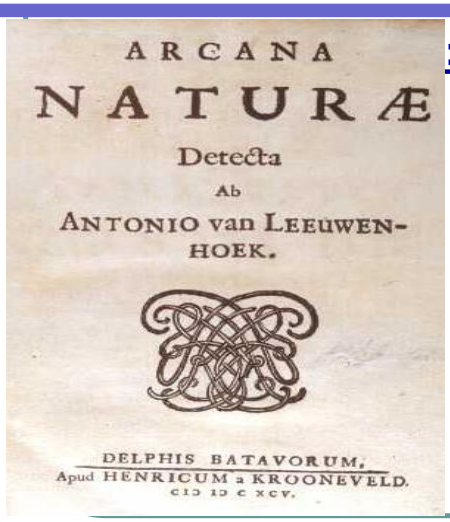
Antony Van Leeuwenhock



Antony van Leeuwenhoek's microscope

Dr. Abdel Fattah

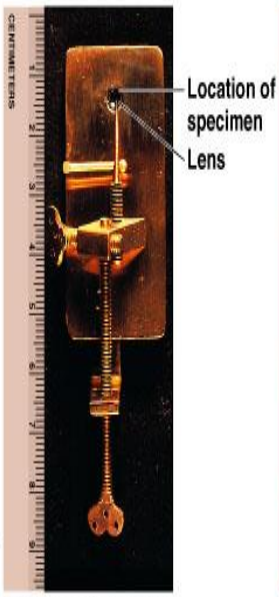
Antony Van Leeuwenhock


ARCANA
NATURÆ
Detecta
Ab
ANTONIO van LEEUWEN-
HOEK.
DELPHIS BATAVORUM,
Apud HENRICUM a KROONEVELD.
CIↃ IↃ C XCV.

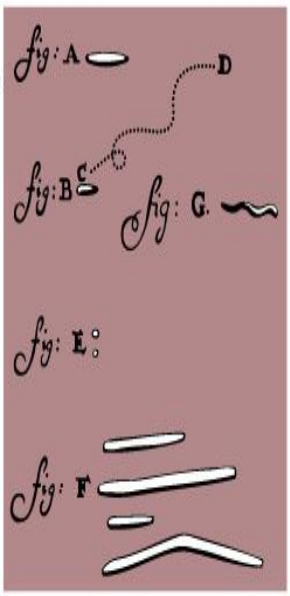
- **ما تم ملاحظته بالميكروسكوب:**
  - ✓ البكتريا Bacteria
  - ✓ البرتوزوا Protozoa
  - ✓ خلايا الـ Sperm cells
  - ✓ خلايا الدم Blood cells
  - ✓ الديدان الدقيقة المجهرية.

Dr. Abdel Fattah

(a) Van Leeuwenhoek using his microscope.



(b) Microscope replica



(c) Drawings of bacteria

Copyright © 2004 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Antony Van Leeuwenhock

- ✓ أول من شاهد الخلايا الحية بإستخدام عدسات .200-300 X mag
- ✓ أول من شاهد الكائنات الحيوانية الدقيقة "Animalcules"
- ✓ صنع أو ميكروسكوب بسيط إحادى العدسة.
- ✓ أول من شاهد صفائح أو خلايا الأسنان Tooth plaque .
- ✓ فحص ماء المطر Rain water .
- ✓ فحص براز حالات الإسهال Diarrheal feces

Dr. Abdel Fattah

Antony Van Leeuwenhock

- ➢ **وبالرغم من دقة الملاحظات التي نشرها Leeuwenhock إلا أن الميكرسكوب الذي إستخدمه كان ذو إمكانيات محدودة بحيث لم يكن من الممكن إجراء دراسات أكثر دقة لهذة الكائنات الدقيقة المتناهية في الصغر إلا بعد تطور الميكرسكوب البسيط المستخدم في هذا الوقت، وصناعة الميكرسكوب المركب compound microscope وتطويره ولقد أخذ هذا مدة قرن كامل بعد وفاة ليفنهوك.**
- ➢ **ولقد تلى إكتشاف الميكروبات التفكير في أصل أو مصدر هذه الكائنات وفي هذا الوقت إنقسم المهتمين بهذه الدراسة إلى قسمين هما:**

Dr. Abdel Fattah

تابع التطور التاريخي لعلم الأحياء الدقيقة

- **المدرسة الأولى:**

يعتقد أصحابها أن هذه الحيوانات الصغيرة (كما كانو يسمونها في هذا الوقت) تتكون ذاتياً أي بدون أصل حي، ولقد أطلق على نظريتهم (التوالد الذاتي spontaneous generation).

- **المدرسة الثانية:**

فأن أصحابها يعتقدون أن هذه الكائنات لابد لها من أصل حي أو germ أو بذرة seed حتى يمكنها النمو وأن هذه germs أو البذور موجودة في الهواء (وبذلك فان نظريتهم يمكن أن يطلق عليها اسم نظرية الجراثيم germ theory).

Dr. Abdel Fattah

تابع التطور التاريخي لعلم الأحياء الدقيقة

- ولقد كان أصحاب نظرية التوالد الذاتي شديدي التعصب لنظريتهم بل كانوا يعتقدون أن معارضتها يعتبر نوعاً من الإلحاد ولم يكن إعتقادهم بالتوالد الذاتي ينصب علي الميكروبات فقط بل كانوا يعتقدون أن كثيرا من النباتات والحيوانات تتوالد ذاتياً وطبقوا ذلك على الديدان التي تتواجد في الأغذية على سبيل المثال.
- ولقد كان من الطبيعي بعد أن تقدم العلم أن ظهر إستحالة تواجد النباتات أو الحيوانات بدون أصل حي مما أضعف نظرية التوالد الذاتي.

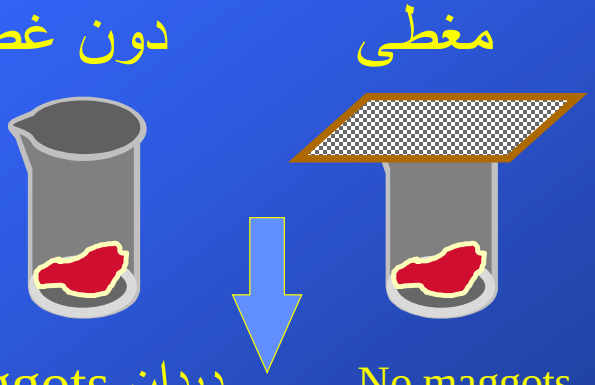
Dr. Abdel Fattah

تابع التطور التاريخي لعلم الأحياء الدقيقة

- ✓ وظلت فكرة أن الحياة يمكن أن تنشأ تلقائياً من أصل غير حي مسألة محتملة فعلي سبيل المثال إعتقدوا أن الضفادع والفئران يمكن أن تنشأ من التربة ، وإستمر ذلك الإعتقاد موجود حتى القرن الثامن عشر، حتي (1668) كان Francesco Redi أول من دحض نظرية التوالد الذاتي self-reproduction (spontaneous generation)

Dr. Abdel Fattah

تجارب فرانشيسكو ريدي مع اللحوم



قام بدحض فكرة أن اليرقات تنشأ أصلا من تحلل اللحوم !!

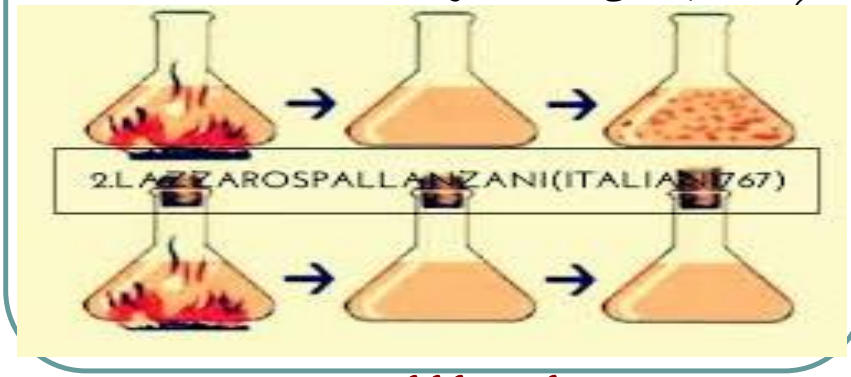
Lazzaro Spallanzani (1729-1799):

- **أما أول من وضع شواهد أكيدة ضد نظرية التوالد الذاتي للميكروبات فهو الإيطالي Lazzaro Spallanzani والتي أظهرت تجاربة أن غليان السوائل العضوية وأحكام غلقها يمنع نمو الكائنات الدقيقة فيها وفسادها، وإن كانت مدة التسخين اللازمة تختلف حسب نوعية السوائل وظروفها.**
- **كما فسر فساد بعض السوائل بعد غليها على أساس أن الأغطية تكون غير محكمة الغلق مما يسهل دخول الهواء المحمل بالميكروبات داخلها ثانية.**

Dr. Abdel Fattah

Lazzaro Spallanzani (1729-1799):

- ✓ حيث لاحظ أن تسخين قارورة مغلقة من مرق اللحم يمنع نمو الكائن الحي، ولكن إدعى المشككون أن السبب هو نقص الأكسجين O_2 بعملية الغلق فمنعت النمو !!



Dr. Abdel Fattah

Lazzaro Spallanzani :

- ✓ وطبعاً لم يكن **Spallanzani** أو غيره في هذا الوقت يعلمون شيئاً عن وجود الجراثيم **Spores** الشديدة المقاومة للحرارة والتي لا تقتل بالغليان ولقد أدى جهلهم بها إلى حدوث نمو للميكروبات في سوائل غليت جيداً وأحكم غلقها مما كان يجعل أصحاب نظرية التوالد الذاتي يؤكدون على أن نظريتهم صحيحة.
- ✓ وفي منتصف القرن التاسع عشر بدأ العلما يدركون وجود علاقة بين نمو الميكروبات في السوائل العضوية وبين التغيرات الكيماوية التي تحدث فيها وأن الميكروبات هي العامل المؤثر الذي يحدث هذه التغيرات الكيماوية .

Dr. Abdel Fattah

العصر الذهبي لعلم الأحياء الدقيقة!
The Golden Age of Microbiology!

- ✓ لويس باستير (أخيراً قام دحض نظرية التوالد الذاتي بعد سنوات عديدة من النقاش والجدل).
- ✓ روبرت كوخ (قدم الدليل على نظرية الجراثيم).
- ✓ ظهر رواد آخرون في علم الأحياء الدقيقة.

Louis Pasteur (1822-1890)

- رائد الدراسات التي إجريت لمعرفة التغيرات الكيماوية التي تحدثها الميكروبات هو العالم باستير Louis Pasteur، ولقد أجرى هذا العالم دراسات كثيرة قيمة ، وكان من أول الأمور التي إهتم بها هو محاولة هدم نظرية التوالد الذاتي للميكروبات.
- ولقد أمكنة التأكد من وجود الميكروبات في الهواء، وأن إمرار الهواء الخالي من الميكروبات (بعد تسخينه لقتل الميكروبات) في السوائل العضوية المغلية لم يؤدي إلى نمو البكتريا في هذه السوائل مما يؤكد أنه لابد من وصول الميكروبات من مصدر خارجى.

Dr. Abdel Fattah

لقب Pasteur بأنه Father of microbiology

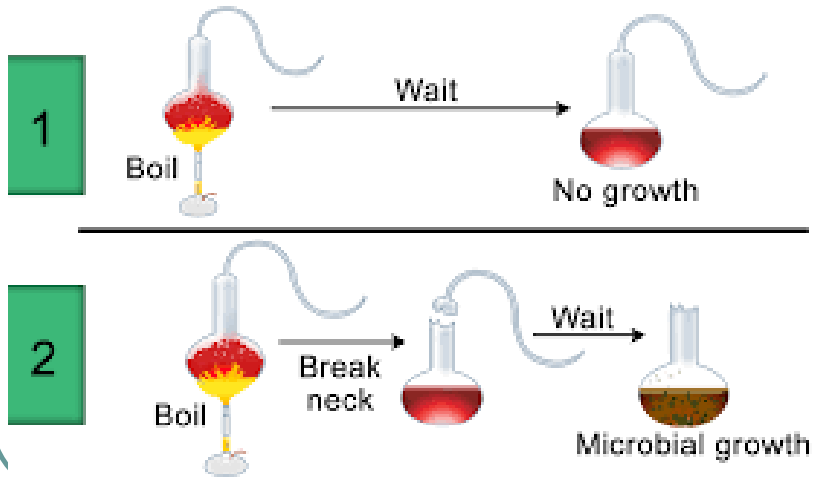
- ✓ عام 1857 قام لويس باستير بإنقاذ صناعة النبيذ في فرنسا بعد أن توسل له نابليون الثالث للمساعدة في حل مشكلة.
- ✓ حيث شاهد البحارة أن نبيذهم كان يفسد بعد بضعة أسابيع فقط في البحر.
- ✓ وكان باستير مسلح مع مجهره و قبل التحدي.

Louis Pasteur

- ✓ كما أثبت أن أضافة جزء من سائل ملوث بالميكروبات إلى سائل مغلى يؤدي إلى نمو الميكروبات في السائل المعقم.
- ✓ كما أثبت باستير أن السوائل يمكن أن تبقى معرضة للهواء بدون أن تنمو فيها الميكروبات طالما أمكن منع وصول الميكروبات إلى السائل ، ولقد أمكنه أثبات ذلك بإستخدام دورق ذو غطاء منحنى يسمح بتبادل الهواء مع داخل الدورق دون دخول الميكروبات.
- ✓ ولقد وضعت دراسات باستير حداً لنظرية التوالد الذاتي وأثبتت أن الميكروبات لابد لها من أصل حي حتى تنمو وتحدث تغيرات كيماوية في السوائل العضوية.

Dr. Abdel Fattah

Louis Pasteur



Dr. Abdel Fattah

Louis Pasteur

- ✓ وبالرغم من الأهمية الكبيرة لدراسات باستير التي هدمت نظرية التوالد الذاتي ، إلا أن هذه الدراسات تعتبر جزءاً ضئيلاً مما قدمة العالم الكبير لعلم الميكروبيولوجي، فقد أمكنه عزل الخميرة ، كما تمكن من منع فساد الخمور الذي كان يؤدي إلى خسائر كبيرة في فرنسا في ذلك الوقت وذلك بتسخينها إلى درجة حرارة تقترب من الغليان وهذه العملية أطلق عليها البسترة **Pasteurization** نسبة إلى أسمه، كما أكتشف الميكروب المسبب للجمرة الخبيثة ***Bacillus anthracis*** الذي كان يقضي على قطعان كبيرة من الأغنام وتمكن من معالجته.
- ✓ كما أمكنة تحضير لقاح لمرض الكلب **Rabies** وكوليرا الدجاج.
- ✓ كل هذه البحوث أرست قواعد لعلم الميكروبيولوجي مما أدى إلى أن أغلب العلماء يعتبرون باستير المؤسس الحقيقي لعلم الميكروبيولوجي.

Dr. Abdel Fattah

Immunity

Protection from a disease from vaccination

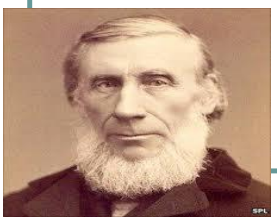
Louis Pasteur (1857 - 1861):

1) أكد أن النبيذ الجيد يصنع بالخميرة.
2) يحتوى النبيذ الحامضي على بكتيريا (البكتيريا تستخدم الكحول وتنتج حامض الخليك في النبيذ ويفسد بتحويله إلى الخل (حمض الخليك).
3) كما أوضح أنه إذا تم تسخين النبيذ لتدمير البكتيريا الضارة ، فلن يفسد ، وعرف تلك العملية (المعروفة باسم البسترة).

Dr. Abdel Fattah

Tyndail :

- وبالرغم من بحوث باستير عن نظرية التوالد الذاتي في فرنسا إلا أن الوضع كان لا يزال موضع نقاش في إنجلترا.
- ولذلك فقد قام العالم **Tyndail** بعمل دراسات قيمة فى هذا الموضوع ولقد أدت بحوثه القيمة في النهاية إلى إكتشاف وجود الجراثيم شديدة المقاومة للحرارة وأن الغليان لا يكفي للتخلص منها ولهذا فان النمو الميكروبي في السوائل المغلية والمغطاه يُعزي لوجود هذه الجراثيم وبالتخلص منها يمكن حفظ السوائل بدون نمو الميكروبات إلى ما لا نهاية وبذلك هدمت نظرية التوالد الذائى تماماً.



Dr. Abdel Fattah

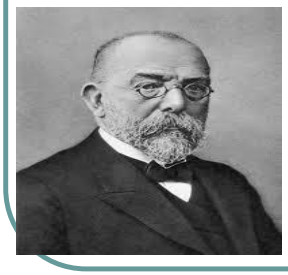
تابع التطور التاريخي لعلم الأحياء الدقيقة

- أن هدم نظرية التوالد الذائي كان ضروريا جداً لتطور علم الميكروبيولوجي فبهدمها عرف أن نمو الميكروبات لا بد له من أصل حي وأنه يمكن حفظ السوائل من الفساد بمنع وصول الميكروبات إليها.
- ويمكن منع الأمراض بمنع وصول الميكروبات المرضية إلى الأغذية أو إلى الانسان والحيوان ، وأمكن بعد ذلك دراسة طرق العدوى وطرق الوقاية من الميكروبات المرضية.

Dr. Abdel Fattah

Robert Koch (1843 – 1910)

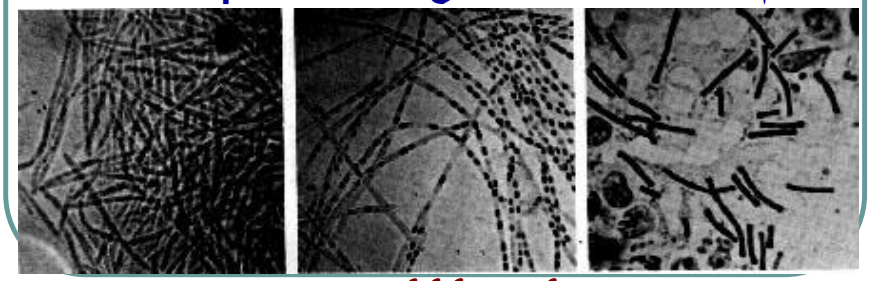
- ✓ من العلماء الذين لهم أيادى بيضاء على علم الميكروبيولوجي والذين وضعوا الأسس لتقدم هذا العلم هو العالم روبرت كوخ فقد وضع أسس التحضيرات البكتريولوجية وطرق صبغها لتسهيل دراستها. وهو طبيب معالج من الريف الألماني الذي طور علم الأحياء الدقيقة إلى علم.



Dr. Abdel Fattah

Robert koch

- ✓ طورت تقنيات المزارع النقية (بإستخدام شرائح البطاطس في زراعة البكتيريا) وطور إكتشاف الآجار لاحقًا.
- ✓ قدم الدليل على نظرية الجراثيم.
- ✓ عمل علي توفير علاج لميكروب الجمرة الخبيثة.
- ✓ قدم فرضيات أو مسلمات كوخ Koch's postulates .



Dr. Abdel Fattah

Robert koch

- ✓ كما أكتشف بيئات الجيلاتين والتي يمكن بواسطتها تنمية مستعمرات البكتريا على وسط صلب مما سهل عمليات عزل البكتريا وتنقيتها والتي كانت في غاية الصعوبة بدون هذه البيئات الصلبة.
- ✓ كما تم في معمله إستخدام الأجار في تصليب البيئات بدلاً من الجيلاتين وذلك لأول مرة ويعتبر هذا تطوراً هاماً فى طرق تنمية وعزل الميكروبات.
- ✓ كما إكتشف ميكروب السل وميكروب الكوليرا كما قدم النظريات المعروفة باسمه والمستخدمة في التعرف على الميكروب الحقيقي المسبب لمرض Koch's Postulates .

Dr. Abdel Fattah

تابع التطور التاريخي لعلم الأحياء الدقيقة

- وبعد هؤلاء العلماء الأوائل الذين فتحوا الطريق للتعرف على الميكروبات تطور هذا العلم بسرعة وإتسعت المعلومات بشدة وأصبح يضم فروعاً وتخصصات عديدة وهذا طبيعي بعد أن أكتشف الدور الهام الذي تلعبه الميكروبات في الحياة على هذه الارض.
- فلقد أكتشف دورها في التحضيرات وتحلل المواد العضوية وكعوامل مسببة للأمراض للإنسان والحيوان والنبات.
- كما إكتشف أن الميكروبات مجموعة واسعة جداً من الأحياء تتضمن البكتريا Bacteria والفطريات Fungi والطحالب Algae والبروتوزوا Protozoa الفيروسات Viruses.

Dr. Abdel Fattah

المزارع النقية هي المفتاح لدرسة الميكروبات
Pure Culture Key to Studying Microbes

- **التعريف:** المزارع النقية هي مجموعة من الكائنات الحية، كلها ذرية كائن واحد (متماثلة كلياً).
- **في الطبيعة:** لا تحدث ظهور الميكروبات مطلقًا كمزارع نقية.
- **تعريف الأجار:**

هو عديد السكاريد المعقد complex polysaccharide مستخرج من الأعشاب البحرية.

إقترحته فاني هيس Fannie Hesse زوجة زميل العالم كوخ اسمه فالثر هيس Fannie Hesse "لماذا يتكون قوام هلامي مرتبط أو شبه صلب في الطقس الدافئ".

تم إستخدامه كعامل ربط أو تكون جل في آسيا لعدة قرون .

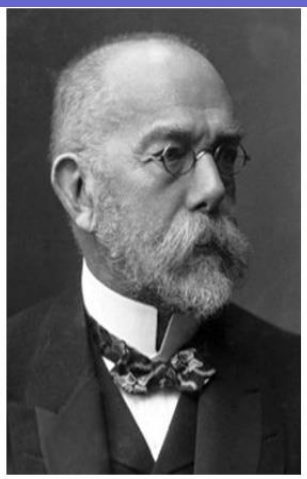
Dr. Abdel Fattah

مسلمات أو فرضيات Koch's Postulates

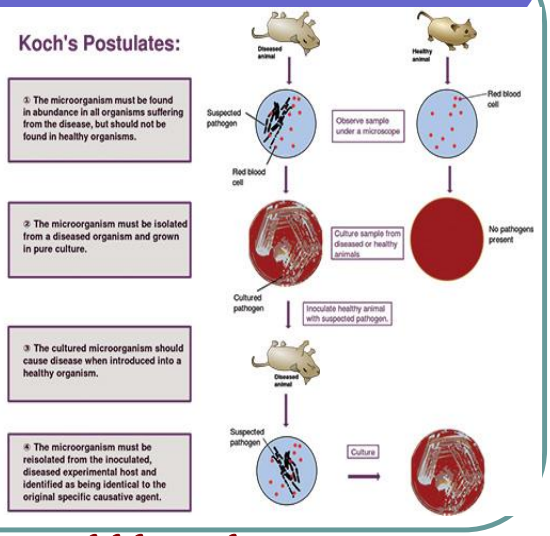
1) هناك كائنات حية دقيقة محددة موجودة في جميع الحالات المرضية.
2) يمكن الحصول على الكائن الحي في مزرعة نقية خارج خلايا العائل (المضيف).
3) الكائن الحي عند إعادة حقنه في المضيف يسبب نفس الأعراض.
4) يمكن عزل الكائن الحي في المزارع النقية من مضيف مصاب.

Dr. Abdel Fattah

Koch's Postulates



Robert Koch (1843 - 1910)



Dr. Abdel Fattah

Koch's findings نتائج

➢ **إكتشف كوخ وزملاؤه أن البكتيريا تسببت في:**

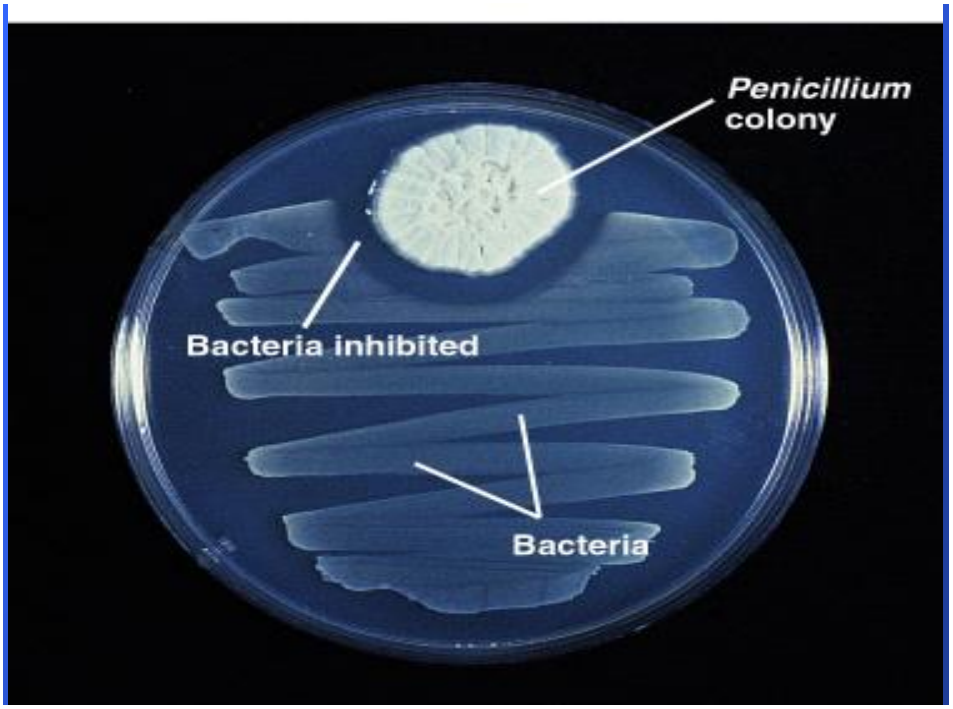
- ✓ مرض السُل TUBERCULOSIS
- ✓ وباء الكوليرا CHOLERA
- ✓ الدفتريا DIPTHERIA
- ✓ حمي التيفود TYPHOID FEVER
- ✓ الإلتهاب الرئوي PNEUMONIA

Dr. Abdel Fattah

Alexander Fleming (1928)

- ✓ **باحث أسكتلندي اكتشف البنسلين (من الفطريات) عن طريق الصدفة.**
- ✓ **كان مقتنعا بأن مخاط الأنف له آثار مضادة للجراثيم.**
- ✓ **ترك مزارع ميكروب المكورات العنقودية *Staphylococcus* على طبق أجار لمدة أسبوعين - وذهب في عطلة - عاد وعثر على العفن على أطباقه مما منع نمو البكتيريا.**

Dr. Abdel Fattah



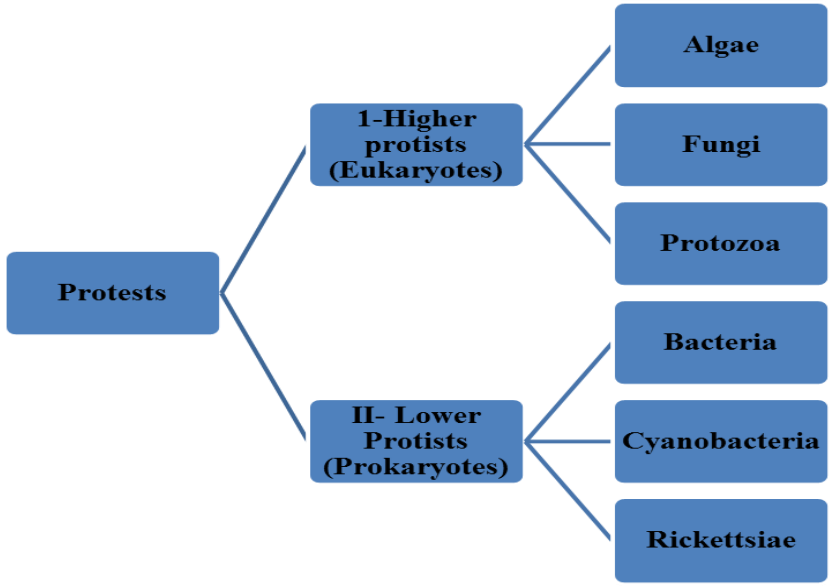
المملكة الحيوانية والنباتية والكائنات الحية الدقيقة
The three kingdoms: Animals, Plants and Protista

- **لقد عرف الإختلاف بين المملكة الحيوانية والنباتية منذ مئات السنين، والذي يرجع بصفة أساسية إلى أسلوب التغذية.**
- حيث تعتبر كائنات اللمملكة الحيوانية غير ذاتية التغذية الكربونية C-heterotrophes، حيث تتغذى على مواد عضوية سابقة التخليق (مصدر عضوي للكربون) كمصدر وحيد للكربون.
- بينما النباتات تعتبر ذاتية التغذية الكربونية C-autotrophes، فهي تثبت ثاني أكسيد الكربون (مصدر معدني للكربون) من الهواء الجوي مستخدمة الطاقة الضوئية لتكوين المادة العضوية الكربونية، وينتج عن هذا التمثيل تكوين الخلايا والأنسجة.

Dr. Abdel Fattah

- **ومن الإختلافات الأخرى بين المملكة النباتية والحيوانية،** إختلاف طبيعة تكوين الجدر الخلوية في الخلية النباتية عنه في الخلية الحيوانية، والذي له علاقة بقدرة الخلية على الحركة وتغيير شكلها أو وضعها، وكذلك القدرة على تمثيل مواد معينة.
- **أما بالنسبة للكائنات الحية الدقيقة،** فقد كانت هناك صعوبة في ضمها إلى إحدي المملكتين النباتية أو الحيوانية، ولذلك فقد تم إدراجها ضمن مملكة مستقلة، **وهى مملكة الكائنات الأولية الطلائعيات Protista** وتضم الكائنات التي تختلف عن النباتات والحيوانات إختلافات واضحة، ليس فقط من الناحية المورفولوجية، وإنما أيضاً من الناحية الفسيولوجية ومعظم هذه الكائنات وحيدة الخلية.
- **وتنقسم الكائنات التابعة لهذه المملكة إلى قسمين كبيرين، تبعاً لوجود أو غياب النواة الحقيقية وذلك على النحو التالي:**

Dr. Abdel Fattah



Dr. Abdel Fattah

* الكائنات حقيقية النواة والغير حقيقية النواة:

تعتبر الخلية هى أصغر وحدة حية، ويتواجد بها أحماض نووية DNA & RNA وبروتينات وليبيدات، وفسفوليبيدات، وهى المواد التي تشكل الجزء الأساسي من الخلية.

- ✓ وقد ساهمت الدراسة الدقيقة للتركيب الكيماوي للخلية، وكذا لتكوينها الدقيق في إمكانية التفريق بين أنواع أنماط الخلايا المختلفة، حيث أمكن التفريق بين خلايا البكتيريا والسيانوبكتيريا من ناحية، وبين الخلايا النباتية والحيوانية من ناحية أخرى.
- ✓ **وقد كانت هذه الإختلافات كبيرة وواضحة وساعدت على تمييز نوعين من الخلايا: وهى الخلايا حقيقية النواة ، والغير حقيقة النواة وبملاحظة الإختلافات بين هذه الخلايا يمكن الوقوف على مراحل تطور الخلية، من بدائية النواة إلى حقيقية النواة.**

* الكائنات حقيقية النواة Eukaryotes

- ✓ حيث تحتوي الخلايا على نواة حقيقية ، تتضمن الجزء الأكبر من المادة الوراثية للخلية ، والذي يتكون من كروموزومات عبارة عن DNA في حالة إتحاد مع الهيستونات.
- ✓ والخلية تنقسم إنقسام ميتوزي عند تضاعفها Mitosis ، كما تحتوي الخلية الحيوانية على الميتوكوندريا والخلية النباتية على الكلوروبلاست، وكلاهما يحتوي على جزء صغير من المادة الوراثية في صورة DNA حلقي، كما أن الريبوزومات كبيرة وتكون من النوع (80S).

* الكائنات غير حقيقية النواة Prokaryotes

- ✓ ليس لخلاياها غشاء نووي يحيط بالنواة والمادة الوراثية في صورة DNA على صورة حلقية (شريط مزدوج من القواعد النووية) يوجد بصورة حرة سابح في السيتوبلازم، وتشتمل الكروموزومات البكتيرية على المعلومات الوراثية الهامة اللازمة للتضاعف، وبجانب ذلك يوجد جزء ضئيل من المادة الوراثية في صورة حلقية فيما يسمى بالبلازميد Plasmid، وهو يتضمن صفات وراثية قليلة الأهمية يمكن الاستغناء عنه إلا في ظروف معينة.
- ✓ والخلية لا تحتوى على أجهزة ويصعب تمييز أجزاء متخصصة مقارنتاً بالخلية حقيقية النواة، كما تحتوي الخلية على ريبوزوم صغير من النوع (70S).

Dr. Abdel Fattah

- ➢ **ويلاحظ أن إختلافات طبيعة الريبوزومات والإنزيمات التى تقوم بتخليق البروتين، وكذلك تقوم بتخليق الجدار الخلوي: هى السبب الأساسي وراء تخصص معظم المضادات الحيوية.**
- ➢ وتختلف الكائنات غير حقيقية النواة فيما بينها إختلافات مورفولوجية قليلة (محدودة) نسبياً حيث ينحصر شكلها بين الكروي، والعصوي.
- ➢ وعلى العكس من ذلك، نجد أنها تتباين إلى حد كبير من حيث صفاتها الفسيولوجية، فبينما تحتاج كلاً من الخلايا الحيوانية والنباتية إلى الأكسجين (تنفس هوائي)، نجد أن هناك مجموعات من الخلايا غير الحقيقية النواة تتنفس هوائياً (تحتاج أكسجين)، ومجموعات أخرى لا تحتاج في نموها إلى أكسجين، وإنما تستطيع النمو فقط في غياب الأكسجين، وتحصل على إحتياجاتها من الطاقة من خلال التخمر أو التنفس اللاهوائي

Dr. Abdel Fattah

- كذلك هناك أنواع لها القدرة على الإستفادة من الطاقة الضوئية، كما تختلف فيما بينها من حيث الطريقة التي تحصل على إحتياجاتها من الكربون، والذي قد يكون من مصدر عضوي أو غير عضوي، كذلك فإن بعض الأنواع يحصل علي الطاقة من أكسدة المادة العضوية، والبعض الآخر يحصل على على الطاقة من أكسدة مواد غير عضوية (عناصر معدنية). كما توجد أنواع لها القدرة على تثبيت النيتروجين من الهواء الجوي.
- **وهذا التعدد والمرونة في العمليات الفسيولوجية الخاصة بالتمثيل والنمو إنما يسهل عملية بناء الخلية بشكل غير معقد كبناء مادتها الوراثية بطريقة غير معقدة أيضاً.**

مقرر الأحياء الدقيقة (2012141-3)

محاضرة (3)

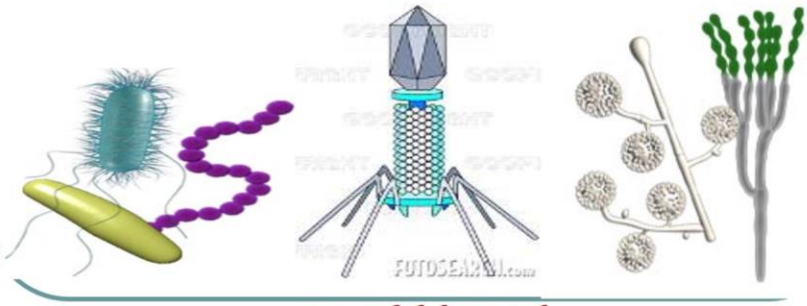
أهمية الكائنات الحية الدقيقة
Importance of microorganisms

د. عبد الفتاح عبد الكريم عبد الفتاح
قسم علوم الغذاء والتغذية
كلية العلوم – جامعة الطائف

Dr. Abdel Fattah

مقدمة:

- ✓ أن أول ما يتبادر إلى الذهن عند ذكر الكائنات الدقيقة أو الميكروبات هو الأمراض ، إلا أن دور الميكروبات في أحداث الأمراض للانسان أو الحيوان والنبات ، بالرغم من أهميته لا يمثل إلا دوراً ضئيلاً جداً لمجموعة محدودة من الميكروبات.



Dr. Abdel Fattah

مقدمة:

- ✓ أوبمعنى أخر فأن الميكروبات المرضية لا تمثل إلا مجموعة لأنواع قليلة من الميكروبات مقارنة مع العدد الضخم لأنواع الميكروبات المعروفة في الطبيعة. وأهمية الميكروبات في الحياة لا يمكن حصرها وسوف يتضح أهميتها خلال دراسة هذا المقرر بإختصار.
- ✓ وبالرغم من ذلك فإنه يمكن وضع الخطوط الرئيسية التي قد تعطى صورة لبعض النواحي الموضحة لأهمية الميكروبات.
- ✓ وتوجد الكائنات الحية الدقيقة في كل العوائل **habitat** الموجودة في الطبيعة تقريباً ، بما في ذلك البيئات القاسية صعبة المعيشة مثل القطبين الشمالي والجنوبي والصحاري ومنابع الماء الساخنة وعلى الصخور.

Dr. Abdel Fattah

مقدمة:

- ✓ كما تشمل جميع الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في الأوساط البحرية وفي المحيطات وأعماق البحار.
- ✓ وعادة تكيفت بعض أنواع هذه الكائنات الحية الدقيقة مع البيئات القاسية الموجودة بها ، وتعرف هذه الكائنات الحية الدقيقة بالكائنات المحبة للظروف القاسية **extremophiles**

Dr. Abdel Fattah

حقائق عن الميكروبات:

- ✓ تفوق الميكروبات جميع الأنواع الأخرى عدداً وتشكل معظم المواد الحية (حوالي 60٪ من الكتلة الحيوية للأرض).
- ✓ تم التعرف على أقل من 0.5٪ من الأنواع الميكروبية فقط الموجودة حتى الآن (2 - 3 مليار).
- ✓ تساعد الدورات الميكروبية مع العديد من العناصر الكيميائية المهمة مثل الكربون والنيتروجين في إبقاء العالم صالحاً لجميع أشكال الحياة.
- ✓ تولد وتنتج الميكروبات ما لا يقل عن نصف الأكسجين الذي نتنفسه.
- ✓ تعتبر الميكروبات هي جذور شجرة عائلة الحياة.
- ✓ تُعد المجتمعات الميكروبية نماذج ممتازة لفهم التفاعلات البيولوجية ونظريات التطور.

Dr. Abdel Fattah

حقائق غريبة Strange Fact

- ➢ تتكاثر الميكروبات في تنوع مذهل من حيث الأوساط التي تحتويها، في أقصى درجات الحرارة والبرودة ووجود الإشعاع والضغط والملوحة والحموضة والظلام ، وغالبًا في أماكن لا بها توجد أشكال حياة أخرى.
- ➢ **تحت الأرض Underground:** توجد بكتيريا **Chemolithotrophs** الموجودة في رواسب صخور البازلت على عمق **1500** متر تحت الأرض في صخور صلبة جداً.
- ➢ **السماء The Sky:** بعض البكتيريا تقضي حياتها بأكملها في الجو، وتنمو وتتكاثر في الغيوم فوق رؤوسنا.
- ➢ **على الجليد On Ice:** حيث تعيش بعض الأنواع البكتيرية في جليد الأنهار الجليدية، وغالباً ما توجد أنواع أخرى في ثلوج القطبين الشمالي والجنوبي في (-17 and -85°C).

Dr. Abdel Fattah

حقائق غريبة Strange Fact

- **الينابيع الساخنة Hot springs:** بعض أنواع البكتيريا تحب أن تعيش في الينابيع الساخنة، حيث بعض الأنواع عند 75 درجة مئوية، بينما تعيش أنواع أخرى في المياه الساخنة عند درجة حرارة 95 درجة مئوية. في حين أن الـ Archaea تفضل وتسعد بالنمو في فتحات التهوية الحرارية في أعماق البحار عند 106 درجة مئوية.

- **في أعماق البحار:** تعيش بكتيريا Extreme Barophiles في الأعماق (> 10000 م تحت السطح) وتكون قادرة على تحمل ضغوط تزيد عن 1000 ضعف ضغط الهواء على مستوى سطح البحر؛ ولا يمكنها أن تعيش بشكل صحيح أو طبيعي في الضغوط الأقل من 400 ضغط جوي، وقد تموت في غضون ساعتين إذا تم صعودها وقربها إلى السطح.

التوزيع الميكروبي والوفرة (غزارة الإنتشار)
Microbial distribution and abundance

- تعيش الكائنات الحية الدقيقة في كل مكان تقريباً على الأرض، في مناطق حيوية biotopes قد تكون "طبيعية Normal" و مناطق الظروف "القاسية Extreme".

- **الميكروبات المحبة للظروف القاسية Extremophiles microbes**

هي كائنات حية تزدهر وتنمو بقوة في الظروف الطبيعية القاسية أو الظروف الجيوكيميائية Geochemically القاسية التي تضر بمعظم أشكال الحياة الأخرى على الأرض.

الميكروبات المحبة للظروف القاسية
Extremophiles Microorganisms

➢ **كائنات حية دقيقة يمكنها أن تعيش في:**

- ✓ درجات الحرارة العالية في (الفتحات الحرارية المائية والينابيع الساخنة)
- ✓ درجات الحرارة الباردة (الصقيع، جليد البحار، الأنهار الجليدية، البحيرات تحت الجليدية).
- ✓ الأوساط العالية في قيم الحموضة (البحيرات الحمضية، وأماكن صرف والتخلص من المواد الحامضية الخطرة).
- ✓ الأوساط المنخفضة في قيم الحموضة (البحيرات القلوية).
- ✓ الأوساط المرتفعة بتركيز الملح High salt concentrations مثل أحوض التبخير – البحر الميت.
- ✓ على الصخور وفي الفتحات الدقيقة جداً من الصخور المسامية.

Dr. Abdel Fattah

➢ **كائنات حية دقيقة يمكنها أن تعيش في:**

- ✓ في البيئات الفقيرة قي المغذيات (الصحاري ، المياه).
- ✓ في البيئات الخالية من الأكسجين anoxic (المحاليل الملحية في أعماق البحار ، الرواسب العميقة).
- ✓ في مناطق الضغوط المنخفضة والعالية مثل الفتحات الحرارية المائية (hydrothermal vents).
- ✓ في بيئات الإشعاع العالية (في المناطق القريبة من المفاعلات النووية).

➢ **علماً بأن:**

- ✓ كل الكائنات الحية الدقيقة لها متطلباتها المحددة للنمو.
- ✓ يمكن تنمية ما يقرب من 1 ٪ فقط من جميع الكائنات الحية الدقيقة.

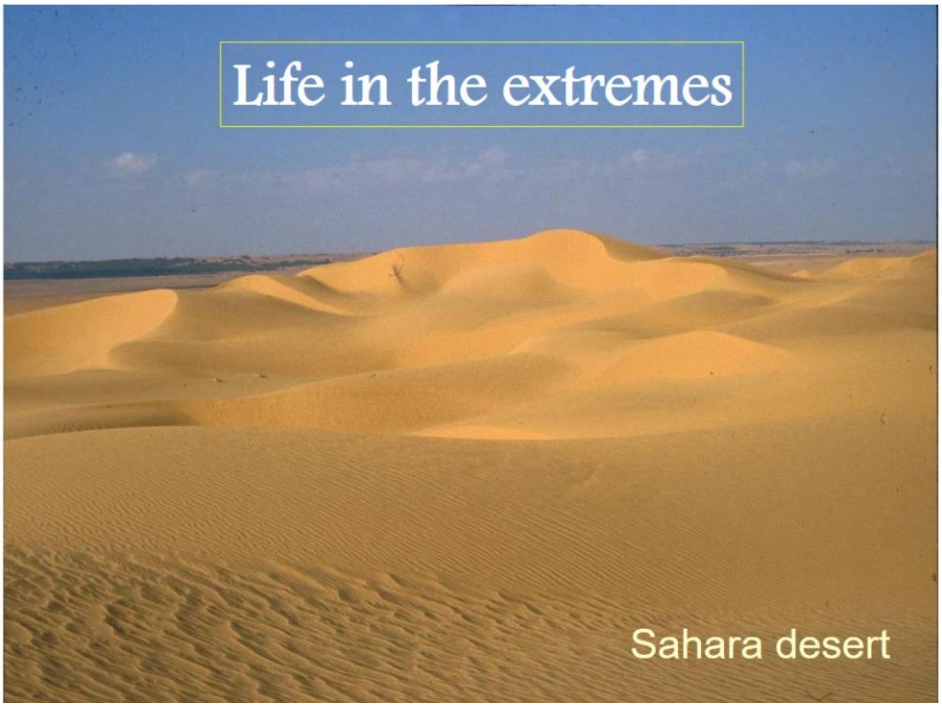
Dr. Abdel Fattah

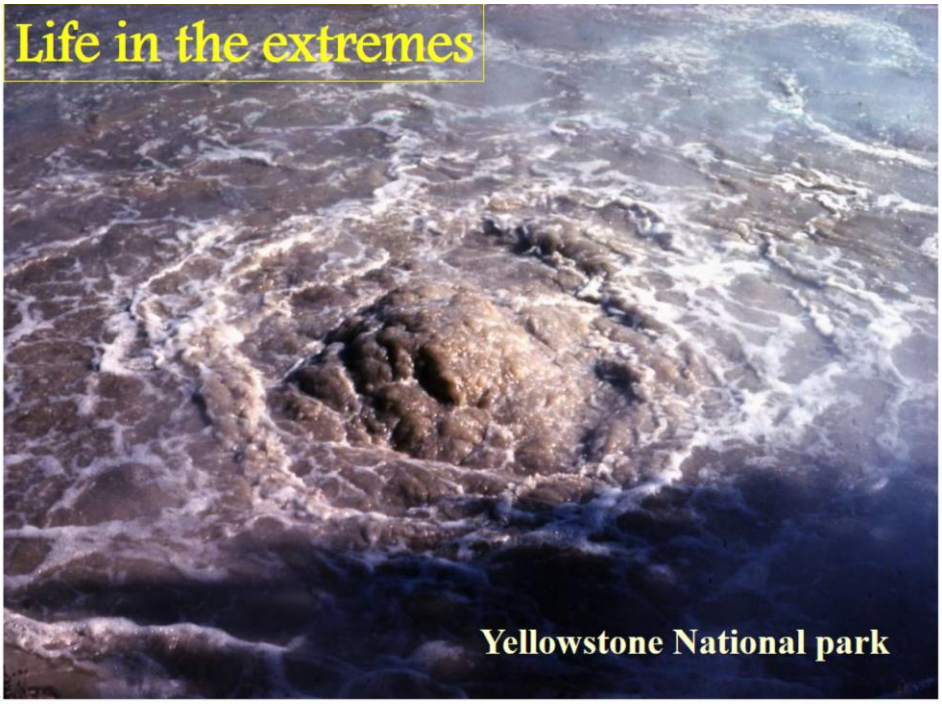
الكائنات الحية الدقيقة هي أقدم أشكال الحياة على الأرض

Microorganisms are the oldest form of life on Earth

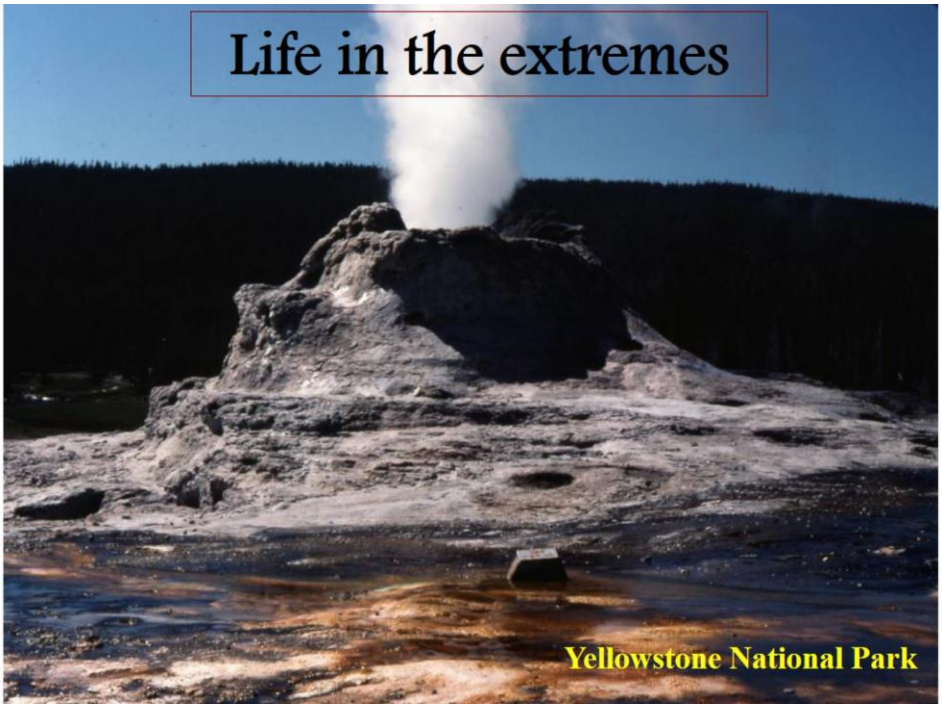
Early Earth **Present Earth**

Dr. Abdel Fattah




Life in the extremes
Yellowstone National park

Life in the extremes
Lake Magadi, Tansania



الأدوار المفيدة للكائنات الحية الدقيقة

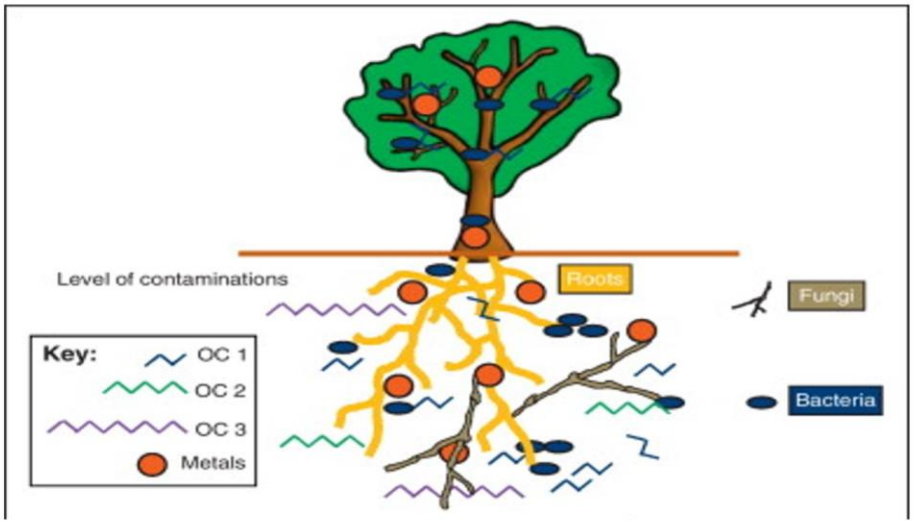
- ✓ هناك مليارات من الميكروبات والكثير منها وغيرها لم نكتشفه بعد.
- ✓ معظم هذه الميكروبات هي إما:
  - ضروري لبقائنا.
  - جيدة ومفيدة لنا.
  - يمكن استخدامها لمصلحتنا في الصناعة.

1- التفاعل بين الميكروبات والنباتات:

- ✓ تم العثور على العديد من الميكروبات في الطبيعة وتساعد النباتات على النمو. حيث تقوم الميكروبات بتحويل كثير من العناصر الغذائية الموجودة في الأرض من صورة غير صالحة إلى صورة صالحة لاستفادة النباتات.
- ✓ فالعناصر الغذائية في الصورة العضوية غير ملائمة عادة لتغذية النباتات وتقوم الميكروبات بمعدنتها **Mineralization** اي تحول الصورة العضوية للعناصر الغذائية إلي صور معدنية سهلة الإستفادة منها بالنسبة للنباتات.
- ✓ كما أن كثيرا من العناصر المعدنية تكون في صورة غير ذائبة في الأرض ويلعب النشاط البيولوجي للميكروبات دورا في تحولها إلى صورة ذائبة.

Dr. Abdel Fattah

Microbe – plant Interaction



Dr. Abdel Fattah

2- دور الميكروبات في تحليل المواد العضوية في التربة:

- ✓ الميكروبات في التربة تلعب الدور الرئيسي في تحليل المواد العضوية (Decomposition) من بقايا نباتية أو حيوانية في التربة أو البحار والمحيطات.
- ✓ يعرف الـ Decomposition بأنه إنهيار وتكسير المواد العضوية الخام في دورات المغذيات الطبيعية إلى السماد النهائي (التحلل، وتكوين الدبال).
- ✓ عملية التحلل هذه لا غنى عنها لاستمرار الحياة، فلو تخيلنا عدم وجود الميكروبات فان المواد العضوية التي تتراكم بعد حصاد المحاصيل وبقايا الحيوانات سوف تتراكم بإستمرار وبعد فترة تغطى الأرض الزراعية وتصبح الزراعة مستحيلة.

Dr. Abdel Fattah

- ✓ كما أن تحلل هذه المواد العضوية يؤدى إلى تحول كثير من العناصر الموجودة في هذه المواد غلى صورة صالحة لتغذية النباتات ويزيد من خصوبة التربة.
- ✓ كما أن تحلل هذه المواد يؤدى إلى تكوين الدبالHumus الذي له دوره المعروف في تحسين صفات التربة الطبيعية والكيماوية ويعتبر مخزنا لغذاء النبات.
- ✓ تغزو الفطريات أولاً المادة العضوية في التربة ثم تليها البكتيريا.
- ✓ بدون إعادة تدوير المواد المغذية غير العضوية هذه، ستتوقف الإنتاجية الأولية في العالم (الإنتج النباتي).

Dr. Abdel Fattah

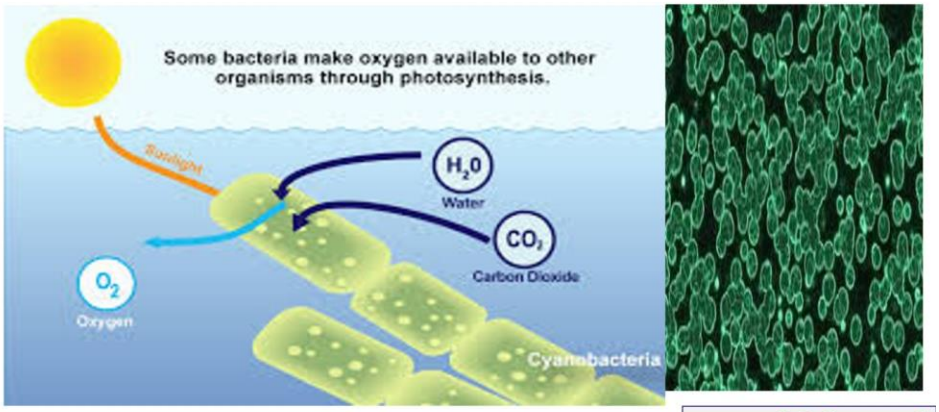
3- دور الميكروبات في توازن دورة الكربون في الطبيعة:

- ✓ هذا الدور بدونه لانعدمت الحياة على الأرض منذ وقت طويل، فمن المعروف أن نسبة ثاني أكسيد الكربون في الجوي حوالي (0.03%) وبالرغم من انها نسبة ضئيلة إلا أنه لا غنى عنها لأن عملية التمثيل الضوئي Photosynthesis وبالتالي بناء أنسجة النبات تعتمد على وجود ثاني أكسيد الكربون في الجو.
- ✓ وتعتمد الحيوانات والانسان على النباتات في غذائها وبقائها. ولو تخيلنا أن دورة الكربون غير مستمرة فأن كميات ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو تستنفذ في وقت ضئيل ، ولكن الواقع غير ذلك فأن عمليات الاحتراق والتنفس للكائنات الحية تعيد بعض ثاني أكسيد الكربون إلي الجو (حوالي 10%) ، أما الجزء الأكبر من ثاني أكسيد الكربون فإنه يعود من خلال عمليات تحلل المواد العضوية وأكسدتها سواء في الأرض الزراعية أو أراضى الغابات أو الحشائش أو في المحيطات.

- ✓ وكميات ثاني أكسيد الكربون التي تعود إلي الجو عن هذا الطريق ضخمة جداً تعادل النقص في ثاني أكسيد الكربون الذي يستهلك عن طريق التمثيل الضوئي للنباتات مما يعيد الاتزان لدورة الكربون في الطبيعة.

4- دور الميكروبات إنتاج الأكسجين في الطبيعة:

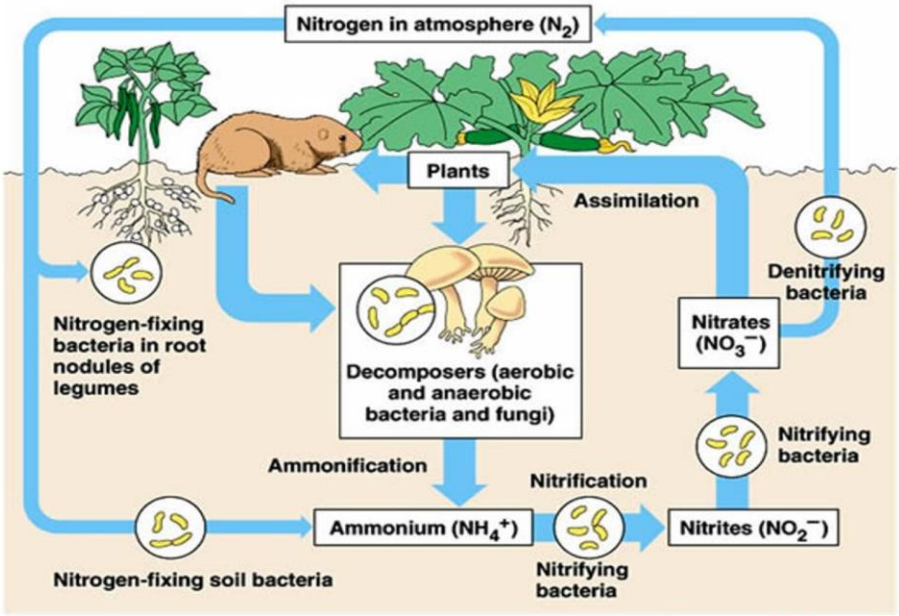
- ✓ هذا الدور بدونه لانعدمت الحياة على الأرض منذ
- ✓ البكتيريا الزرقاء أو الطحالب الخضراء المزرقة تسطيع أن تنتج الأكسجين في المحيط.



5- دور الميكروبات في تثبيت النيتروجين الجوي في الأرض :

- ✓ تقوم بعض أنواع الميكروبات بتثبيت النيتروجين الجوي في الأرض مما يزيد من مستوى هذا العنصر الضروري للنباتات ومن أمثلة هذه الميكروبات بكتريا الـ **Azotobacter** .
- ✓ كما أن بكتريا العقد الجذرية التابعة لجنس الـ **Rhizobium** تقوم بتثبت النيتروجين في العقد الجذرية للنباتات البقولية مما يجعلها لا تحتاج الى تسميد نيتروجيني كما يزيد من خصوبة الارض.
- ✓ بكتريا **Rhizobacteria** الموجودة في التربة تثبيت النيتروجين الذي هو مطلوب لكثير من المحاصيل لتنمو.

Dr. Abdel Fattah



Dr. Abdel Fattah

6 - الأدوار المفيدة للكائنات الحية الدقيقة في صناعة الأغذية:

➢ تستخدم الميكروبات في إحداث تغيرات مرغوبة في الأغذية مثل:

✓ في الخبز والعجائن: تخمير العجين وصناعة الخبز بواسطة الخميرة Yeasts بواسطة عمليات التخمير.

✓ صناعة الجبن والزبادى: بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك .

✓ حيث يتم تخمير الحليب لإنتاج اللبن الزبادي بواسطة بكتيريا حمض اللاكتيكLactic acid bacteria ، وتُحدث التغييرات المرغوبة التي تسببها الميكروبات أثناء تسوية أنواع الجبن المختلفة.

✓ إنتاج المخللات: بواسطة بكتريا حامض اللاكتيك.

✓ حفظ العلف الأخضر في صورة سيلاج Silage: أيضاً بواسطة العديد من أنواع بكتريا حامض اللاكتيك.

Dr. Abdel Fattah

7 - الأدوار المفيدة للميكروبات في التخمرات الصناعية:

➢ تستخدم الميكروبات لـ:

✓ أنتاج كثير من المواد الكيماوية ذات الأهمية الصناعية والطبية والزراعية من خلال التخمرات الميكروبيولوجية.

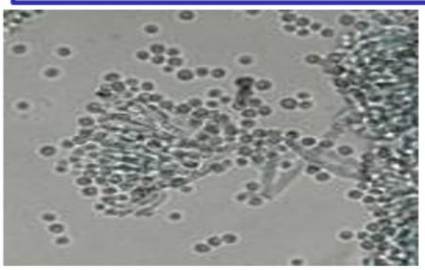
✓ أمثلة هذه المواد لا يمكن حصرها مثل إنتاج الكحول والخل والاسيتون والبيوتانول وأحماض البيوتريك واللاكتيك والستريك البروبيونيك.

✓ كما تستخدم الخميرة في إنتاج الكحول عندما يحدث التخمير بدون هواء (ظروف لاهوائية).

✓ وإنتاج الفيتامينات وإنتاج المضادات الحيوية المختلفة ذات القيمة الكبيرة في علاج الأمراض المعروفة .

Dr. Abdel Fattah

8 - الأدوار المفيدة للميكروبات في الطب:

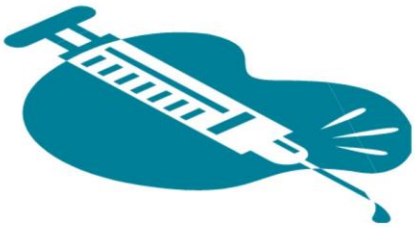


The fungus Penicillium produces the antibiotic Penicillin

➢ **البنسلين Penicillin:**

- ✓ اكتشفه إلكسندر فليمنج عام 1928
- ✓ ينتجه فطر *Penicillium notatum*
- ✓ واحدة من المضادات الحيوية الأكثر استخداما اليوم.

➢ **اللقاحات Vaccines:**



- ✓ إكتشفها إدوارد جينر في 1796 م.
- ✓ عادة ما تكون مصنوعة من إصدارات ضعيفة أو غير نشطة من الميكروبات نفسها التي تسبب لنا المرض.

Dr. Abdel Fattah

9 - دور الميكروبات في حل مشكلة الغذاء العالمية:

➢ مع تفاقم أزمة الغذاء في العالم فأن الأمل في العصر الحالي معقود على الميكروبات في حل مشكلة الغذاء وخصوصا مشكلة نقص البروتين.

➢ وأهمية الميكروبات تأتي من أن الميكروبات سريعة النمو جداً فإن الميكروبات يمكن أن تتضاعف في ظرف حوالى ساعة أو أقل بينما النباتات والحيوانات تحتاج إلى شهور لمضاعفة حجمها أو وزنها.

➢ والميكروبات كثير منها يمكن أن تبنى أجسامها من مواد بسيطة، فلقد أمكن عن طريق الميكروبات أنتاج بروتين ذو قيمة غذائية عالية لتغذية الانسان والحيوان ، والبحوث في هذا المجال لا تزال جارية.

Dr. Abdel Fattah

ملخص لأهمية الأدوار المفيدة للكائنات الحية الدقيقة:

- تحلل المركبات العضوية في الدورات الطبيعية للمغذيات (تكوين الدبال)
- معالجة مياه الصرف بالطرق البيولوجية.
- إنتاج الغاز الحيوي **Biogas production** .
- تثبيت النيتروجين (الأسمدة النباتية).
- البكتيريا التكافلية **Symbiotic Bacteria** (بكتيريا الأمعاء، ومنع مسببات الأمراض، وتحليل السليلوز).
- إنتاج الغذاء (منتجات الألبان والخبز والمشروبات الكحولية وصوص الصويا).
- إنتاج المضادات الحيوية والفيتامينات والمنشطات **Steroids**
- إنتاج المحفزات الحيوية (الإنزيمات).
- إنتاج الأحماض العضوية والمذيبات والهيدروجين والإيثانول .. إلخ.
- صناعة التعدين (رشح وتصفية الحديد والنحاس واليورانيوم .. إلخ).

Dr. Abdel Fattah

Undesirable roles of microorganisms

Dr. Abdel Fattah

الأدوار الضارة غير المفيدة للكائنات الحية الدقيقة

1) تسبب بعض أنواع الميكروبات أمراضاً للانسان لا داعي لحصرها كما تسبب تلوث الجروح ما يؤخر إلتأمها أو يسبب اضرار خطيرة.
2) تسبب أمراضا هامة للحيوانات والنباتات مما يسبب خسائر كبيرة .
3) تسبب فساد الأغذية والمشروبات المصنعة والطازجة مما يسبب خسائر كبيرة كما يحتاج الى احتياطات كبيرة لمنع نمو البكتريا أو التخلص منها في الأغذية .
4) يسبب نمو البكتريا في الأغذية تكون توكسينات Toxins ، ويؤدي تناول الأغذية التي تحتوي على هذه السموم إلى ظهور أعراض التسمم على من يتناول هذه الأغذية كما أن بعض أنواع هذه التسممات مميت.

Dr. Abdel Fattah

ملخص هام A short summary

- الكائنات الحية الدقيقة صغيرة جداً وغير مرئية بالعين المجردة.
- بعض الكائنات الحية الدقيقة يمكن أن تكون جراثيم spore.
- الجراثيم البكتيرية تقاوم العديد من الضغوطات الفيزيائية والكيميائية.
- الميكروبات يمكن أن توجد (تقريباً) في كل مكان وتحت كل الظروف.
- يمكنها البقاء على قيد الحياة في الظروف القاسية للغاية extremely harsh conditions .
- كل ميكروب لديه متطلبات محددة، وحوالي 1٪ فقط من جميع الميكروبات التي أمكن تنميتها cultivable .
- هناك طرق جزيئية مختلفة لدراسة التنوع الميكروبي للكائنات غير المزروعة uncultivable .

Dr. Abdel Fattah

Thank You

مقرر الأحياء الدقيقة (2012141-3)

المحاضرات النظرية (4 - 7)

البكتيريا Bacteria

المميزات - التصنيف - الشكل المورفولوجي –
الحركة – التغذية – النمو والتكاثر – أنماط التغذية

د. عبد الفتاح عبد الكريم عبد الفتاح
قسم علوم الغذاء والتغذية
كلية العلوم – جامعة الطائف

Dr. Abdel Fattah

مميزات البكتيريا Bacteria Features

- البكتيريا عبارة عن: كائنات حية دقيقة لا ترى بالعين المجردة بل تحتاج إلى ميكروسكوب ذي قوة تكبير عالية لمشاهدتها.
- تتكاثر بالانقسام الثنائي البسيط Binary Fission.
- لا تحتوى على بلاستيدات خضراء وحتى الأنواع القليلة منها والتي تحتوي على كلورفيل فانه لا يوجد داخلها بلاستيدات خضراء.
- نواتها غير واضحة وغير محاطة بغشاء نووي.
- تتميز البكتريا بالصفات الأربع الهامة التي تتصف بها الأحياء جميعها وهي: النمو Growth والتكاثر Reproduction والتنفس Respiration والتغذية Nutrition .

أماكن وجود وإنتشار البكتريا

- البكتريا تعتبر من أوسع الكائنات الحية إنتشاراً ، فهي توجد في التربة الزراعية بأعداد كبيرة تصل إلى 100 مليون خلية بكتيرية في الجرام الوحد أو أكثر، وتكون أعدادها أكبر ما يمكن في الطبقة السطحية من الأرض المنزرعة الخصبة وتقل مع زيادة العمق.
- ويحتوي الماء الصالح للشرب على أقل من ١٠٠ ميكروب في 1 سم^3 ماء، واللبن الممتاز غير المبستر يحتوي كل مل منه على 50 ألف ميكروب، كما تحتوي المخلفات الحيوانية على بلايين البكتريا كما أن ربع براز الانسان عباره عن ميكروبات .
- وتوجد البكتريا في الجو إلى إرتفاع يصل إلى 7 كيلو مترات من سطح الأرض وإلى عمق يصل إلى 5 كيلو مترات في الطين، ويكون عددها أكبر ما يمكن بالقرب من سطح الأرض ويقل العدد مع الإرتفاع في الجو أو العمق في الأرض ، كم توجد البكتريا في المياه العذبة والصالحة وفي مياه الينابيع الساخنة عند درجة ٧٠ م وفي الثلوج القطبية .

أما الاماكن التي لا توجد فيها البكتريا فهي قليلة جدا وهي:

1) دم الانسان والحيوان السليم.
2) أنسجة الجسم السليمة.
3) فوهات البراكين النشطة.
4) المواد القاتلة للبكتريا كالأحماض والقلويات وغيرها.
5) الأواني والادوات المعقمة.

تقسيم البكتريا Bacterial Taxonomy

- منذ بدأ الحياة على سطح الأرض عرف الانسان نوعان من الكائنات الحية واستطاع أن يميزهما بالعين المجردة احداهما الحيوانات والاخرى النباتات.
- وبتقدم فروع العلم المختلفه إستطاع العلماء الأوائل تحديد مملكتين رئسيتين يدخل تحتهما كل الكائنات الحية وهما المملكة الحيوانية Animaliae Kingdom والمملكة النباتية Plantae Kingdom . وأستمر هذا التقسيم المحدود إلى أن إكتشفت الكائنات الحية الدقيقة Microorganisms والتي تجمع في صفاتها بين المملكتين السابقتين علاوه على بعض الخصائص المميزه لها.
- وكان من الضروى أن يكون هناك أسس معينة يتم من خلالها تصنيف هذة الكائنات ووضعها في الوضع التقسيمي الخاص بها ، وقد أدى ذلك إلى ظهور علم تقسيم البكتريا Bacterial Taxonomy .

Dr. Abdel Fattah

- علم تقسيم البكتريا Bacterial Taxonomy

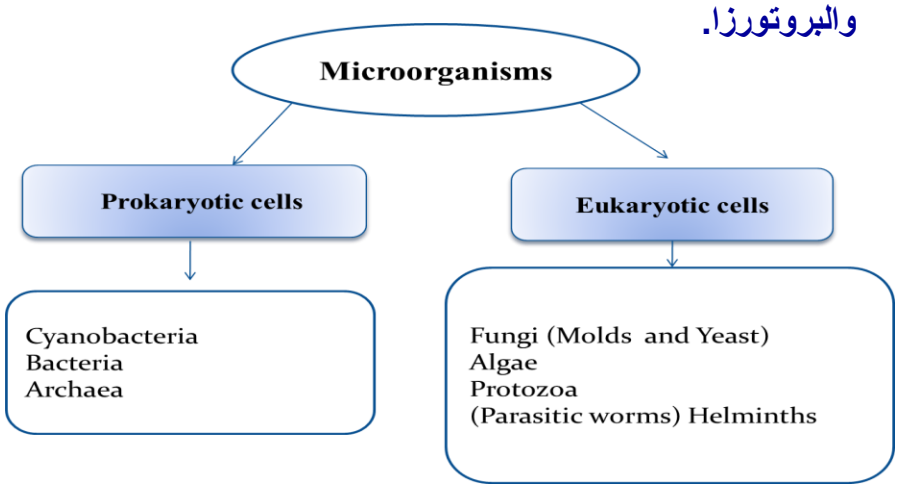
هو العلم الذي يختص باطلاق الاسماء على البكتريا وتنظيمها في مجاميع تبعاً للصفات المتشابهة بينها، وهو يشمل جزئين أساسيين الأول هو التسمية Nomenclature والثاني هو التصنيف Classification .

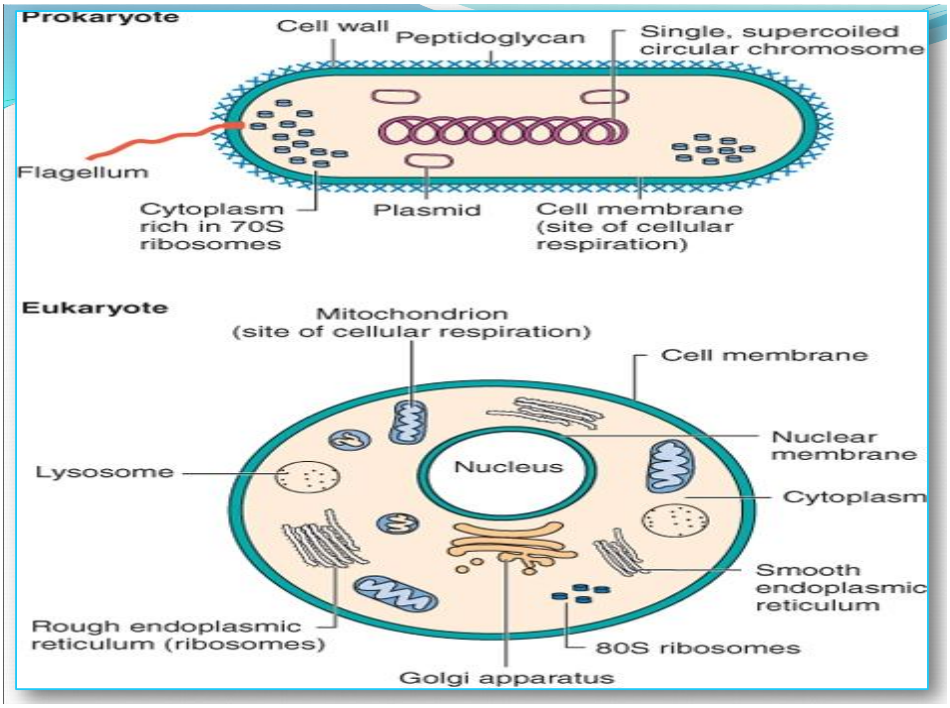
- والهدف من التسمية هو إختيار الاسم المناسب لكائن معين بالشروط المصطلح عليها علمياً، أما هدف التصنيف فهو ترتيب الكائنات الحية المسماه في مجاميع بطريقة تبين التشابه الطبيعي بين أفراد كل مجموعة كما توضح الإختلافات بينها وبين المجاميع الأخرى.
- وعلى ذلك ففي الدراسات البيولوجية لا يمكن الفصل بين التسمية والتصنيف حيث يعتمد كل منها على الآخر فعلى سبيل المثال إذا أطلق اسم غير مناسب على كائن بكتيرى فانه يصعب تصنيفه ووضعه في مكانة الطبيعي بين باقي البكتريا الأخرى والعكس صحيح.

Dr. Abdel Fattah

- وقد وضعت جمعية الميكروبيولوجيا الأمريكية أول تقسيم للبكتريا يعتمد على خواصها المورفولوجية والفسيولوجية في كتاب اطلق عليه اسم **Bergey's Manual of Determinative Bacteriology** حيث ظهرت أول طبعة له عام ١٩٢٣م، وكانت البكتريا فيه تتبع المملكة النباتية **Plant Kingdom** . ثم تلا ذلك طبعات أخرى محدثة نتيجة للتقدم العلمي الكبير وظهور كثير من الصفات الجديدة للبكتريا وكذلك إكتشاف العديد من الميكروبات الأخري.
- ولقد أتفق علماء البيولوجي حديثاً على وضع البكتريا في مملكة مستقله أطلق عليه اسم مملكة الكائنات الحية بدائية النواة **Prokaryotae Kingdom** والتي يتميز افرادها بأن لهم نواة بدائية بمعني أن مادة النواة توجد في السيتوبلازم ولا يحيط بها غشاء نووي محدد. وهذه المملكة تضم البكتيريا والطحالب الخضراء المزرقة والأكتينوميستات والريكتسيا والميكوبلازما.

- تمييزاً لها عن مملكة **Eukaryotae kingdom** والتي تضم الكائنات الحية الدقيقة التي تمتلك نواة حقيقية محاطة بغشاء نووي ويتبعها الفطريات والخمائر والطحالب الأخرى غير الخضراء المزرقة والبروتورزا.





الأسس العامة للتسمية العلمية للبكتريا:

- **للكائن الحي نوعين من الاسماء تطلق عليه وهي:**

1) **الأسماء المحلية (Common names) وهي تختلف من مكان لاخر وتستعمل بغرض تبسيط الاسم العلمي المعقد.**

2) **كما يطلق عليها أسماء علمية Scientific names وهي أسماء ذات طابع عالمي يستعملها العلماء جميعاً بلا إستثناء مهما إختلفت لغتهم ، وهي تخضع لنظام معين متفق علية دولياً ويستخدم في هذه التسميه نفس النظام المتبع في تسمية الحيوانات والنباتات وهو يعرف بنظام التسمية المزدوج Binomial system of Nomenclature**

الأسس العامة المتبعة في نظام التسمية المزدوج
Binomial system of Nomenclature

- ✓ الميكروبات المتشابهة والمتطابقة تماماً تسمي النوع Species.
- ✓ كل نوع بكتيرى Species يتكون من كلمتين كل منهما يجب أن تكون لاتينية أويونانية الأصل وأن لم تكن كذلك فانه يجب أن تعامل معاملة لاتينية أو يونانيه.
- ✓ والكلمة الأولى تشير إلى أسم الجنس Genus وحرفها الأول لابد أن يكون كبيرا Capital letter وقد يكون اسم الجنس مذكرا أو مؤنثا أو محايدا أما الكلمه الثانية في الأسم العلمي فهى تشير إلى أسم النوع المرتبط بالجنس وتعرف بأسم Specific epithet وحرفها الأول لابد أن يكون صغير Small letter وهي عادة ما تكون صفة مرتبطة باسم الجنسي أو أسم يوضح مدلول أسم الجنس أيضاً.

تابع الأسس العامة المتبعة في نظام التسمية المزدوج

- ✓ قد يأتي بعد الاسم المزدوج أسم أحد العلماء ويعني ذلك أن هذا العالم هو أول من سمي هذا الميكروب وليس أول من أكتشفه.
- ✓ وقد يقسم النوع الواحد إلى سلالات Strains أو أصناف Varieties أو أفراد individuals ويحدث هذا عندما تتواجد إختلافات بسيطة بين أفراد النوع البكتيري الواحد لا تكفي لوضعها في نوع مستقل بذاته
- ✓ ولابد أن نشير هنا إلى بعض المصطلحات المستخدمة في الدراسات التقسيمية:

➢ **النوع: Species**

هو مجموعة من البكتيريا المتشابهة في كل صفاتها وهذه الصفات لابد أن تكون ثابتة وغير متغيرة..

- **الجنس Genus (genera):**

هي مجموعة من البكتريا تشمل الأنواع التي تتميز بصفات ثابتة وغير متغيرة ، ويجب أن يكون هناك علاقة بين هذه الصفات أى أن تجميع عدة أنواع تحت جنس واحد يجب أن يتم طبقاً للتشابه في الصفات الطبيعية والتي ترجع إلى تطابق التركيب الوراثي للانواع ، وقد يكون الجنس وحيد النوعMonotype ، أو له عدة أنواع Polytypes .

- **العائلة Family (Families)**

هي مجموعة من الأجناس المتشابهة أو المتقاربة الصفات ويشتق أسم العائلة من أسم الجنس المثالي بها Type genus مع إضافة مقطع aceae - فمثلا جنس Micrococcus هو الجنس المثالي لعائلة Micrococcaceae .

- **الرتبة Order (orders)**

هي مجموعة من العائلات المتشابهة أو المتقاربة الصفات ويشتق اسم الرتبة من اسم العائلة المثالي Type Family مع إستبدال المقطع aceae بالمقطع ales، وهناك بعض المجاميع الفرعية مثل تحت الرتبةSuborder أو الفصيلة (القبيلة Tribe) حيث تقسم الأولي إلى عائلات والثانية إلى أجناس.

- **الصف Class (classes)**

هي مجموعة من الرتب المتشابهة في بعض صفاتها.

الشكل المورفولوجي للبكتيريا
Morphological form of bacteria

- يتضمن دراسة الشكل المظهري أو المورفولوجي للخلية البكتيرية معرفة شكلها وحجمها وطريقة تجمعها وحركتها.
- وعموماً فأن الخلية لا تختلف كثير من ناحية التركيب الخلوي عن خلايا الكائنات الأخرى وحيدة الخلية، ولكن نظراً لصغر حجمها المتناهي فتتم دراستها بالفحص الميكروسكوبي بعد معاملتها معاملة خاصة وذلك بإستعمال الأصباغ البسيطة والمركبة (الصبغات التفريقية) للتعرف على أجزاء الخلية المختلفة أو تتم دراستها في تحضيرات جافة غير مصبوغة عند إستعمال الميكروسكوب الإلكتروني للتعرف على الأجزاء والمكونات الدقيقة التي يصعب التعرف عليها بالمجهر العادي.

أشكال البكتيريا ونظام تجمعها Cell shape and aggregation

- تنحصر أشكال البكتيريا المختلفة في الأقسام التالية:

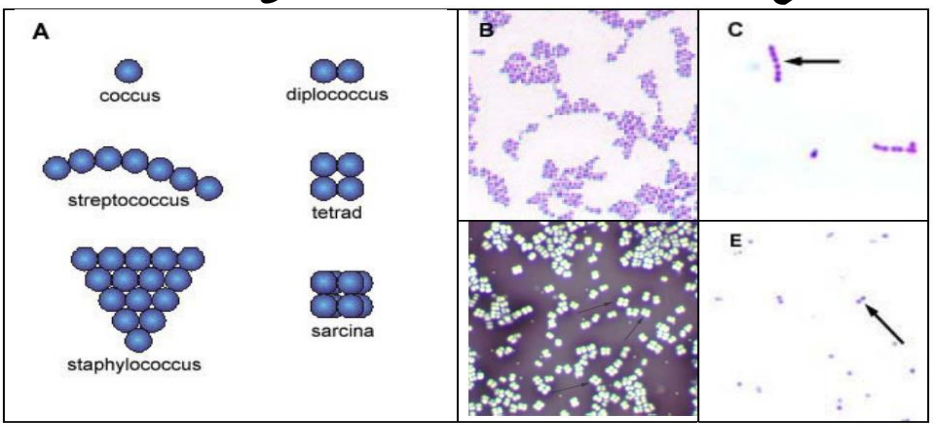
❑ أولاً: الشكل الكروى Spherical

✓ اسمه العلمي cocci (ومفردها coccus)، وهذه البكتريا قد تكون مستديرة تماماً كما في جنس Micrococcus أو ليست مستديرة تماماً فتاخذ الشكل البيضى Oval كما في جنس Rhodomicrobium أو كروية عصوية Coccobacilli كما في جنس Moraxella أو الشكل الكلوي Kidney shape كما في جنس Neisseria .

✓ وعادة ما يكون طول الخلية الكروية مساوي لعرضها.

✓ وتتميز البكتيريا الكروية عن بعضها حسب قابليتها للصبغ بطريقة جرام فمنها الموجب لجرام والسالب لجرام، وتبعاً لحركتها فمنها المتحرك والغير متحرك، وبعضها ينمو تحت ظروف هوائية أو إختيارية والبعض تحت ظروف لا هوائية.

➢ كما تتميز عن بعضها أيضاً حسب نظام تجمعها نتيجة لطريقة إنقسامها ويتضح ذلك من الاشكال المختلفة للتجمعات كما يلى:



A. arrangement of cocci
B. staphylococcus arrangement
C. streptococcus arrangement
D. sarcina arrangement
E. diplococcus arrangement

تابع أشكال البكتيريا ونظام تجمعها:

❑ **ثانياً: الشكل العصوى Rod – shaped**

✓ اسمه العلمي Bacilli (ومفردها Bacillus) وهي لها طول وعرض لذلك فهي تنقسم إلى:

1) عصوى قصير Short Rods طولها يقرب من عرضها مثل أجناس Salmonella, Shigella وكلاهما ممرض للإنسان وجنس الـ Erwinia وهو ممرض للنبات.

2) عصرى طويل Long rods وهنا يبلغ الطول من 3 إلى ١٠ أمثال العرض مثل أجناس Clostridium, Bacillus .

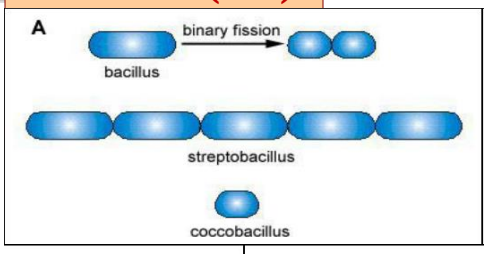
✓ وطرف البكتيريا العصوية قد يكون مستوى square cut أو مستدير Rounded أو على شكل عصا الطبلة Club Shaped مثل ميكروب *Cl. tetani* المسبب لمرض التيتانوس للانسان.

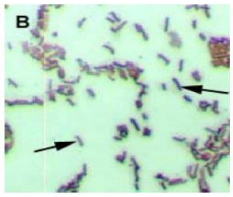
- ✓ أما من حيث إستقامة البكتيريا العصوية فقد تكون مستقيمة وقد تكون مقوسة أى تصل إلى الإنحناء.
- ✓ والبكتيريا العصوية منها المتجرثم ومنها غير المتجرثم ، وتتميز البكتيريا العصوية على أساس تفاعلها مع صبغة جرام ومنها الموجب ومنها السالب وعموما فأن البكتيريا العصوية تشمل عددا كبيراً من العائلات الهامة.
- ✓ والبكتيريا العصوية قد تكون مفرده أو تنقسم في مستوى واحد فقط مكونة سلسلة من الخلايا قد تبقى متصلة في سلسلة أو في أزواج.
- ✓ وقد تتجمع في أشكال مختلفة كما يتضح من الأمثلة التالية:

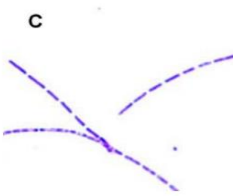
1) عصويات مفردة منها السالب لصبغة جرام مثل E.coli والموجبة لصبغة جرام مثل Methanobacterium.
2) عصويات تتواجد في سلاسل متجرثمة مثل Bacillus, Clostridium وأخرى غير متجرثمة Lactobacillus .

3) عصويات تأخذ أشكالا متعددة، فنجد الخلايا القصيرة والطويلة المفردة والمزدوجة في تجمعات مختلفة مثل أجناس Proteus أو قد تأخذ الخلايا العصوية أشكالا غير منتظمة نتيجة إلتصاق الخلايا بزوايا حادة مع بعضها بعد إنقسامها مكونة شكل الحروف الصينية مثل ميكروب *Corynebacterium diphtheriae* المسبب لمرض الدفتريا في الانسان.
4) العصويات الخيطية والتي تنشأ من تجزئة الخيوط إلى خلايا عصوية وذلك كما في أجناس Mycobacteria, Necardia.
5) وقد تأخذ الخلايا العصوية الشكل الهلالي كما في ميكروب *Fusobacterium fusiform* وهو من الميكروبات المتعايشة في التجويف الفمى للانسان.

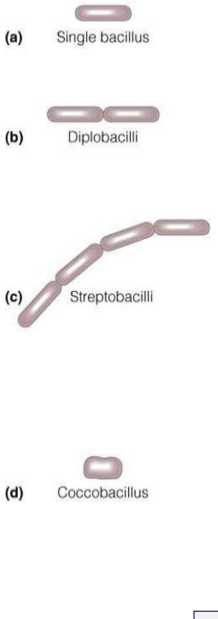
2. Bacillus (rod):

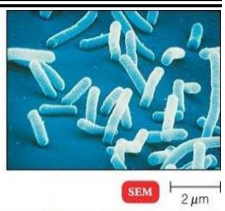


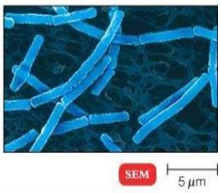


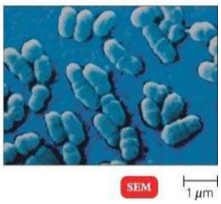


A. arrangements of bacilli
B. single bacillus
C. streptobacillus









Dr. Abdel Fattah

تابع أشكال البكتيريا ونظام تجمعها:

❑ **ثالثاً: الشكل الحلزوني Spiral**

✓ اسمه العلمي **Spirillum** وجمعها **Spirilla** وتقسم البكتريا الحلزونية إلي:

1) **عصويات منحنية Curved rods** تأخذ أقل من لفة كاملة لتظهر بشكل واوى **Vibriod, Comma Shaped** ومن أمثلتها ميكروب ***Vibrio cholera*** المسبب لمرض الكوليرا، وكذلك ميكروب ***Campylobacter jejuni*** المسبب للإسهال.

2) **عصويات تلتف عدة لفات فتأخذ الشكل البريمي أو الحلزوني spirillum** ولكنها لا تلتف حول خيوط محورية مركزية. وهي ذات جدار صلب **Rigid cell wall** ولذلك فأن الخلايا غير مرنة وهي مفرده وسالبة لصبغة جرام وتتحرك بالأسواط مثل الأنواع التابعة لجنس **Azospirillum**.

Dr. Abdel Fattah

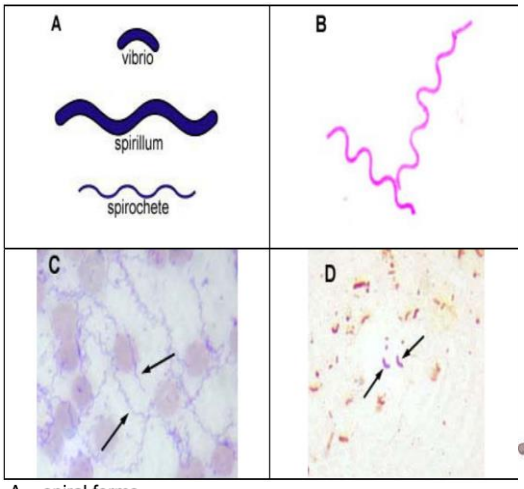
3) البكتيريا الحلزونية التابعة لمجموعة الـ Spirochetes

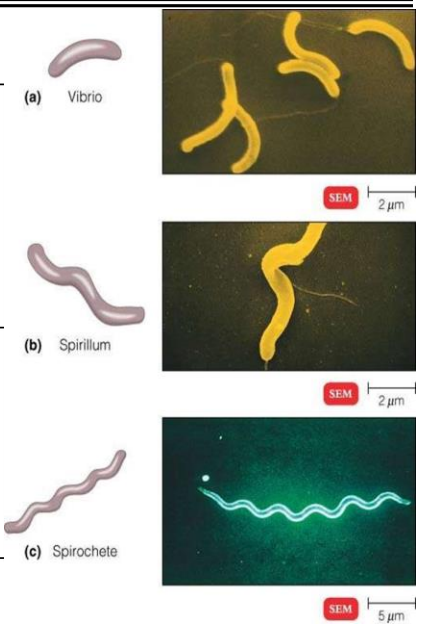
وهي عصويات ملتفة حلزونياً حول واحد أو أكثر من الخيوط المحورية المركزية Central axial Fibrils ويختلف طول الخلية بإختلاف الأنواع فتتراوح بين 3-500 ميكروميتر .

والبكتيريا هنا ذات جدار مرن والحركة بدون فلاجيلات ومن أمثلتها *Trepohema pallidum* المسبب لمرض الزهري للانسان.

Dr. Abdel Fattah

3. Spiral:





A. spiral forms
B. spirillum
C. spirochete (arrows) mixed with red blood cells
D. vibrio

Dr. Abdel Fattah

تابع أشكال البكتيريا ونظام تجمعها:

❑ **رابعاً: الشكل الخيطي (Filamentous (Actinomycetes**

✓ البكتيريا الخيطية تشتمل على مجموعة من البكتيريا تشبه في أشكالها الكائنات الحية الأرقى مثل الفطريات والطحالب وهي:

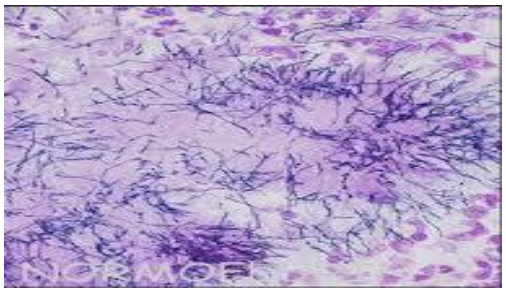
1) **البكتيريا الشبيهة بالفطر:** وهي بكتيريا تكون خيوطا متفرعة سمكها رفيع جداً مقارنة بهيفات الفطر حيث تماثل في سمكها سمك خلية البكتيريا وتكون جراثيما وهي أحد الصفات الهامة في تقسيمها، وتنتشر في التربة وبعضها ممرض والبعض له القدرة على إنتاج المضادات الحيوية مثل جنس الى **Streptomyces**. وبعضها خيوطها تتجزء لتعطي كرويات متحركة مثل **Dematophilus** وبعضها محبة لدرجات الحرارة المرتفعة مثل **Thermoactinomyces**

2) **بكتيريا مغلفة Sheathed bacteria** تتواجد داخل تركيب خيطي يعرف بالغلاف يساعد البكتريا على الإلتصاق بالاسطح الصلبة معطيا لها المظهر الخيطي.

Dr. Abdel Fattah

3) وقد تكون الأنواع التابعة لجنس **Flexbacter** (التابع لعائلة الـ **Cytophagaceae**) خيوطاً يصل طولها إلى **100 um** .

4) كما تنمو البكتريا الشبيهة بالطحالب مثل البكتريا الخضراء المزرقة والتي تتبع إلى **Cyanobacteria** في خيوط وهي ممثلة للضوء هوائيا وبعض افرادها قادرة على تثبيت النيتروجين، أما البكتريا التابعة لجنس **Chloroflexus** فتكون خيوطا مرنة تتحرك حركة إنزلاقية وممثلة للضوء تحت ظروف لاهوائية.



Dr. Abdel Fattah

التغير في الشكل Dimorphism

- خلايا البكتريا الحقيقية الحديثة النشطة لها شكل مميز ثابت عندما تزرع في بيئات مناسبة متماثلة ولكن عند تغير الظروف البيئية فان شكل البكتريا يتغير ويأخذ أشكالاً غير منتظمة مثل الشكل الخيطي أو حدوث إنتفاخ أو أستطالة في الخلية ... إلخ ، لذلك فانه عند وصف نوع من الأنواع البكتيرية يجب أن تثبت الظروف المحيطة بالنمو حيث أن التغير في هذه الظروف قد يغير في شكل البكتيريا وصفاتها.
- كما يجب أن يكون الوصف لبكتيريا حديثة العمر أى مأخوذة من مزارع حديثة عمرها أقل من 24 ساعة حيث أنها تحتفظ بصفاتها وشكلها عن البكتيريا المسنة، فعلى سبيل المثال تتحول خلايا Arthrobcater من الشكل العصوي إلى الشكل الكروى أثناء طور الثبات ويظهر خلايا ميكروب Kurthia بالشكل العصوى في المزارع الحديثة وتأخذ الشكل الكروى في المزارع القديمة

Dr. Abdel Fattah

حجم البكتيريا Bacteria size

- ✓ البكتيريا الحقيقية أصغر أنواع البكتيريا في حجمها ونظراً لصغر الحجم فأنه يقاس بالميكروميتر Micrometer ويرمز له بالرمز(µm) وهو يساوى 1/1000 من الملليمتر والنانوميتر ورمزه nm وهو يساوى ١ / ١٠٠٠ من الميكروميتر.
- ✓ وتؤخذ القياسات بواسطة مقياس العينة Ocular micrometer بالاستعانة بالشريحة الميكروميترية Stage micrometer.
- ✓ وتختلف البكتيريا فيما بينها في الحجم فمنها الصغير جداً الذي يشاهد بصعوبة بالغة في الميكروسكوب المركب فمثلا *Dialister pneumosintes* بكتريا عصوية طولها (0.15-0.2 µm) وميكروبات عائلة Enterobacteriaceae عصويات طولها من (0.3-1.5 µm) .

Dr. Abdel Fattah

- ✓ وتوجد بكتيريا كبيرة الحجم نسبيا مثل ***Spirillumm volutans*** عرضها 1.5 um وطولها 10 um وهي تعتبر من أكبر أنواع البكتيريا الحقيقية، ويصل طول بعض البكتيريا غير الحقيقية إلى 80 um .
- ✓ وتجرى القياسات لأبعاد البكتيريا عادة في تحضيرات مثبتة ومصبوغة وهذا يؤدى إلى نقص الحجم في التحضيرات الثابتة والقياسات المأخوذة تكون أقل من الحقيقة ، حيث أن أستعمال الحرارة للصبغ وتحضير الغشاء وتثبيته تؤدي إلى أنكماش الخلية.
- ✓ كما يختلف القياس بإختلاف عمر المزرعة فالخلايا الحديثة أكبر حجماً من الخلايا القديمة فمثلاً طول خلية ***Bacillus subtilis*** التي يبلغ عمرها 4 ساعات يساوى 5 مرات طول الخلية التي عمرها ساعة.
- ✓ ويعود السبب في نقص حجم الخلية بازدياد العمر إلى إزدياد الضغط الأسموزي في المزرعة المسنة وإلى تجمع فضلات التمثيل الغذائي وما يصاحبها من تغيرات في البيئة .

- ✓ ويختلف حجم البكتيريا في الأنواع المختلفة:

- فالبكتيريا الكروية يختلف قطرها من (0.5 – 1.0 um)، بينما متوسط عرض خلايا البكتيريا العصوية (0.5 um)، أما البكتيريا الحلزونية فتختلف أنواعها في الحجم كثيراً.
- البكتيريا المتجرثمة عاده تكون أكبر حجماً من غير المتجرثمة.
- الأنواع الحلزونية الملتفة من جنس Spirochaeta يختلف طول الخلية فيتراوح بين (3-500 um)، والعرض (0.2-0.75 um)

وزن البكتيريا Weight of bacteria

- وزن الخلية البكتيرية في منتهى الصغر وهي تحتوي في المتوسط بين ٧٠- ٨٠ % ماء.
- تزن الخلية الواحدة من البكتيريا العصوية المتوسطة الحجم ما يقرب من (2×10^{-12} gm) ، وهذا يعني أن جرام واحد من مادة الخلية الرطبة غير المجففة يحتوي على (500×10^{9} خلية).

علاقة سطح الخلية البكتيرية بوزنها:

- صغر حجم الخلية البكتيرية له آثره الكبير على الخلية البكتيرية نفسها ويتضح ذلك من أن قيمة النسبة ما بين مساحة سطح الخلية ووزنها تكون كبيرة جداً إذا ما قورنت بمثيلاتها في الأحياء الأخرى.
- وحيث أنه كلما كانت مساحة السطح كبيرة بالنسبة للوزن كلما:
  - ✓ إزداد معدل تفاعلات التمثيل الغذائي وبالتالي زاد معدل النشاط
  - ✓ وكلما كان إمتصاص الغذاء أسرع

وهذا يفسر قدرة البكتيريا على أن تستهلك أو تستعمل كميات كبيرة من المواد الغذائية مما يجعل التغيرات التي تواجهها البكتيريا في الوسط الذي تعيش فية كبيرة وتتم في فترة وجيزة.

- **كما أن كمية المادة المستهلكة بالنسبة للخلية البكتيرية الواحدة صغيرة جداً بطبيعة الحال، ولكن إذا ما قورن ذلك بوزن الخلية فإنها ستبدو كبيرة وعلى سبيل المثال:**

✓ **فإن البكتيريا المخمره لسكر اللاكتوز تستطيع هدم كمية كبيرة من هذا السكر تتراوح ما بين 1000 - 10000 مرة قدر وزنها في خلال ساعة من الزمن، وإذا قدر الوقت الذي يقوم الإنسان بإستهلاك كمية سكر تعادل ١٠٠٠ مرة قدر وزنه فأن ذلك يحتاج إلى 250000 ساعة أى حوالى ٢٨ سنة.**

- **وبذلك فان العلاقة ما بين سطح البكتيرية ووزنها يجب أن توضع في الإعتبار عند تقدير نشاط البكتيرية ، فكلما صغرت الخلية كلما كبرت مساحة سطحها بالنسبة إلى وزنها كلما زاد نشاطها الحيوي ومعدل إمتصاصها وسرعتها في أحداث التغيرات الكيماوية.**

المستعمرات البكتيرية Bacterial Colony

✓ **إذا نمت خلية بكتيرية في بيئة نصف صلبة أو على سطح بيئة صلبة تكونت (مستعمرة) بكتيرية وهي عبارة عن كتلة من الخلايا البكتيرية المنفردة عددها ملايين من الخلايا يمكن رؤيتها بالعين المجردة فإذا كانت المجموعة على السطح سميت سطحية Surface colony، وإذا كانت داخل الأجار سميت مجموعة مدفونة Subsurface or Deep Colony وهي أكثر إندماجاً من المجموعة السطحية.**

✓ **وقد تنشأ المستعمرة من خلية خضرية واحدة أو من جرثومة واحدة أو من مجموعة من الخلايا وغالباً ما يظهر كل نوع من المستعمرات البكتيرية شكلاً وتركيباً مميزاً ، وتحت الظروف البيئية المتشابهة فأن مستعمرات النوع الواحد من البكتيريا تكون متماثلة في الشكل والتركيب والصفات وهذا يساعد على تمييز أنواع البكتيريا بعضها عن بعض غير أن هذه الصفات التي تتغير بتغير البيئة التي تنمو فيها المستعمرة يمكن التحكم فيها بإستعمال ظروف مختلفة للنمو.**

Bacterial Motility الحركة في البكتيريا

- لبعض الأنواع البكتيرية القدرة على الحركة، فنجد أن معظم الأنواع العصوية والحلزونية تكون متحركة، بينما معظم الأنواع الكروية تكون غير متحركة مثل *Staphylococcus, Micrococcus,* and *Themomicrobium* *Flavobacterium* ، ويمكن مشاهده الحركة في البكتيريا في تحضيرات تعرف بالنقطة المعلقة.
- أنواع الحركة في البكتريا:

1) حركة سابحة بالأسواط (الفلاجلات Swimming by flagella)

2) حركة إنزلاقية Gliding .

3) حركة بريمية أو ثعبانية Rotary .

1- حركة سابحة بالأسواط Motility by flagella

- تتم هذه الحركة بواسطة أسواط خاصة تسمى أعضاء الحركة وتعرف باسم الأسواط أو الفلاجلات Flagella ومفردها Flagellum
- توجد الفلاجات بكثرة في البكتيريا العصوية والحلزونية وبقلة في البكتيريا الكروية، وعلى ذلك فان البكتيريا التي لها أسواط لها القدرة على الحركة بنفسها بقوتها الذاتية أي أنها تتحرك حركة حقيقية.
- والفلاجلات عبارة عن خيوط طويلة رقيقة ورفيعة جداً وعادة أطول عدة مرات من الخلية الخارجة منها ، وسمك الفلاجلات يتراوح ما بين 0.02 – 0.05 ميكروميتر، والطول ما بين 6-9 ميكروميتر، وقد يصل في بعض الأنواع الحلزونية إلى 90 ميكروميتر.

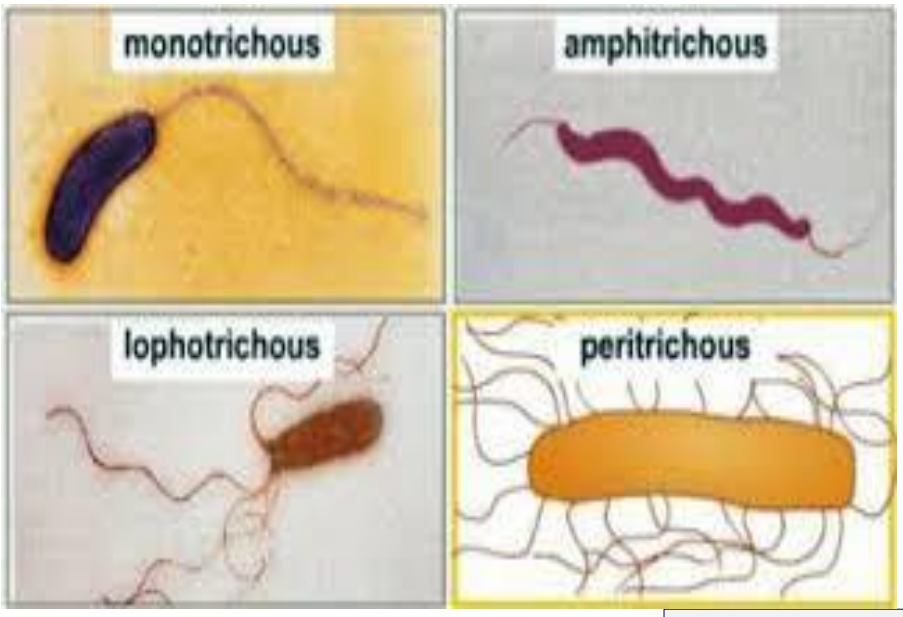
- وقد أوضحت التحضيرات الحية أن الأسواط تكون مجعدة أو ملتوية ونادراً ما تكون مستقيمة تماماً، ويمكن مشاهدتها بالميكروسكوب العادي بإستخدام طرق خاصة بالصبغ تتضمن ترسيب مادة غير شفافة عليها تزيد من سمكها بدرجة تسمح برؤيتها بعد الصبغ، وعادة ما يستخدم حامض التانيك مع بعض الأملاح المعدنية في الصبغ.
- تتركب الفلاجلات من مواد بروتينية معقدة تختلف في مكوناتها البروتينية حسب نوع الميكروب أو السلالة.
- وتنشأ الفلاجلات من داخل الخلية من جسم حبيبى دقيق يقع ما بين الجدار الخلوي والغشاء السيتوبلازمى وتمر في الجدار ثم تمتد خارج الخلية.

توزيع الفلاجات Distribution of Flagella

- أن عدد الأسواط وتوزيعها في الخلية البكتيرية وإن كان يختلف من نوع إلى أخر، إلا أنه ثابت بالنسبة لكل نوع ويعتبر من الصفات المميزة لهذا النوع.

طبيعة الحركة عن طريق الأسواط

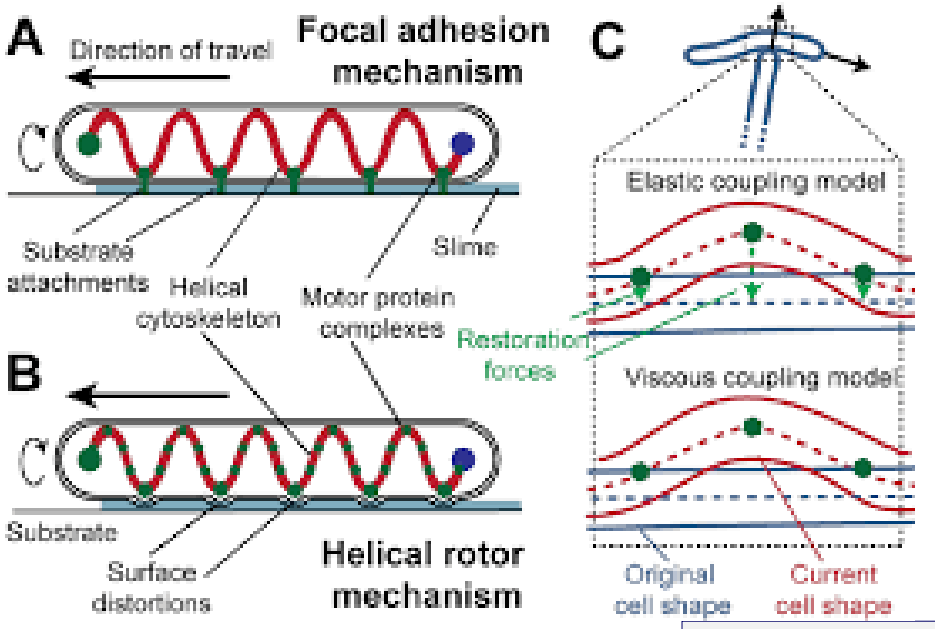
- يمكن تشبيه حركة الفلاجلات مثل مروحة رفاص السفينة حيث تتحرك حركة مسببة تحريك السائل مما يؤدى إلى حركة الخلية في الإتجاه العكسي وفي الظروف المثالية تتحرك الخلية البكتيرية بسرعة قد تصل إلى 5 - 200 ميكروميتر/ ثانية.



2- الحركة الإنزلاقية Motility by Gliding motion

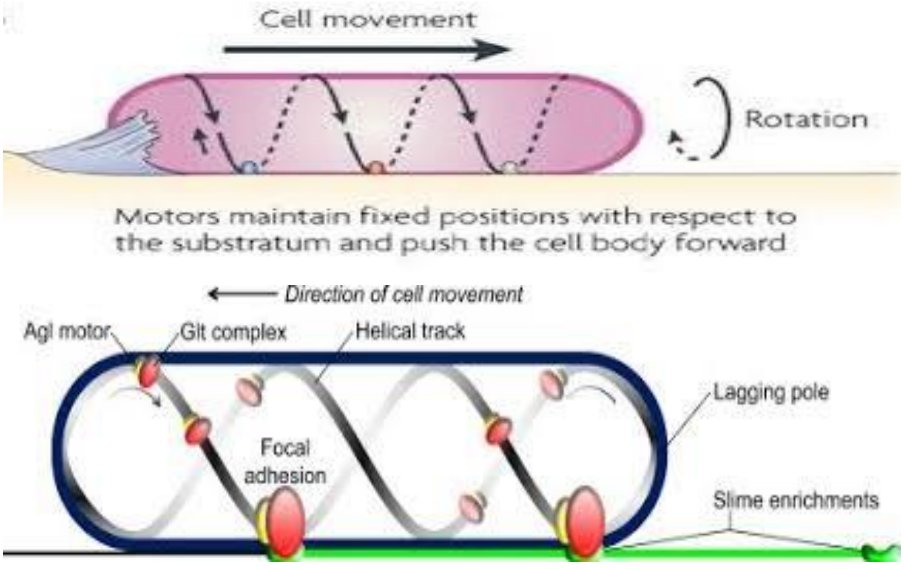
- الحركة في هذه الأفراد حركه إنزلاقية gliding وهذه البكتيريا لا تحمل أعضاء معينة للحركة ، ويتميز هذا النوع من الحركة بأنة يكون مصحوبا بذبذبات وتموجات لجسم الخلية البكتيرية نفسها.
- وتحدث هذه الحركة الإنزلاقية فوق الأسطح الصلبة فقط ولا تحدث في البيئات السائلة.
- من أهم أمثلة البكتيريا التي تتحرك بهذه الحركة الأفراد التابعة لـ

Cyanobacteria, Myxobacteriales, Beggiatoales, Cytophagales, Chloroflexaceae **and** ***Desulfonema*****.**



3 - الحركة البريمية Motility by Rotary motion

- تتم هذه الحركة في أفراد Spirochaetes ويلاحظ هنا أن الخلايا خالية من الأسواط والحركة تكون بريمية أو ثعبانية في أغلب أجناس هذه الرتبة.
- وتتم الحركة نتيجة إلتوائات ثانوية تتداخل مع الإلتواءات الأصلية بالخلية مؤدية إلى تقدم الخلية وتأخرها، وتحدث هذه الحركة البريمية في الوسط السائل.



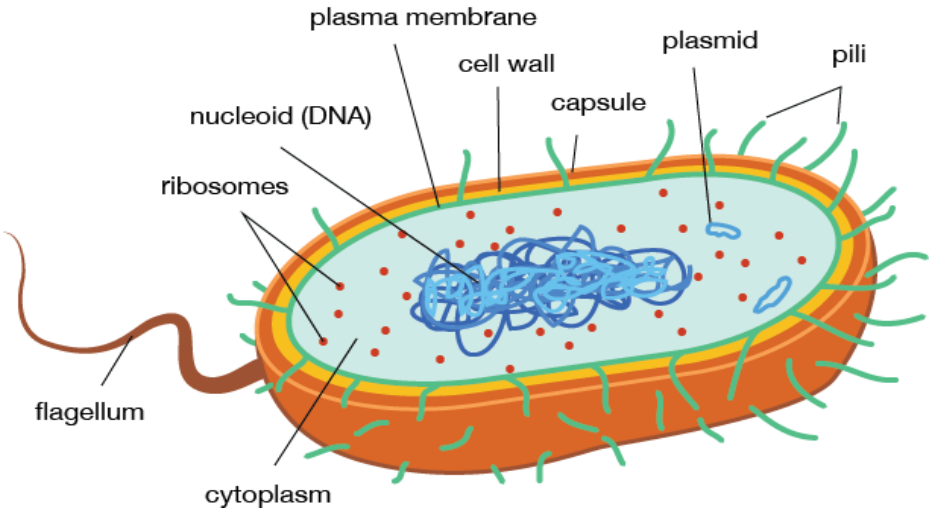
تركيب الخلية البكتيرية Bacterial cell structure

- الخلية البكتيرية متناهية في الصغر ولكن بتقدم وتطور الأجهزة البصرية مثل الميكروسكوبات الضوئية والإلكترونية والفلوروسنتية والطرق البيوكيماوية فقد أمكن دراسة أجزائها المختلفة.
- تتركب الخلية البكتيرية من سطح خلوى **Cellular surface** وبروتوبلاست **Protoplast**.
- يتركب السطح الخلوى من: الطبقة اللزجة (الكابسول) وجدار الخلية، أما البروتوبلاست فأنه يقع بداخل الجدار الخلوي ويتكون من الغشاء السيتوبلازمي والسيتوبلازم والنواة والمواد المخزنة والحبيبات والفجوات وكذلك الجراثيم الداخلية في حالة البكتيريا المتجرثمة.

- المحتوى المائى للخلية البكتيرية يصل إلى 70-85% من وزنها، بينما تتراوح المواد الصلبة من 15-30% من وزن الخلية، وتزداد هذه النسبة بزيادة المواد المخزنة في الخلية مثل البولي بيتا هيدروكسى بيوترات والبولى سكريدات والبولي فوسفات والكبريت.
- تتكون المادة الصلبة في الخلية أساساً من البروتين 50% ، جدار خلوى 10-20% ، وحوالي 3.4% DNA and RNA ، وكمية الليبيدات 10%.
- أما العناصر العشر الكبرى الداخلة في تركيب الخلية فتتراوح نسبتها المئوية ما بين 50% كربون ،20% أكسجين ، 14٪ نيتروجين ، 18% هيدروجين ، 3% فسفور ، 1% لكل من الكبريت والكالسيوم والبوتاسيوم ، 0.5% لكل من الماغنسيوم والحديد .

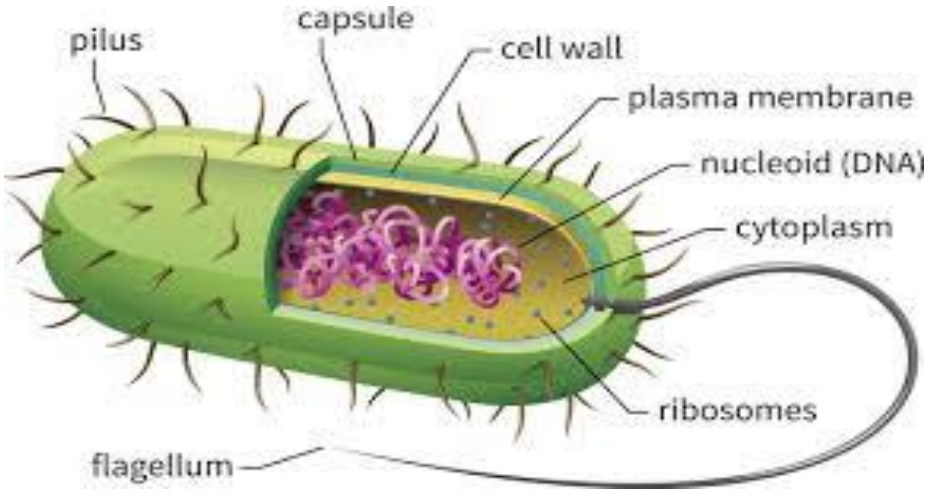
Dr. Abdel Fattah

Bacterial cell structure



Dr. Abdel Fattah

Bacterial cell structure



Dr. Abdel Fattah

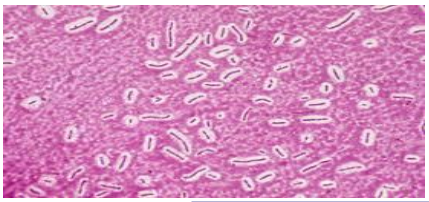
أولاً : السطح الخلوي Bacterial surface

1- الطبقة الخارجية Outer Layer

- تسمى الطبقة اللزجة Slime layer حيث تحاط الخلية البكتيريا بطبقة هلامية لزجة يختلف سمكها بإختلاف النوع، فقد تكون غشاء رقيقاً في بعض الأنواع وقد تكون غشاء سميكاً في أنواع أخرى وتسمى علبة Capsule حيث قد يصل سمكها إلى أكثر من ضعف الخلية. وتحيط العلبة بالخلية المنفردة أو بسلسلة من الخلايا إذا كان التجمع في سلاسل.
- ولا تصبغ علبة البكتيريا في التحضرات المصبوغة بالطرق العادية حيث تظهر الخلية محاطة بمنطقة غير مصبوغة هي الغلاف لذلك يستعمل لصبغ الكبسولة طرق خاصة

Dr. Abdel Fattah

- تتركب مادة الغلاف في معظم الحالات من مواد كربوهيدراتية معقدة عديدة السكريات (polysaccharides) وفي بعض الأنواع تدخل الأحماض الأمينية في تركيب العلبة.
- ومن أمثلة الميكروبات التي تكون العلبة ميكروب ***Leuconosto mesenteroides*** وهي تتركب من مادة الدكستران (وهو مركب من الجلوكوز)، أما في ميكروب ***Diplococcus pneumonia*** فهي تتكون من ماده تنتج عند تحللها جالاكتور وحمض جليكورونيك
- وفي بعض الميكروبات الأخرى يدخل في تركيبها ببتيدات أو سكريات أمينية.



* أهميه العلبة أو الكبسولة في الخلية البكتيرية

- ترجع أهميه العلبة أو الكبسولة في الخلية أنها:

1) تحميها من الظروف السيئة.
2) وتلصق الخلايا بعضها بعض.
3) ووجود الغلاف له تأثير واضح على مظهر المزارع البكتيرية.
4) للعلبة أهمية كبيرة في حالة الميكروبات المرضية حيث ترتبط القدرة المرضية لهذه الميكروبات بوجود العلبة ويرجع ذلك إلى أن العلبة تحمي الميكروب من هجوم كرات الدم البيضاء والأجسام المضادة بجسم العائل وبذلك يستمر في تكاثره وإحداث المرض.
5) كما تفيد الكبسولة في التمييز بين الأنواع وبعضها.

2- جدار الخلية Cell wall

- ✓ للبكتيريا الحقيقية جدار خلوى يتراوح سمكه بين ١٠- ٢٠ نانوميتر، ويمثل حوالي 10- 20% من الوزن الجاف للخلية.
- ✓ قابلية الجدار الخلوى للصبغ بالطرق العادية قليلة ولذلك فأنه لا يشاهد في هذه التحضيرات إلا أنه يمكن مشاهدته بإستعمال طرق صبغ خاصة تتلخص في معاملة الخلايا بحمض التانيك الذي بإتحاده مع المواد المكونة للجدار يزيد من سمكه ومن قابليته للصبغ.
- ✓ الجدار الخلوى في البكتيريا الحقيقية صلب Rigid قادر على تحمل الإختلاف في الضغط الأسموزى بين محتوى الخلية والوسط الذي تعيش فيه. وترجع قوة الجدار الخلوى أساساً لوجود تركيب معقد مرتبط مع مركبات أخرى تسمي Mureins وهي عبارة عن مركب من عدد من وحدات Heteropolymer بعضها كربوهيدراتية والبعض الأخر أحماض أمينية.

Dr. Abdel Fattah

- ✓ والكربوهيدرات الداخلة في تركيبه عبارة عن: مركبين هما:
  - السكر الأمينى N-acetyl glucose amine
  - والأخر سكر N-acetyl muramic acid

  موجودين بتتابع تبادلى مرتبطة ببعضها بروابط جليكوزيدية بيتا 1-4.
- ✓ ويجب أن تلاحظ أن السكر الثاني لا يوجد في التركيب الجدارى للخلايا الأرقى، أى انه يوجد فقط في تركيب الجدار الخلوي للخلايا بدائية النواة Prokaryotic cells .
- ✓ أما الأحماض الأمينية الداخلة في تركيب الجدار فهي تحتوي على الأقل على ثلاث أحماض الأمينية وهي

  Alanine - glutamic acid and diaminopimelic
- ✓ الأحماض الأمينية الداخلة في تركيب الجدار الخلوي تكون من النوع L-isomers بعكس البروتين العادي تكون نوعها D-isomers
- ✓ والحامض الأمينى diaminopimelic acid (DPA) لا يوجد أبداً في تركيب البروتين العادي مما يميز الـ Prokaryotes عن غيرها وهي صفة تقسيمية هامة.

Dr. Abdel Fattah

* أهمية جدار الخلية البكتيرية:

1) يحفظ الجدار للخلية البكتيرية شكلها المميز كما أنه نظراً لصلابته يحمي الخلية من الظروف الخارجية والضغوط الأسموزية العالية التي تتميز بها المحاليل الغذائية.
2) يتحكم في نوع الجزيئات المارة خلال ثقوبه تبعاً لحجومها ولكن ليس له خاصية النفاذية الاختيارية مثل الغشاء السيتوبلازمى.
3) مسئول مباشرة عن إجابية أو سالبية الصبغ بجرام وهي صفة تقسيمية هامة أخرى حيث لا يستطيع الكحولى إزالة معقد الجنسيان - اليود في الخلايا الموجبة فتظل محتفظة بلونها البنفسجي بينما يزيل الكحول المعقد من الخلايا السالبة وبالتالي تأخذ اللون الأحمر عند صبغها بالصفرانين أو الفوكسين ، مما يؤكد مسئولية الجدار عن نتيجة الصبغ بجرام فأن الخلايا الموجبة تفقد اللون البنفسجي عند معاملتها بواسطة إنزيم Lysozyme .

* تابع أهمية جدار الخلية البكتيرية:

4) كما قد تحتوي طبقات الخلية السطحية على حامض المايكوليك Mycolic (وهو حمض دهنى به ٩٠ ذرة كربون) وهو المسئول عن قابلية بعض الخلايا للصبغ الصامد للأحماض.

- ويجدر بالذكر أن البكتيريا التابعة لأقسام spirochaetes and Myxobacteriales ليس لها جدار خلوى صلب.

مقارنة بين تركيب جدار البكتيريا الموجبة والسالبة لصبغة جرام:

الصفة	البكتريا الموجبة لجرام	البكتريا السالبة لجرام
شبكه الميورين	30 – 90% من الوزن الجاف للجدار الخلوي	حوالي 10% من الوزن الجاف للجدار الخلوي
حمض DNA	LL – form	meso – form
حمض Lysine	يوجد بها	لا يوجد
حمض Teichoic acid	يوجد بها	لا يوجد
المحتوى البروتيني والدهون	قليل وغالباً أحماض دهنية وهي سلاسل من ٨–50 جليسرول مرتبطة بكباري فوسفات إستيرية وبعضها يحتوي على المانيتول أو الأرثريتول	تحتوى كميات كبيره من ليبوبروتين وليبوبولى سكريد التي ترتبط بطبقه الميورين من الخارج بروابط تكافلية وتمثل80% من الوزن الجاف.

Dr. Abdel Fattah

Fig. 1A: Electron Micrograph of a Gram-Positive Cell Wall

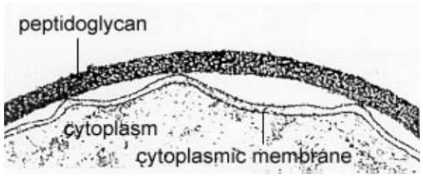


Fig. 2A: Electron Micrograph of a Gram-Negative Cell Wall

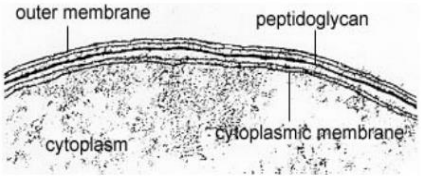


Fig. 1B: Illustration of a Gram-Positive Cell Wall

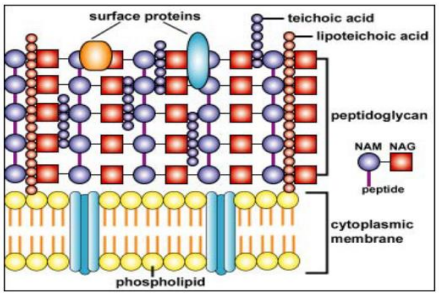
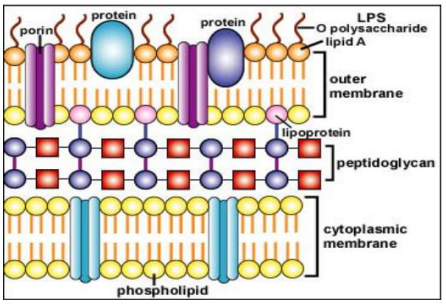


Fig. 2B: Illustration of a Gram-Negative Cell Wall



ثانياً: البروتوبلاست Protoplast

- أن كل ما يقع بداخل الجدار الخلوي يعرف بأسم البروتوبلاست وهو يشتمل على:

1) الغشاء السيتوبلازمي Cytoplasmic membrane
2) السيتوبلازم Cytoplasm ويشمل محتويات سيتوبلازمية:
   أ) المواد النووية البكتيرية Bacterial nuclear material
   ب) المواد المخزنة Stored materials
3) الفجوات الغازية Gas vacuole
4) الجراثيم الداخلية Endospores

1) الغشاء السيتوبلازمى Cytoplasmic membrane

- ✓ غشاء يلى الجدار الخلوي ويحيط بالسيتوبلازم وسمكه ضئيل جداً لايزيد عن ٢٠ نانوميتر ويمثل حوالى 15٪ من الوزن الجاف للخلية، وتركيبه أساساً من الليبيدات والليبوبروتين وهو غشاء مرن جداً.
- ✓ الغشاء السيتوبلامى يظهر في التحضيرات التي تفحص بالميكروسكوب الإلكتروني لبعض الميكروبات أنه ليس غشاءاً بسيطاً ولكنه يحتوي على إنحناءات عديدة داخلة في السيتوبلازم ويقال أن هذه الإنحناءات علاوة على زيادتها للسطح العام للغشاء فان عليها تتركز إنزيمات التنفس، وتحل محل الميتوكوندريا في الكائنات الأرقي حيث أن البكتيريا مثل باقى Prokaryotes لا تحتوي على ميتاكوندريا كما يعتقد أن لهذه الإنحناءات دوراً في إنتقال الكروموسومات عند إنقسام الخلية وعند تكون الجدر العرضية.

- ✓ ويظهر الغشاء في تحضيرات الميكروسكوب الإلكتروني في شكل ثلاثة طبقات (طبقتين رقيقتين من البروتين يتراوح سمك كل منهما ٣-٢ نانوميتر بينهما طبقة شفافة من الفوسفوليبيدات سمكها حوالي 4-5 نانوميتر).
- ✓ والغشاء حامضي التأثير لإحتوائه على نسبة عالية من الأحماض النووية لذلك فإن قابلية للصبغ بالصبغات القاعدية تعتبر عالية ونظراً لإحتوائه على نسبة عالية من الدهون فأنه من السهل صبغه بالصبغات التي تذوب في الدهون مثل صبغة أسود السودان Sudan black .

* أهمية الغشاء السيتوبلازمى:

1) غشاء شبه منفذ إذ يسمح بمرور الماء والمواد المذابة فيه بدرجات مختلفة أي له نفاذية إختيارية Differential permeability ولا يسمح بمرور المواد التي لا تكون محلولاً حقيقياً في الماء وكذلك يسمح بمرور المواد التالفة لذلك فأن الغشاءالسيتوبلازمي يعتبر مسئولا عن كل عمليات الإنتشار الغشائي من الخليه وإليها.
2) يحتوي على كثير من الإنزيمات الهامة التى تجهزها الخلية كما يحتوي على الانزيمات التنفسية المسئولة عن إنتقال الإلكترونات في عملية الأكسدة والإختزال وإنزيمات الفسفرة.
3) يحتوي الغشاء على مجموعات انزيمية تسمى Permeases وهذه المجموعات مسئوله عن إنتقال المواد من خارج الغشاء إلى داخل الخلية لأن عملية الإنتقال تحتاج لإنزيمات متخصصة وطاقة.

4) يحمل الغشاء السيتوبلازمي الأوعية الحاملة للصبغات الضوئية مثل الكلوروفيل البكتيري والكاروتينات في البكتيريا الممثله للضوء.

5) يوجد بالغشاء مراكز تضاعف الحمض النووي DNA ومنابت الفلاجات (الأسواط) وتتم فيه كثير من العمليات التخليقية الحيوية مثل تخليق الجدار الخلوي وتكوين الكبسولة.

2) السيتوبلازم Cytoplasm

- ✓ يشبه السيتوبلازم البكتيري سيتوبلازم الخلايا الأخرى في صفاته الطبيعية والكيماوية ، ويتميز بأنه بروتيني غروي ويحتوي على ٧٠-٨٠ % ماء كما يحتوي على نسبة عالية من الحامض النووي DNA أعلى من الكائنات الأخرى ويحيط به الغشاء السيتوبلازمي.
- ✓ ويحتوي السيتوبلازم على المواد النووية والريبوسومات والأوعية والجسيمات المختلفة والمواد المخزنة والأنزيمات الذائبة فيه التي تلامس كثير من تفاعلات البناء والهدم في الخلية كذلك على كل من m-RNA, t-RNA والريبوسومات (المسئولة عن عملية تخليق البروتين).

المحتويات السيتوبلازمية Cytoplasmic contents

1) المواد النووية البكتيرية Bacterial nuclear material

- صغر حجم الخلية البكتيرية ووجود نوعين من الأحماض النووية جعل الاثبات الكيماوي لنواه الخلية صعباً جداً ولكن بمساعدة الطرق الحديثة مع إستخدام الميكروسكوب الإلكتروني، فقد أمكن إثبات وجود مواد نووية تنقسم وتقوم بوظائف النواة في نقل الصفات الوراثية كباقي الكائنات الحية الأخرى. وفى بعض أنواع البكتيريا توجد عدة أجسام نووية منتشرة في السيتوبلازم.
- تتكون الماده النووية من نيوكليوبروتين أساسه الحامض DNA الذي يتكون من سلاسل طويلة من ديزوكس نيوكليوتيدات Desoxy nuclotides وهي عبارة عن سكر ديزوكس ريبوز، وقواعد نيتروجينية أما بيورين (أدنين أو جوانين) أو بيريميدين (سيتوزين أو ثيمين) مرتبطة ببعضها بروابط فوسفاتية في الوضع 3-5

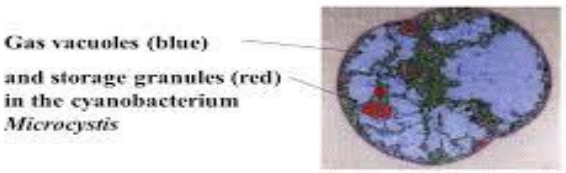
- وتميز نواه البكتيريا عن باقي أنوية الكائنات الأخرى بأنها ككل الكائنات البدائية Prokaryotes غير محاطه بغشاء نووي كما أن الخيوط المغزلية لا تتكون عند الإنقسام والكروموسوم البكتيري خيط رفيع ملتف دائري.
- كيفية تضاعف DNA:

✓ الحمض النووي DNA يحتوي على المعلومات الوراثية للخلية، وإنقسام DNA الذي يسبق عادة إنقسام الخلية يؤدى لبناء جزئين متطابقين تماماً.

✓ ويتم التضاعف بإنفصال شريطي النيوكليدات المكون لـDNA عن بعضهما حيث يعمل الشريط الأب كمخدة لتجميع أو تخليق الشريط الأبن بنفس التركيب الوراثي للأب فيما يعرف Conservative Mechanism .

2) المواد البكتيرية المخزنة Bacterial Stored materials

- توجد في كثير من الكائنات الدقيقة مواد مخزنة داخل بروتوبلازم الخلية منها السكريات العديدة والدهون والبولى فوسفات والكبريت.
- وتستخدم هذه المواد في حالة فقر البيئة النامية عليها الميكروبات أو في حالة وجود مواد مثبطة تمنع الخلية من إمتصاصها من البيئة وهي مواد غير ذائبة وذات إسموزية عالية.
- حيث تستخدم السكريات والدهون المخزنة كمصدر للكربون والطاقة والكبريت كمصدر للإلكترونات في عمليات الأكسدة والإختزال والفوسفات في بناء الاحماض النووية.



- السكريات العديدة Polysaccharides
  - ✓ أمكن تحديدها في بعض الميكروبات بواسطة الصبغ بمحلول اليود حيث يظهر النشا لون أزرق مع اليود ، والجليكوجين لون بني مع اليود.

- البولي بيتا هيدروكسى بيوترات Poly B-hydroxy butyrate
  - ✓ يمكن معرفه حبيباتها بسهولة بالميكروسكوب الضوئي العادي من خلال شدة إنكسار الضوء عليها أو بعد صبغها بأسود السودان وتصل أحيانا إلى ٨٠ % من الوزن الجاف للخلية ، وهي شائعة الوجود في كثير من البكتيريا الهوائية ولها دور أساسي كمصدر للكربون كما تلعب دوراً في تثبيت أزوت الهواء الجوي بواسطة الميكروبات المخزنة له مثل الأزوتوباكتر.

➢ **البولي فوسفات:**

✓ كثير من البكتيريا والطحالب الخضراء تستطيع تخزين الأحماض الفوسفاتية في صورة مواد بروتينية عديده الفوسفات.

✓ بسبب إكتشافها ووصفها أول مرة في بكتيريا ***Spirillum volutans*** سميت حبيباتVolutin ، وهي تتكون غالباً من سلاسل طويلة أو حلقية من البولي فوسفات وترجع أهميتها إلى أنها تدخل في تفاعلات الفسفرة وإنقسام الخلية وتكوين DNA .

➢ **الكبريت:**

✓ في كثير من البكتيريا المؤكسدة للكبريت يخزن الكبريت في صورة حبيبات أو كريات ذات قدرة عالية على كسر الأشعة الضوئية وهي تخزن في صورة قابلة للذوبان، ويستخدم الكبريت كمصدر للطاقة لبعض بكتيريا الكبريت الهوائية مثل ***Beggiatoa , Thiothrix*** وفي بعض البكتيريا الفوتوتروفية اللاهوائية مثل بكتيريا الكبريت الأرجوانية chromatium يستخدم كمصدر للأيدروجين (H-donor) .

Dr. Abdel Fattah

3) الفجوات الغازية Gas vacuole

➢ كثير من البكتيريا المائية خاصة الضوئية مثل***Amobacter*** وبعض البكتيريا غير الملونة مثل ***Pelonema*** والمحبة للملوحة مثل ***Halobacterium*** وقليل من أجناس Clostridia تحتوي على فجوات غازية.

➢ وهي تعطي القدرة على تغيير كتلتها النوعية والطفو علي سطح الماء والفجوات تتكون من العديد من الفقاعات الغازية الأسطوانية الشكل.

Gas vacuoles (blue)

and storage granules (red) in the cyanobacterium *Microcystis*

Dr. Abdel Fattah

4) الجراثيم الداخلية Endospores

- لبعض أنواع البكتيريا القدرة على تكوين جراثيم داخل الخلية ومن هذه الأنواع: البكتيريا العصوية التابعه لجنس ***Clostridium***, ***Bacillus*** وبعض البكتيريا الكروية مثل ***Sporosarcina urea*** وبعض البكتيريا الحلزونية مثل ***Sporovibrio*** .
- والخلية البكتيرية الواحدة تكون جرثومة واحدة.
- تنتج الجرثومه خلية واحدة ، ومعنى ذلك أن التجرثم في البكتيريا (ما عدا الأكتينوميتات) هو طريقة من طرق حفظ النوع وليس من طرق التكاثر كما هو الحال في الخمائر والفطريات حيث تعتبر الجراثيم وسيلة من وسائل التكاثر.

Dr. Abdel Fattah

* مميزات الجراثيم الداخلية البكتيرية

- الجرثومة الداخلية عبارة عن جسم كثيف يتكون داخل الخلية في الميكروبات المتجرثمة وتشمل الجرثومة المتكونة حوالي عشر حجم الخلية، وبالرغم من هذا تحتوي على معظم محتويات الخلية الصلبة وكذلك الأنزيمات الضرورية ، وجميع الوحدات الوراثية اللازمة لإستمرار النوع.
- وتتميز الجرثومة بشدة مقاومتها للظروف السيئة كالحرارة والبرودة والجفاف والكيماويات والأسموزية ... إلخ.
- ولتوضيح مدى مقاومة الجراثيم للظروف السيئة فإن كثيراً منها يمكنه أن يحتفظ بحيويته لعدة سنوات وهي في حالة جفاف كما أنها يمكنها أن تتحمل الغليان لعدة ساعات دون أن تموت، بينما تهلك الخلايا الخضرية لو تعرضت الدرجة ٨٠ °م لعدة دقائق. وبسبب مقاومة الجراثيم الشديدة للظروف السيئه فإنه للتخلص منها يلزم إجراء عملية التعقيم بإستخدام الأوتوكلاف أو الهواء الساخن على درجة حرارة مرتفعة ولمدة طويلة.

Dr. Abdel Fattah

- **وتفسير قدرة الجراثيم على مقاومة المواد الكيماوية** يعتمد أساسا على سمك جدار الجرثومة الكبير غير المنفذ لهذه المواد إلى داخل السيتوبلازم مما يحفظها من أثر هذه المواد السامة.
- **وتفسير القدرة الشديدة للجراثيم البكتيرية على مقاومة الحرارة** هو أن بروتين الجرثومة يحتوي على كمية قليلة من الماء مقارنة مع بروتين الخلايا الخضرية النشطة Vegetative cells، وتقترب درجه رطوبة بروتين الجراثيم من البروتين الجاف وعلى ذلك فهو Dehydrated protein . ومن المعروف أن البروتين الجاف أكثر مقاومة لتأثير الحرارة بكثير عن البروتين الرطب وهذا الجفاف للبروتين يعتبر الأساس في مقاومتها لتأثير الحرارة.

Dr. Abdel Fattah

نمو وتكاثر البكتيريا Bacterial Growth & Reproduction

- **جرى العرف على إستعمال كلمة نمو Growth للدلالة على الزيادة في الكتلة الخلوية Cell mass سواء أكان ذلك لخلية واحدة أو لمجموعة من الخلايا كالمستعمرة ، بينما تدل كلمة تكاثر Reproduction على الزياده في عدد الخلايا cell number نتيجة الانقسام، إلا أنه في الكائنات الدقيقة الوحيدة الخلية كالبكتيريا فان كلمة النمو تستعمل مرادفة الكلمة تكاثر ويقصد بها زيادة في عدد الميكروبات .**
- **يتأثر النمو البكتيرى بالظروف المحيطة به تأثرا كبيراً ومن أمثلة هذه الظروف العوامل الطبيعية مثل الحرارة والرطوبة والضوء ... إلخ . والعوامل الكيماوية مثل توافر الغذاء ووجود مواد سامة ... إلخ ، وكذلك العوامل البيولوجية مثل التنافس بين الكائنات، التطفل، المعيشة التعاونية ومثل هذه العوامل التي تؤثر على درجة نمو وتأقلم الكائنات الحية يجب معرفتها ودراستها بكل دقة حتى يمكن التحكم في معدل النمو لهذه الميكروبات بالزيادة أو النقصان حسب الحاجة.**

Dr. Abdel Fattah

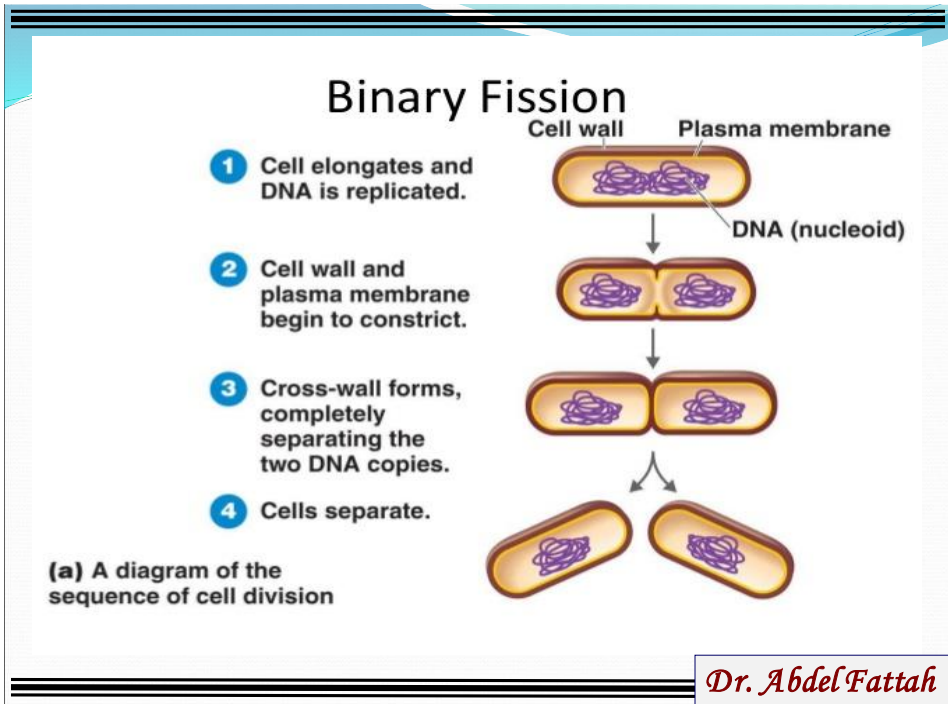
التكاثر اللاجنسي للبكتيريا: Asexual

- تتكاثر البكتيريا لاجنسيا بطريقة لا تزاوجية تسمي طريقة الإنقسام الثنائي البسيط Binary fission of simple transverse fission
- وتتلخص عملية الانقسام هذه في حدوث :

1) زيادة في المحتويات البروتوبلازمية، نتيجة تكون مواد جديدة ويحدث زيادة في طول الخلية.
2) تتم إنقسام المحتويات النووية (الكروموزوم البكتيري) وتلعب إنحناءات الغشاء السيتوبلازمى دوراً هاماً في إنفصال القسمين المنفصلين بطريقة معقدة كما أن الانزيمات اللازمة لتخليق الأحماض النووية اللازمة لتكوين الكروموزوم الجديد تكون موجودة في الغشاء السيتوبلازمى.
3) يعقب ذلك تكون غشاء سيتوبلازمى عرضى ينشأ بظهور بروزان جانبيان في منطقتين متقابلتين يخرجان من السطح الداخلي للغشاء السيتوبلازمي، وينموان متقابلين في إتجاه مركز الخلية على طور المحور العرضى ثم يلتحم هذان البروزان.

4) ينشق الغشاء السيتوبلازمي إلى غشائين منفصلين نتيجة لتكون جدار خلوى بينهما ويتكون هذا الجدار من الخارج إلى الداخل أيضاً.
5) يعقب ذلك إنشقاق الجدار الخلوى العرض المتكون بدوره طوليا إلى قسمين.
6) بذلك تصبح الخلية خليتين ، والخليتان الجديدتان إما أن ينفصلا عن بعضهما مباشرة أو يحدث الإنفصال بعد مدة ، أو يظلا ملتصقين ليكونا سلسلة ليكونا سلسلة من الخلايا أو التجمعات حسب النوع.

- الخلية الجديدة الناتجة تحمل الصفات الأصلية الخلية الأم، كما أن النظام الوراثى للخلية هو الذي يتحكم في عملية الانقسام.
- وتتكاثر البكتيريا غير الحقيقية بطرق أخرى، بالاضافة إلى طريقة الانقسام الثنائي مثل التبرعم كما في رتبة Hyphomicrobiales وتجزء الخيوط وتكون الكونيديا كما في رتبة Actinomycetales .



Dr. Abdel Fattah

التكاثر الجنسي للبكتيريا: Sexual

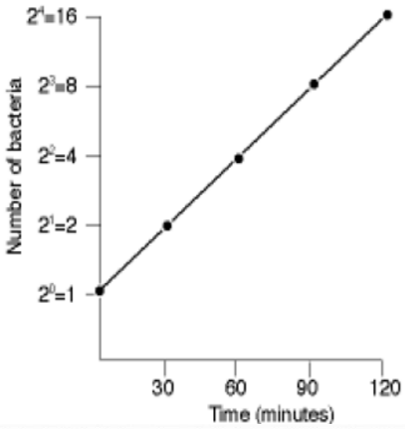
- التكاثر اللاجنسي بطريقة الإنقسام الثاني البسيط هو الطريقة الشائعة لتكاثر البكتيريا الحقيقية.
- ولقد أمكن إثبات حدوث تكاثر جنسي في البكتيريا وذلك عن طريق مشاهدة إنتقال صفات الأباء إلى الأجيال المتعاقبة ، ويشترط لاظهار هذا الإنتقال في الصفات الوراثية، إستعمال أباء مختلفة في واحد أو أكثر من الصفات الوراثية.
- وإستعمل لذلك طفرات **Biochemical mutants** من بكتيريا ***E.coli*** تختلف في كفائتها البيوكيمائية، وعند زراعة أثنين من الطفرات المختلفة في مزرعة واحدة معا، أمكن بعد فترة عزل بعض الخلايا الناتجة عن التكاثر الجنسي والتي تجمع بين صفات الأبوين المستعملين.
- وبذلك فقد أمكن وراثياً إثبات حدوث نوع من الالتحام أو التزاوج **Fusion** بين الخلايا والذي يعرف الآن بالتكاثر الجنسي، ويمكن إعتبار أحد الخلايا الملتحمة موجبة والأخرى سالبة، وعلى ذلك فأنه يمكن أن ينشأ عن طريق التكاثر الجنسي هجن جديدة ، أما طبيعية أو نتيجة لتزاوج متحكم فيه ، مما يعطي أجيالاً لها خواص ذات أهمية .

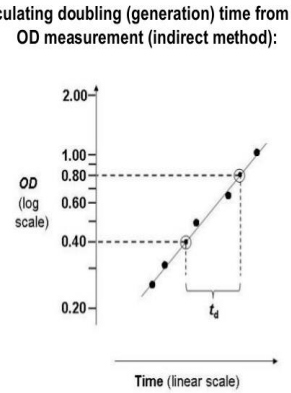
منحني نمو البكتيريا في مزرعة Growth Curve

- أن معدل التكاثر لأغلب أنواع البكتيريا سريع ، فاذا وضعت خلية واحدة من ميكروب ***E.coli*** في بيئة غذائية ملائمة فانها تنقسم لتصبح خليتين بعد ٢٠ دقيقة وتستمر الخلايا الناتجة في الانقسام المتكرر.
- وإذا إستمر هذا المعدل في التكاثر ثابتاً ، فان الخلية الواحدة سوف تعطى مليار ميكروب بعد 10 ساعات ولكن يجب ملاحظة أن هذا المعدل لا يستمر إلى مالانهاية، وذلك نتيجة لإستهلاك مكونات البيئة الغذائية ولتراكم نواتج تمثيل الميكروبات وموت العديد منها، وقد لوحظ أن معدل الموت يزداد بتقدم عمر المزرعة.

Dr. Abdel Fattah

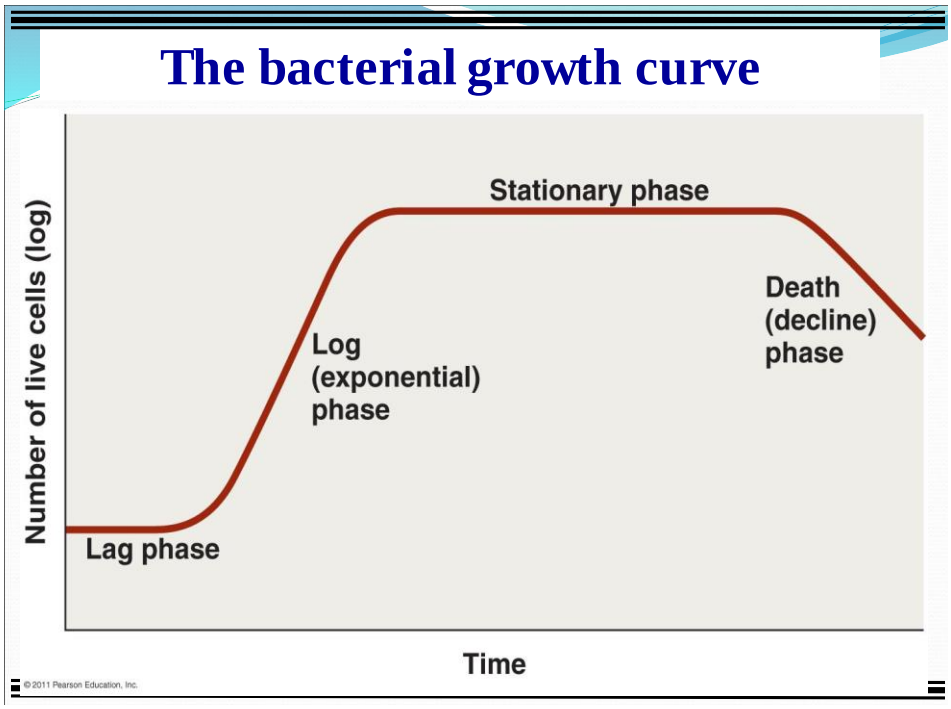
ولا تتكاثر كل الانواع بسرعة واحدة فعمر الجيل **Generation time** وهي الفترة التي تمر بين إنقسامين متتالين يختلف من ميكروب لآخر في كثير من الأنواع يتراوح ما بين 20 - 30 دقيقة، أما الأنواع البطيئة النموفقد يصل عمر الجيل إلى 5 - 6 ساعات

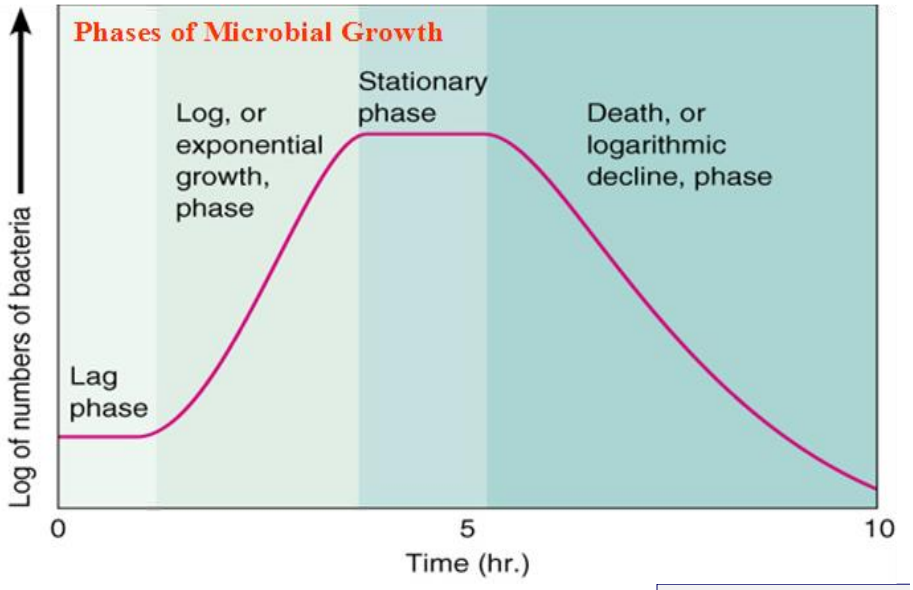




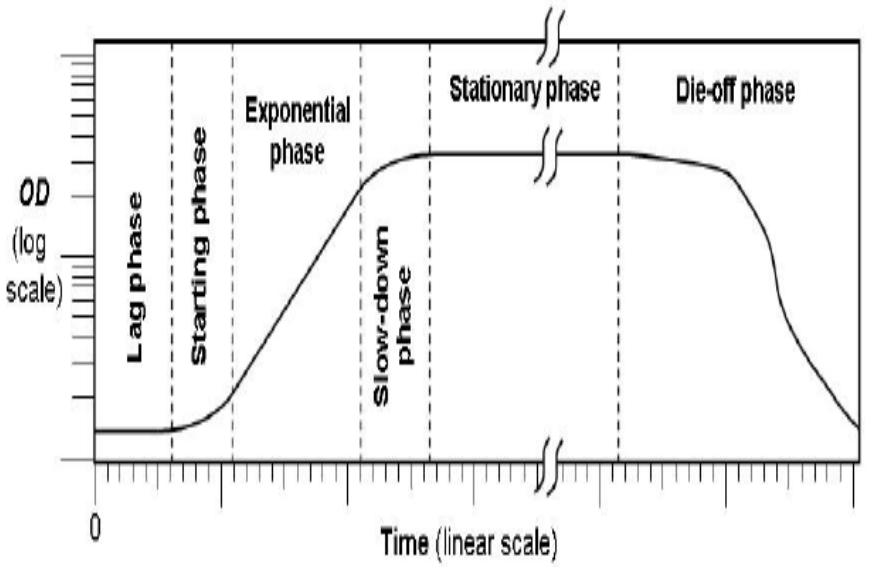
Dr. Abdel Fattah

- وفي المزرعة لا يحدث التكاثر بهذا الشكل السريع إلا في فترة قصيرة فأذا ما لقحت بيئة معقمة كالبويون المغذي بميكروب ما (أي مزرعة نقية نامية في بيئة سائلة تحت الظروف المعملية) وكانت الظروف مناسبة للنمو فأن معدل التكاثر growth rate لا يكون ثابتاً ويحدث للميكروب تطورات مختلفة على مراحل فيحدث في هذه المراحل المختلفة تغيرات في الشكل وفي العدد.
- ويمكن معرفة ذلك بعد البكتيريا التي بالمزرعة على فترات، ولو عمل منحني يمثل معدل الزيادة في عدد البكتيريا مع الوقت فتظهر فيه الأطوار المختلفة من سرعة النمو والزيادة في المعدل، ويسمى المنحنى الناتج منحنى النمو Growth curve





Dr. Abdel Fattah



Dr. Abdel Fattah

أولاً : الطور اللاجي : Lag Phase

- ✓ يعرف الطور اللاجي بأنه الفترة من بدء التلقيح Inoculation والتي تكون فيها الخلايا البكتيرية متوقفة عن الإنقسام أو بطيئة جداً في الإنقسام وحتي تصل سرعة الإنقسام إلي درجة سريعة وثابتة.
- ✓ وفي هذه المرحلة يزداد تنفس الخلايا البكتيرية، ويزداد معدل الآيض الغذائي بها، ويزداد حجمها، وقد يصل حجم الخلية البكتيرية إلى ضعف أو ثلاث أضعاف حجمها الأصلي بمعنى أن معدل الزيادة في الكتلة الخلوية يكون أكبر من الزيادة في أعداد الخلايا. أما البرتوبلازم الخلوي فإنه يكون متجانساً لإختفاء ما به من حبيبات مخزنة.

* وقد لوحظ أن مدة الطور اللاجى قد تطول أو تقصر تبعاً للعديد من العوامل منها :-

1 - كمية اللقاح المضافة.

2 - عمر الخلايا المضافة.

3 - نوعية الوسط الجديد المستخدم للنمو(البيئة).

4 - مدى تشابه البيئة الجديدة مع البيئة السابقة.

ثانياً : طور السرعة المتزايدة في النمو
Positive Acceleration Phase

وفى هذه المرحلة الإنتقالية يكون معدل النمو متزايد بصورة مستمرة.

ثالثاً : الطور اللوغاريتمى : Log Phase

- ✓ سمى الطور اللوغارتمى بهذا الأسم لأن معدل تكاثر الخلايا البكتيرية فى هذا الطور يكون لوغاريتمياً بمعنى أن أعداد الخلايا يزداد زيادة لوغاريتمية مع مرور الزمن والعلاقة البيانية بينهما تكون خطية.
- ✓ ويعتبر هذا الطور هو طور التكاثر السريع للبكتيريا حيث تصل سرعة التكاثر فى هذا الطور إلى أقصاها و يكون عمر الجيل ثابت بالنسبة للنوع الواحد كما تكون الزيادة الأسية ثابتة مع الزمن فى كلاً من العدد الخلوى (الكتلة الخلوية) والمحتوى البروتينى والمكونات النووية الـ (DNA ،RNA) .
- ✓ وتظهر الخلايا فى الطور اللوغاريتمى صغيرة الحجم ويبقى البروتوبلازم الخلوى متجانساً ويبدأ ظهور الحبيبات المخزنة فى البروتوبلازم قرب نهاية الطور اللوغاريتمى.

*** ويتوقف طول مدة الطور اللوغاريتمى على:**

- ✓ الظروف البيئة المؤثرة على النمو البكتيرى حيث يصل النمو بالمزرعة إلى أقصاه عند توافر المغذيات الملائمة للبكتيريا بالبيئة.
- ✓ وكذلك عند توافر درجة الحرارة والحموضة المناسبة.
- ✓ بالإضافة إلى عدم تراكم نواتج الآيض فى بيئة النمو.

رابعاً : طور السرعة المتناقصة في النمو
Negative Acceleration Phase

وفى هذا المرحلة ينخفض معدل تضاعف الخلايا نتيجة نقص الإمداد الغذائى وتراكم ناتجات الآيض في بيئة النمو والتى تسبب سمية للميكروب.

خامساً : طور الثبات في النمو : Stationary Phase

في هذا الطور تستمر الخلايا فى نشاطها و لكن تكاثرها يكون بطىء وبذلك يصبح عدد الخلايا فى المزرعة ثابت تقريباً، حيث تكون أعداد الخلايا الجديدة المتكونة متساوية مع أعداد الخلايا الميتة. وفى بداية طور الثبات تظهر الخلايا البكتيرية متجانسة الشكل والحجم وبمرور الوقت تبدأ المواد المخزنة فى الظهور بوضح فى الخلايا، كما تظهر الجراثيم فى الأنواع المتجرثمة.

* وتتوقف مدة طول أو قصر مدة هذا الطور على :-

1) مدى حساسية البكتريا النامية فقد تموت البكتريا الحساسة بسرعة بينما تبقى الأنواع الأخرى حية لفترة أطول وتستمد ما يلزمها من طاقة عن طريق تمثيل المواد المخزنة بها.
2) طبيعة العامل المحدد للنمو.

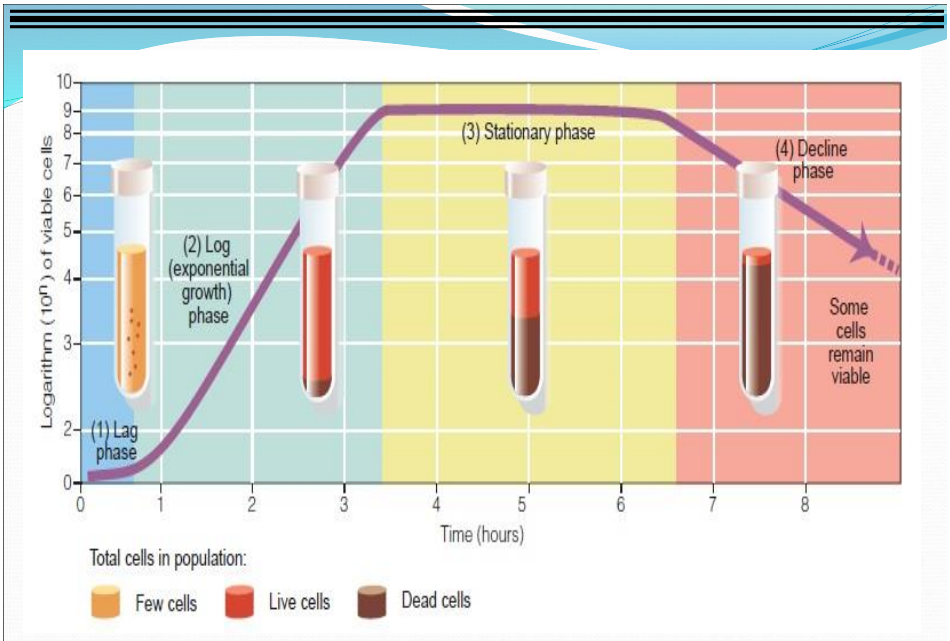
سادساً : طور الموت بسرعة متزايدة
Positive Death Acceleration Phase

فى هذه المرحلة تزداد أعداد الخلايا الميتة عن الخلايا الحديثة المتكونة مما يؤدى إلى سرعة الدخول فى المرحلة التالية (الهبوط) .

سابعاً : طور الهبوط (الموت) : Death Phase

- أثناء هذه المرحلة يحدث تناقص مستمر فى أعداد البكتيريا الحية، ويزداد معدل التناقص مع مرور الوقت ويصبح معدل التناقص فى العدد لوغاريتمياً مع الزمن.
- وعلى العكس فى الطور اللوغاريتمى، وتظهر الخلايا فى هذا الطور بأشكال غريبة غير متجانسة ويظهر التحبب بوضوح فى البرتوبلازم وتنفرد الجراثيم من الخلايا وتتحلل بقايا الخلايا.
- ويحدث التحلل للخلايا البكتيرية فى نهاية هذه المرحلة بصورة ذاتية (Autolysis) نتيجة لنشاط الإنزيمات الموجودة بها.

Dr. Abdel Fattah



Dr. Abdel Fattah

العوامل المؤثرة على النمو البكتيري
Factors affecting on bacterial growth

- ✓ يتوقف نمو ونشاط الأحياء الدقيقة على الظروف البيئية المحيطة بها وعلى ذلك فان أي تغير في هذه الظروف يصاحبه تأثير ملموس على الخواص الفسيولوجية والمورفولوجية للكائنات الدقيقة.
- ✓ والبكتيريا ككل الأحياء الأخرى تتاثر بالوسط المحيط بها غير أن لها القدرة على مواءمة نفسها بالنسبة للتغيرات التي تحدث بالوسط ، وفي هذا فأنها تختلف كثيرا عن الأحياء النباتية والحيوانية الأكثر رقيا ، وبمعرفة العوامل المختلفة التي تتحكم في نمو البكتيريا فإننا بالتالي نستطيع أن تتحكم في نشاط البكتيريا بزيادته أو بتقليله أو إيقافه نهائياً حسب الحاجة.
- ✓ وسنناقش فيما يلي أهم العوامل التي تؤثر على نمو ونشاط البكتيريا.

(أ) تأثير الحرارة Temperature

- ➢ أن كل عمليات النمو تعتمد على تفاعلات كيماوية تتم بواسطة الأنزيمات داخل الخلايا، وحيث أن معدل هذه التفاعلات الكيماوية تتأثر بدرجة حرارة التفاعل لذا فاننا نجد أن الحرارة تحدد جزئياً معدل النمو وكميتة النهائية ، كما أنها تؤثر أيضاً على عمليات التمثيل الغذائي والشكل المظهري للخلايا.
- ➢ وعموماً تستطيع البكتيريا أن تنمو في نطاق متسع من الحرارة وإن كانت تختلف في هذه القدرة من نوع إلى أخر، فمن الأنواع ذات القدرة الكبيرة *B. subtilis* التي يمكنها أن تنمو ما بين 6-50°م وكذلك بكتيريا القولون *E.coli* (10 – 45°م) وهناك أنواع أخرى لها نطاق ضيق للنمو Microphilic كالميكروبات المرضية مثل ميكروب السل وميكروب السيلان الذي لا ينمو بالقرب من درجة 37°م .

➢ **ولكل من الأنواع البكتيرية وأحياناً لكل سلالة ثلاث درجات حرارة هي:**

1) **درجة الحرارة الدنيا Minimum growth temperature**

وهي درجة حرارة يمكن للميكروب أن ينمو عندها بحيث إذا إنخفضت درجة الحرارة عنها فأن الميكروب لا يستطيع النمو.

2) **درجة الحرارة المثلى Optimum growth temperature**

وهي أنسب درجة للنمو وعند هذه الدرجة يكون الميكروب سريعاً وكميته كبيرة.

3) **درجة الحرارة القصوى Maximum growth temperature**

هي أعلى درجة حرارة يمكن للميكروب أن ينمو عندها بحيث لو رفعت درجة الحرارة عنها فإن النمو يتوقف.

➢ **والنطاق الحرارى للنمو growth temperature range**

هو الدى الذي يستطيع أن ينمو عندها الميكروب ويقع ما بين درجة الحرارة الدنيا والقصوى.

➢ **وتختلف أنواع البكتيريا بالنسبة لدرجات الحرارة المذكورة، فالبكتريا التى تعيش في التربة والماء لها درجة حرارة مثلي بين 22 – 28°م، أما البكتيريا المرضية فدرجة حرارتها 37°م أى تقترب من درجة حرارة الجسم.**

➢ **وعلى أساس درجة الحرارة المثلى فإن الميكروبات تقسم :**

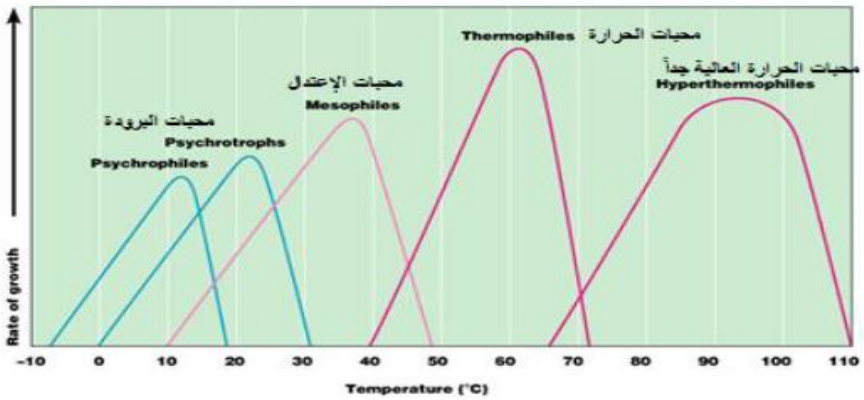
1) **بكتريا محبة للبرودة أى الحرارة المنخفضة Psychrophilic**
وهي التي لها درجة مثلى أقل من 15°م وتكثر في المبردات والأجزاء الباردة وتسبب فساد الأغذية المخزنة في الثلاجات.

2) **بكتيريا محبة للحرارة المتوسطة Mesophilic**
وهي التي لها درجة حرارة مثلى ما بين 15- 45°م وينتمي إلى هذا القسم أغلب أنواع البكتيريا مثل بكتيريا التربة والماء والبكتيريا المرضية. وتعرف البكتيريا المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة التي تستطيع أن تتحمل خلاياها الخضرية درجات البسترة في اللبن باسم البكتيريا المقاومة للحرارة Thermoduric .

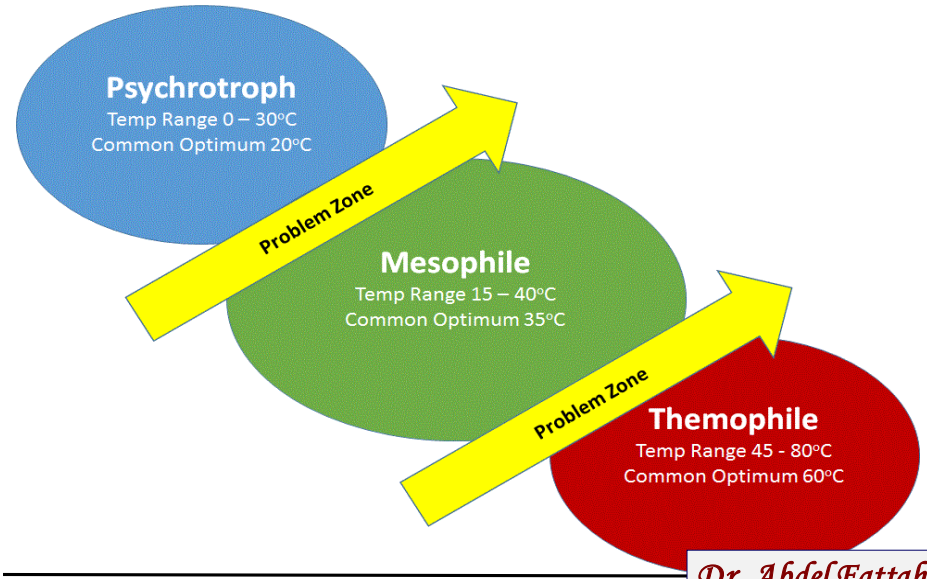
3) **بكتيريا محبة درجة الحرارة المرتفعة Thermophilic**
هي التي لها درجة حرارة مثلى أعلى من 45°م وتوجد طبيعياً في النافورات الساخنة وفي السماد العضوي الصناعي وسماد الأسطبل وفي التربة أيضاً وفي الأغذية المعلبة المحفوظة بالحرارة حيث تؤدي هذه البكتيريا إلى فساد هذه الأغذية ما لم تبرد بسرعة بعد المعاملة الحرارية

➢ **وتقسم البكتيريا المحبة لدرجات الحرارة المرتفعة إلى:-**

1) **بكتيريا محبة لدرجات الحرارة المرتفعة إختياريا: وهي تستطيع النمو أيضاً عند درجات الحرارة المتوسطة.**
2) **بكتيريا محبة لدرجات الحرارة المرتفعة إجباريا: وهي لا تستطيع النمو عند درجة حرارة أقل من 45°م.**



Temperature



Dr. Abdel Fattah

(ب) تأثير الرطوبة Moisture

- تعتبر البكتيريا من الكائنات المائية Aquatic ويكون الماء 70-85% من مكونات الخلية، وحيث أنها تتغذى بالإنتشار الغشائي فان الماء ضروري لحياتها ليذيب المواد الغذائية اللازمة للخلية وليحمل المواد التالفة إلى خارج الخلية وللمحافظة على رطوبة البروتوبلازم.
- ويلاحظ أن كمية الرطوبة الحرة Available moisture الموجودة بالبيئة النامي بها الميكروب هي التي تحدد نموه ومدى نشاطه وليست كمية الرطوبة الكلية التي تحتويها البيئة Total moisture وذلك لأن البيئة قد يكون محتواها من الرطوبة عالى ولكنها توجد في صورة غير حرة كأن تكون مرتبطة بالبروتينات والمواد الغروية بحيث لا يستطيع الميكروب أن يستفيد منها فيقف نموه. ويتم التعبير عن الرطوبة بإستعمال تعبير النشاط المائى Water Activity (a_w)

Dr. Abdel Fattah

✓ **ويتم حساب قيم النشاط المائى طبقاً للمعادلة الأتية:-**

$$\text{النشاط المائى لوسط معين} = \frac{\text{الضغط البخارى للماء فوق حيز معين من المادة وعند درجة حرارة معينة}}{\text{الضغط البخارى للماء فوق نفس الحيز من الماء النقى وعند نفس درجة الحرارة}}$$

✓ **بالنسبة للماء النقي فان ($a_w = 1$)، أما بالنسبة للأحياء الدقيقة فان الحد الأدنى من النشاط المائى اللازم لنموها فيحدد عوامل عديدة متعلقة بالظروف البيئية النامى فيها الميكروب ونوع الميكروب النامى وعموما فان:**

- الحد الأدنى من النشاط المائي اللازم لنمو البكتيريا هو ($a_w = 0.91$)
- الحد الأدنى من النشاط المائي اللازم لنمو الخميرة هو ($a_w = 0.88$)
- الحد الأدنى من النشاط المائي اللازم لنمو الفطريات هو ($a_w = 0.81$)
- لذا نجد أن أن البكتيريا تحتاج إلى رطوبة حرة أكثر من الخميرة و الفطر.

(جـ) الضغط الأسموزى Osmotic pressure

➢ **يؤثر الضغط الأسموزى تأثير كبيراً على سرعة وإتجاه تيار الماء من البيئة إلى الميكروب وبالعكس وبذلك يوثر على مقدار إستفادته من الرطوبة، وعموماً فان تحرك المحاليل إلى خارج الخلية ودخول الماء إليها تكون محكومة بالغشاء السيتوبلازمى والجدار الخلوي للخلية، ودرجة تأثر البكتيريا بالضغط الأسموزى أقل من تأثر الخلايا النباتية والحيوانية.**

➢ **فاذا وضعت الخلية البكتيرية في بيئة وكان الضغط الأسموزى لمحلول البيئة مماثل للضغط الأسموزى داخل الخلية سمي المحلول سوى الاسموزية Isotonic وفي هذه الحالة لا يحدث إنكماش في الخلية.**

➢ **وإذا كان الضغط الأسموزى بالمحلول عالى الأسموزية Hypertonic ففي هذه الحاله فإن معدل خروج الماء من الخلية أسرع من معدل دخوله إليها مما يؤدى إلى أنكماش البروتوبلازم وحدوث بلزمة للخلية أى إنكماش أسموزى Plasmolysis وهذا يؤدى إلى وقف نمو الخلية وقد يسبب موتها.**

- وإذا كان الضغط الأسموزى لمحلول البيئية أقل من الضغط الأسموزى للخلية لذا سمى المحلول ناقص الأسموزية Hypotonic وفى مثل هذا المحلول فان الماء يندفع إلى داخل الخلية بنسبة أكبر من معدل خروجة منها مما يؤدي إلى إنتفاخها (إنتفاخ أسموزى) ومثل هذا المحلول غير مناسب لنمو البكتيريا وقد يؤدي إلى هلاكها.
- وتحتاج معظم الخلايا البكتيرية أثناء نموها إلى محاليل سوية الضغط الأسموزي Isotonic .
- وتختلف البكتيريا في درجة تحملها للتركيزات الزائدة من الأملاح المختلفة والتركيز المعوق للنمو يختلف بإختلاف نوع الملح المستعمل وبإختلاف الكائن نفسه.
- وقد وجد أن بكتيريا البحيرات الملحية العظمى بأمريكا تتحمل تركيز ٣٨% ملح ، كما أن البكتيريا المحبة للملوحة Halophiles تنمو على الجلود المملحة ويمكن عزلها من الأغنية المملحة ومن غيرها من المواد ذات التركيز المرتفع من ملح الطعام.

- تستطيع بعض أنواع الخمائر والفطريات أن تنمو في محاليل بها نسبة عالية من السكر كالعسل الأبيض والمربى وقد تسبب فسادها وتسمى مثل هذه الميكروبات محبة للضغط الأسموزى المرتفع Osmophilic حيث أنها تفضل النمو في الوسط العالى الأسموزية عن التركيزات العادية.
- ويلاحظ أن الكائنات الحية الدقيقة التي تتحمل الضغط الاسموزى المرتفع تستطيع أن تنمو في بيئة ذات نشاط مائى قليل، فعلى سبيل المثال فان:
  - ✓ الحد الأدنى من (a_w) اللازم لنمو البكتيريا المحبة للملوحة Halophilic هو ($a_w = 0.75$)
  - ✓ الحد الادني من (a_w) اللازم للفطريات المحبة للجفاف xerophilic هو ($a_w = 0.65$)
  - ✓ الحد الأدنى من (a_w) اللازم للخمائر المحبة للضغط الأسموزى المعروفة بـ Osmophilic هو ($a_w = 0.60$)
- والمجموعات الثلاث السابقة رغم أنها ذات أسماء مختلفة الا أنها تتحمل الضغط الأسموزى المرتفع .

(د) الأكسجين Oxygen

- من أهم الغازات المكونة للهواء الجوي والتي لها تأثير كبير على نمو الكائنات الدقيقة وتكاثرها وتأقلمها هو الأكسجين وثاني أكسيد الكربون.
- وفيما يختص بالبكتيريا فانها تحتاج إلى الاكسجين وذلك للقيام بعمليات الأكسدة والإختزال وأنتاج الطاقة والتمثيل الغذائي.
- والبكتيريا قد تحصل على الأكسجين اللازم لها من الهواء الجوي أو من مصادر أخرى غير الهواء الجوي وذلك لمواصلة حياتها.

- و تقسم البكتيريا تبعا لحاجتها إلى الأكسجين إلى :

1) بكتيريا هوائية أجباراً Obligate or Strict aerobes

يلزم لنموها وتكاثرها توفر الأكسجين الجوي في الوسط الذي تنمو فيه وإلا توقفت عن النمو وهي تستخدم الاكسجين لأكسدة المادة العضوية وغير العضوية للحصول على الطاقة ومن أمثلتها بعض الأنواع لاجناس ***Bacillus***, ***Pseudomonas*** and ***Mycobacterium*** وكذلك بكتيريا التأزت والأزوتوباكتر.

وقد يرجع إحتياج ميكروبات هذا القسم إلى الأكسجين إلى أنها لا تحتوي على أنزيمات التنفس اللاهوائي أو إن نواتج التنفسي اللاهوائي تعتبر سامة لها.

➢ **تابع تقسم البكتيريا تبعا لحاجتها إلى الأكسجين إلى :**

2) بكتيريا لاهوائية أجباراً Obligate or Strict anaerobes

وهذه تنمو في غياب الأكسجين الجوي حيث أن وجوده يميتها أو يوقف نموها وهذه المجموعة تحصل على الطاقة بتحويل المواد ذات الطاقة العالية إلى مواد ذات طاقة أقل أو بإستخدام مواد مؤكسدة (مستقبلة للالكترونات) لأكسدة المواد العضوية. ومن أمثلتها بعض الأنواع التابعة لأجناس ***Clostridium***

➢ **ولقد فسر الأثر الضار للاكسجين على الميكروبات التابعة لهذا القسم كالتالى:**

- ✓ أن الأكسجين سام لها.
- ✓ أن إنزيماتها تكون نشطة وهي في الحالة المختزلة.
- ✓ عدم إحتوائها على أنزيم الكتاليز مما يؤدي إلى تراكم فوق أكسيد الأيدروجين في الوسط إذا نمت في وجود الأكسجين مما يؤدي إلى الاضرار بها.

3) بكتيريا إختيارية Facultative

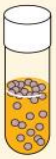
وهذه المجموعة من البكتيريا تستطيع أن تنمو في وجود أو في غياب الأكسجين الجوي، وحسب درجة تفضيلها للاكسجين الحر أو الأكسجين المرتبط Free oxygen or combined oxygen تقسم الى إختيارية هوائية أو إختيارية لا هوائية.

ومن أمثلتها بعض الأنواع التابعة لجنس ***Erwinia*** وبكتيريا القولون وأهمها ميكروب ***E. coli***

4) بكتيريا محبة للاكسجين بكمية قليلة Microaerophilic

وهذه تنمو في وجود كميات ضئيلة من الأكسجين في الوسط الذي توجد به ومن أمثلتها بعض الأنواع التابعة لأجناس , ***Lactobacillus*** ***Neisseria***

TABLE 6.1 **The Effect of Oxygen on the Growth of Various Types of Bacteria**

	a. Obligate Aerobes	b. Facultative Anaerobes	c. Obligate Anaerobes	d. Aerotolerant Anaerobes	e. Micro-aerophiles
Effect of Oxygen on Growth	Only aerobic growth; oxygen required.	Both aerobic and anaerobic growth; greater growth in presence of oxygen.	Only anaerobic growth; ceases in presence of oxygen.	Only anaerobic growth; but continues in presence of oxygen.	Only aerobic growth; oxygen required in low concentration.
Bacterial Growth in Tube of Solid Growth Medium					
Explanation of Growth Patterns	Growth occurs only where high concentrations of oxygen have diffused into the medium.	Growth is best where most oxygen is present, but occurs throughout tube.	Growth occurs only where there is no oxygen.	Growth occurs evenly; oxygen has no effect.	Growth occurs only where a low concentration of oxygen has diffused into medium.
Explanation of Oxygen's Effects	Presence of enzymes catalase and superoxide dismutase (SOD) allows toxic forms of oxygen to be neutralized; can use oxygen.	Presence of enzymes catalase and SOD allows toxic forms of oxygen to be neutralized; can use oxygen.	Lacks enzymes to neutralize harmful forms of oxygen; cannot tolerate oxygen.	Presence of one enzyme, SOD, allows harmful forms of oxygen to be partially neutralized; tolerates oxygen.	Produce lethal amounts of toxic forms of oxygen if exposed to normal atmospheric oxygen.

Dr. Abdel Fattah

(هـ) تركيز أيون الأيدروجين pH

- أن درجة تركيز أيون الأيدروجين بالبيئة ويرمز له بالرمز pH يؤثر بدرجة كبيرة على نمو ونشاط البكتيريا ، فالبيئات الشديدة الحموضة أو الشديدة القلوية توقف نمو خلايا البكتيرية وقد تحدث تأثيراً ساماً للخلايا نتيجة تجمع البروتين الانزيمى بالخلية وفسادها.
- وعموما فان معظم الأنواع البكتيرية تفضل النمو في وسط يقرب من التعادل pH (6-8) . وبصفة عامة نجد أن الفطريات والخمائر قادرة على النمو عند درجة الحموضة أقل من البكتيريا، والبكتيريا السالبة لجرام أكثر حساسية لنقص الـ pH عن البكتيريا الموجبة للجرام.
- وهناك بعض الأنواع Aciduric التي تفضل النمو في وسط حامضي مثل بكتيريا حمض اللاكتيك وحمض الخليك وهناك أنواع تتحمل الحموضة العالية مثل بكتيريا أكسدة الكبريت ***Thiobacillus thiooxidans*** التي تستطيع أن تتحمل حموضة عالية جداً.

Dr. Abdel Fattah

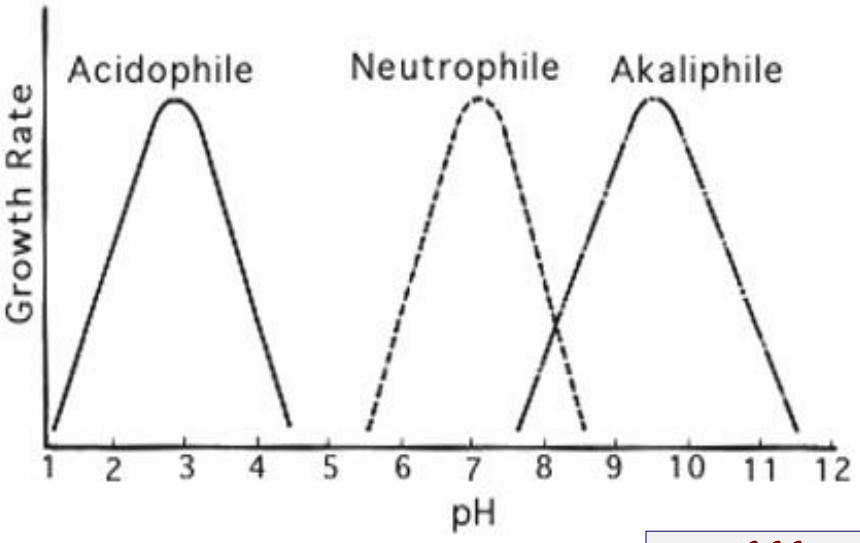
- وهناك بعض الأنواع التي تفضل النمو في وسط قلوي pH (8.5) مثل بكتيريا اليوريا.
- معظم أنواع الخميرة تنمو جيداً في وسط حامضي pH (3-5) .
- أما الفطر فانه يتحمل درجة حموضة أعلى تصل إلى pH (1.6) وأن كان له القدرة على النمو في نطاق متسع من درجات الحموضة(3.5-4).
- ولكل نوع من أنواع البكتيريا ثلاث درجات حموضة (كما في حالة الحرارة) صغرى (لا يحدث عند أقل منها نمو)، مثلي (يحدث عندها أقصى نمو) ، وقصوى (لا يحدث عند أعلى منها نمو) .
- بالإضافة إلى مدى pH النمو الذي يتراوح ما بين الصغرى والكبرى، هذا على إعتبار أن جميع العوامل البيئية الأخرى مناسبة.

Dr. Abdel Fattah

- ✓ وعند تنمية البكتيريا في بيئة متعادلة فإن pH البيئة بعد النمو يتغير بالنسبة لنواتج النمو فالانواع التي تحلل الكربوهيدرات تنتج عادة أحماضاً عضوية تخفض من رقم الـ pH ، بينما التي تحلل البروتينات تنتج موادا قاعدية ترفع من رقم الـ pH وتراكم هذة النواتج بالبيئة يحد النمو أو يوقفه نهائياً،
- ✓ لذلك يضاف للبيئة بعض المواد المنظمة Buffers وهي مواد لها القدرة على معادلة التغير في قيمة الـ pH التي تحدث بالبيئة وبذلك تحفظ رقم pH البيئة ثابتاً .
- ✓ ففي المزارع البكتيرية التي تنتج أحماضاً يضاف للبيئة مواد قلوية غير قابلة للذوبان مثل كربونات الكالسيوم أو كربونات المغنسيوم .
- ✓ أما في حالة البكتيريا التي تكون مواد قلوية مثل التي تختزل النترات والكبريتات فانه ليس من السهل التخلص من تأثيرها القلوى بالمزرعة وعموماً فأنه من المعتاد أن يضاف فوسفات أحادى البوتاسيوم أو فوسفات ثنائى البوتاسيوم كل بمفرده أو معاً إلى البيئات البكتيرية لغرض تنظيم قيمة الـ pH .

Dr. Abdel Fattah

- وتقسم البكتيريا تبعاً لدرجة الحموضة التي يمكن أن تنمو أو تبقي على قيد الحياة عليها إلى:



* التغذية في البكتيريا Nutrition in Bacteria

- لا تختلف البكتيريا عن غيرها من الكائنات في أحتياجها للغذاء اذ لا يمكن القيام بوظائفها الحيوية بدونة حيث يستخدم الغذاء في بناء الخلايا والحصول على الطاقة اللازمة المختلف الوظائف الحيوية .
- ويلاحظ أن النباتات تحصل على الغذاء اللازم لها من مواد بسيطة حيث يبنى منها جسمه مستعينا في ذلك على الطاقة التي تستمدها من عملية التمثيل الضوئى **Photosynthesis**
- أما الحيوان فيستخدم مواد معقدة في بناء جسمة والحصول على الطاقة.
- أما بالنسبة للبكتيريا فمنها مايحصل على الطاقة من عملية التمثيل الضوئي أومن أكسدة المواد الكيماوية البسيطة وتحصل على العناصر الغذائية من مواد بسيطة مشابهه ذلك النبات. ولكن أغلبها يحصل على المواد الغذائية اللازمة لبناء أجسامها والحصول على الطاقة من مواد معقدة مثل الحيوان .

أنماط المعيشة (التغذية) في البكتيريا
Mode of living (Nutrition) in Bacteria

➢ إذا أخذنا في الاعتبار نمط التغذية ، يمكن تقسيم البكتيريا إلى فئتين:

1) بكتيريا ذاتية التغذية Autotrophic

يمكنهم بناء مواد عضوية معقدة مثل الكربوهيدرات من مصادر غير عضوية بسيطة مثل (ثاني أكسيد الكربون والماء).

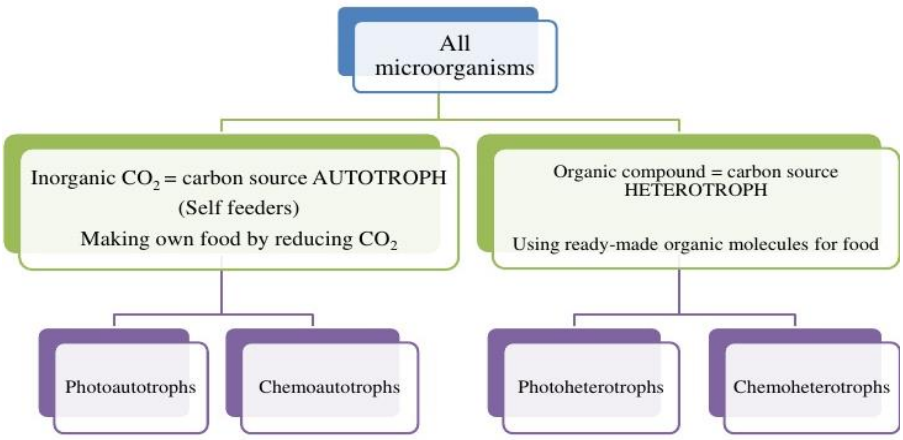
1) بكتيريا غير ذاتية التغذية Heterotrophic

لا يمكنهم بناء الكربوهيدرات من مصادر غير عضوية بسيطة، حيث تعتمد على المواد العضوية الجاهزة المستمدة من النباتات والحيوانات والانسان. يمكن أن تعيش على هذه المركبات ، وتقوم بتكسيرها بالتفاعلات الإنزيمية.

Dr. Abdel Fattah

Mode of living (Nutrition) in Bacteria

The main types of energy capturing Metabolism



Dr. Abdel Fattah

تقسيم البكتيريا ذاتية التغذية Autotrophic Bacteria

1) ذاتية التغذية الضوئية Photoautotrophs

- ✓ خلاياها تحتوي على الكلوروفيل المعروف باسم الكلوروفيل البكتيري الذي يمكنهم من خلاله إجراء عملية التمثيل الضوئي.
- ✓ وهنا تستمد الطاقة المستخدمة في بناء العمليات من الضوء.
- ✓ وكمثال على هذه البكتيريا هي بكتيريا الكبريت الخضراء

green Sulphur bacteria.

$$6\ CO_2 + 12\ H_2S \xrightarrow[\text{Green Sulphur bacteria}]{\text{Light Energy}} C_6H_{12}O_6 + 6\ H_2O + 12\ S$$

Dr. Abdel Fattah

تقسيم البكتيريا ذاتية التغذية Autotrophic Bacteria

2) بكتيريا ذاتية التغذية الكيميائية Chemoautotrophs

- ✓ وهي بكتيريا تفتقر خلاياها إلى الكلوروفيل، ووفقاً لذلك يجب أن يكون مصدر الطاقة شيء آخر غير الضوء.
- ✓ يتم تحرير الطاقة المستخدمة هنا من التفاعلات الكيميائية التي تنفذها هذه البكتيريا.
- ✓ من أمثلتها البكتيريا التي تستخدم تفاعلات الأكسدة لاكتساب الطاقة:
- ✓ ميكروب ***Nitrobacter*** يقوم بأكسدة النتريت إلى النترات مع إطلاق الطاقة.

$$2\ HNO_2 + O_2 \longrightarrow 2\ HNO_3 + \text{Energy}$$

Dr. Abdel Fattah

تقسيم البكتيريا غير ذاتية التغذية Heterotrophic Bacteria

1) بكتيريا متطفلة Parasites على النباتات والحيوانات والانسان وتسبب الأمراض الخطيرة.
2) بكتريا مترممة Saprophytes تنمو بتحليل المواد العضوية الميتة.
3) بكتريا تعاونية أو تكافلية Symbionts تعيش مع الكائنات الحية الأخرى في تقاسم للفوائد.

بكتيريا السيانوباكتر Cyanobacteria

- تعرف باسم الطحالب الخضراء المزرقة، وهي ذاتية التغذية (التمثيل الضوئي). تحتوي على الكلوروفيل أ ، فيكوسيانين (الأزرق) وفيكويريثرين (أحمر).
- يعيشون في البيئات المائية بما في ذلك المحيطات والبرك والبحيرات والتربة الرطبة. وهي موجودة في الغالب على هيئة مستعمرات أو خيوط وأحيانًا كخلايا مفردة.
- بعض الأشكال الخيطية لها يمكن أن تتحرك.
- من أمثلتها:

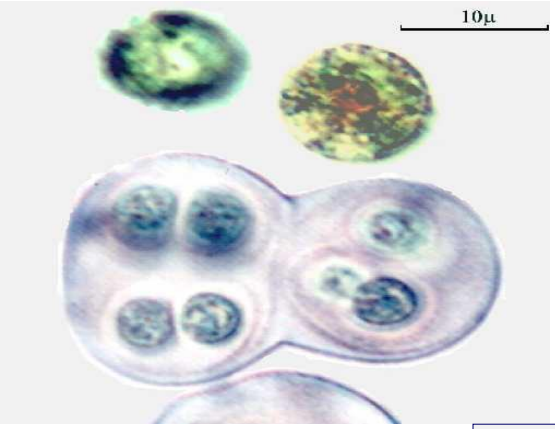
الأنواع الخيطية مثل *Oscillatoria sp.* تتحرك و تدوير بطريقة مثل المسمار.

- تقوم بإنتاج كبسولات هلامية خفيفة أقل من كثافة الماء وغالباً ما تساعد على إبقاء الطحالب بالقرب من سطح الماء.
- تتكاثر من خلال الإنقسام Fission أو التجزئة Fragmentation
- تفتقر إلى الكلوروفيل ب ، ويتم تخزين نواتج لتمثيل الضوئي في شكل النشا starch ، والذي يشبه الجليكوجين الحيواني.

Forms of Cyanobacteria أشكال السيانوباكتر

1. Unicellular or aggregate:

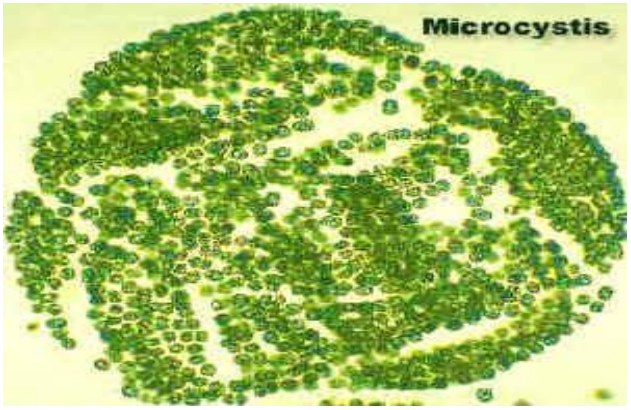
e.g. ***Gloeocapsa sp.***



Dr. Abdel Fattah

Forms of Cyanobacteria أشكال السيانوباكتر

2. Colony:
e.g. ***Microcystis sp.***

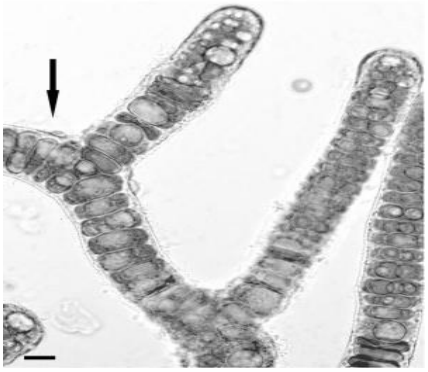


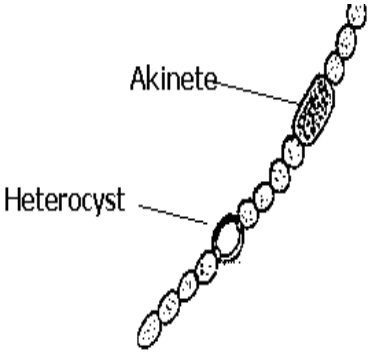
Forms of Cyanobacteria أشكال السيانوباكتر

3. Filamentous forms:

a) Un-branched: e.g. *Anabaena sp.*

b) Branched: e.g. *Stigonema sp.*

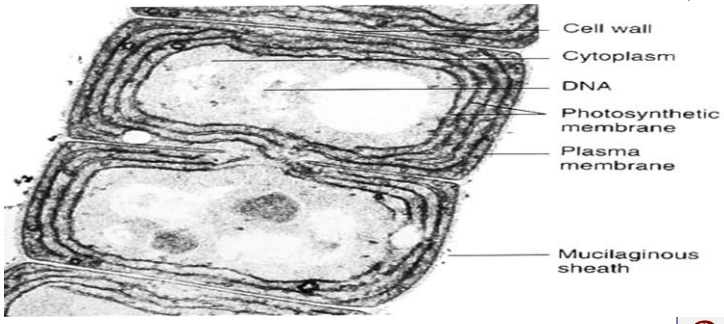




Cell Structure of Cyanobacteria تركيب السيانوباكتر

- ✓ بنية يتركب الجدار الخلوي من طبقتين:
- ✓ الخلية بدائية للغاية ، تتكون كل خلية من جدار خلوي والبروتوبلاست.

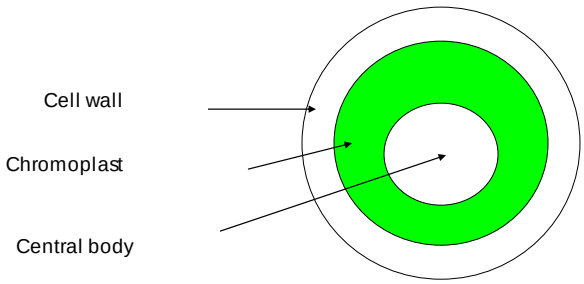
1) طبقة داخلية The inner layer وهي رقيقة وتتكون من السليلوز.
2) طبقة خارجية The outer layer وهي أكثر سمكاً تتكون من الجيلاتين المعروف باسم الغمد وتتكون أساسا من المركبات البكتيرية.



Dr. Abdel Fattah

- ✓ يتركب البروتوبلاست من جزئين:

1) منطقة ملونة تسمي Peripheral pigmented وهي تحيط بالمنطقة المركزية عديم اللون، وتحتوى على الصبغات الأزرق "فيكوسيانين" مع "الكلوروفيل" والمعروفة باسم "كروموبلازم"
2) منطقة عديمة اللون تسمي (central body) تحتوي على العديد من حبيبات الكروماتين و(DNA) التي تمثل النوع البدائي من النواة التي تفتقر إلى الغشاء النووي والنوى.



Dr. Abdel Fattah

Thank you for
attention

مقرر الأحياء الدقيقة (2012141-3)

محاضرة (8)

مقدمة في علم الفطريات
Introduction to Mycology

د. عبد الفتاح عبد الكريم عبد الفتاح
قسم علوم الغذاء والتغذية
كلية العلوم – جامعة الطائف

الفطريات FUNGI

- الفطريات هي كائنات حقيقية النواة تنتمي لعائلة الـ Myceteae المعروفة باسم Fungi .
- تتضمن هذه العائلة أنواع أجسامها تعتبر وحيدة الخلية (Unicellular) وهي الخمائر Yeasts ، كما تشمل أنواع أجسامها عديدة الخلايا (Multicellular) وهي الأعفان (Molds) وكذلك تشمل العديد من الأنواع المألوفة مثل فطريات عيش الغراب (Mushrooms).
- تسمي النموات الخيطية الدقيقة لهذه الكائنات بالهيفات Hypha والتي يمكن أن تكون خلاياها الداخلية مقسمة Septate بجدر عرضية إلى خلايا أو غير مقسمة Non-septate أي تظهر أسطوانية الشكل مع غياب الجدر العرضية ، والخلايا قد تكون مفردة أو مزدوجة أو متعددة النواة.

- تزداد الهيفات المقسمة في الطول عن طريق الإنقسام وتنمو هذه الخيوط أو الهيفات وتتشابك لتصبح شبكة فطرية تسمى الميسليوم Mycelium وهي خلايا خالية من الكلوروفيل.
- ونجد أن كلمة فطر العفن Mold تدل على نمو خيطى متعدد الخلايا.
- عادة يمكن للفطر أن ينمو بواسطة نقل جزء من الميسليوم ولو أن تكاثر الفطريات يكون أساساً بواسطة الجراثيم اللاجنسية Asexual spores كما أن بعض الفطريات يكون جراثيم جنسية Sexual spores وكثير من الفطريات يعتبر تام التكاثر Perfect وهي تتبع في التقسيم Domycetes أو Zygomycetes إذا كانت الهيفات غير مقسمة أو تتبع Ascomyctes أو Basidiomycetes إذا كانت الهيفات مقسمة أما الفطريات الناقصة Imperfect (وهي مقسمة) فتكون جراثيم لاجنسية فقط.

* أهمية الفطريات Importance of Fungi

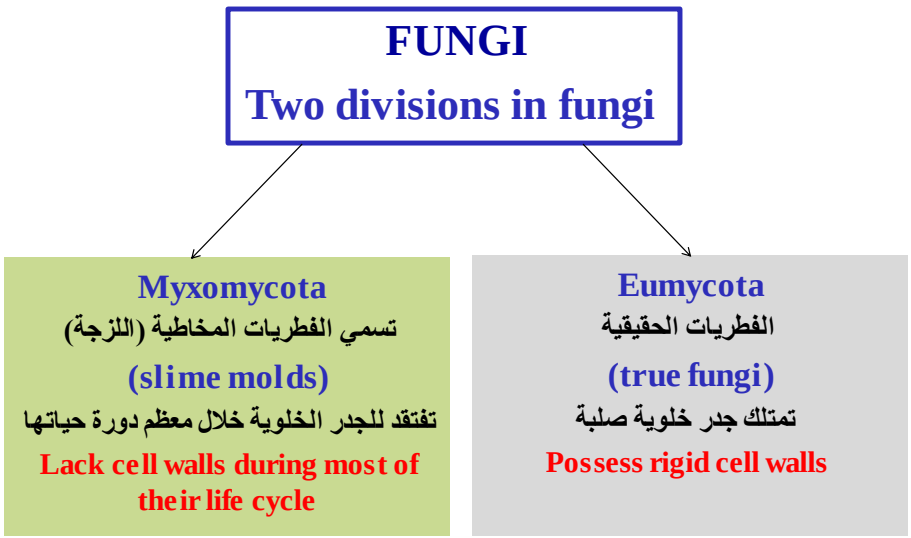
1) الفطريات كائنات غير متجانسة التغذية Heterotrophic تعيش على مواد عضوية ميتة لذا تعتبر Saprophytes حيث تتحلل المواد العضوية النباتية والحيوانية إلى مركبات بسيطة يمكنها أن تزيد من خصوبة التربة Soil fertility.
2) تستخدم الفطريات في صناعة المشروبات الكحولية والأحماض العضوية والمضادات الحيوية مثل البنسلين وبعض الفيتامينات وغيرها، كما تستخدم نشاطها ونموها في صناعة أنواع من الخبز والجبن cheese.
3) تستخدم بعض أنواع الفطريات كغذاء للإنسان والحيوان، وتزرع بعض الفطريات الصالحة للأكل مثل عيش الغراب Mushroom والكمأ Truffles ، وكذلك تستخدم الفطريات كمصدر غني للبروتينات وخاصة إستخدام الخميرة كغذاء للأنسان والحيوانات.

4) تعيش أنواع فطريات الـ Mycorrhiza في تكافل مع جذور بعض النباتات والأشجار وتساعد النبات من خلال توفير بعض العناصر الغذائية التي يمتصها من التربة ، مما يحسن نموها.

5) تستخدم الفطريات كأداة للدراسات البيولوجية والفيزيقية والجينية والبيوكيميائية.

6) كما أن للفطريات جوانب ضارة ، فهي تسبب أمراض للنباتات وللأنسان والحيوانات ، وخاصة أمراض النبات والتي تتسبب في العديد من الخسائر بسبب تلف المحاصيل أو انخفاض إنتاجها.

7) تتسبب الفطريات في إتلاف وفساد المواد الغذائية والمنسوجات والجلود وغيرها من السلع.



Dr. Abdel Fattah

تقسيم عائلة الـ Eumycota (الفطريات الحقيقة)

➢ **تتميز هذه المجموعة من الكائنات بالصفات التالية:**

- ✓ يُعرف الجسم الفطري أو الثالوث بالميسليوم Mycelium الذي يتكون من خيوط تُعرف باسم الهيفات (مقسمة أو غير مقسمة).
- ✓ الخلايا محاطة بجدار خلوي من السليلوز أو الكيتين أو كليهما ، ولكن غالبية الفطريات هي الكيتين.
- ✓ عادة ما يكون السليلوز غائباً أو غير موجود في جدران الخلايا لمعظم أنواع الفطريات.
- ✓ الفطريات غير متجانسة التغذية Heterotrophic وهوائية Aerobes.
- ✓ عادة ما تكون المواد الغذائية الإحتياطية مخزنة في صورة جليكوجين ولكن لا يتم إستخدام النشا كغذاء مخزن أبداً.

➢ تتكون الفطريات اللزجة viscous fungi غير الحقيقة أو المكونة للطبقة الزلقة slimy من كتلة بروتوبلازمية شبيهة بالأميبا ولا تحتوي على جدران خلوية.

➢ في بعض الفطريات ، تكون الخيوط عديمة اللون (تظهر شفافة) أو تأخذ ألواناً مختلفة نظرًا لوجود بعض الأصباغ أو المواد الغذائية المخزنة.

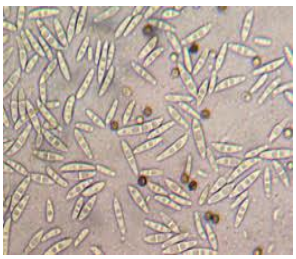
➢ **فيما يتعلق بطريقة التغذية، يمكن تقسيم الفطريات إلى الأنواع الثلاثة التالية:**

1) الفطريات المتطفلة Parasitic fungi
2) الفطريات المترممة Saprophytic fungi
3) الفطريات التكافلية أو التعاونية Symbiotic fungi

(1) الفطريات المتطفلة Parasitic fungi

➢ تتضمن نوعين:

1) إجبارية التطفل Obligate parasites
وهي تعيش وتنمو فقط على المضيف الحي living host ومنها على سبيل المثال فطر *Puccinia graminis* حيث ينمو على القمح (يسبب عدوى الصدء rusty infection).



2) إختيارية التطفل Facultative parasites
وهي التي تعيش عادة بشكل مترممت saprophytes على مواد عضوية ميتة في التربة، ولكن يمكنها أن تتطفل على مضيفيها إذا وجدت بالقرب منها، ومنها على سبيل المثال فطر *Fusarium sp.* الذي يسبب الأمراض لكثير من النباتات.

Dr. Abdel Fattah

➢ يمكن للفطريات الطفيلية أن تصيب ليس فقط النباتات الراقية فحسب، بل أيضًا تصيب الحشرات مثل الذباب المنزلي، والتي يمكن أن تموت بسبب هذه العدوى.

➢ وجد أن بعض الأمراض الجلدية للإنسان ناتجة عن الالتهابات الفطرية.

Dr. Abdel Fattah

(2) الفطريات المترممة Saprophytic fungi

➢ يمكن أن تقسم إلى :

1) إجبارية الترمم Obligate saprophytes
التي تعيش بشكل مترمم فقط على المواد العضوية الميتة، أي أنها لا تصيب النباتات أو الحيوانات الحية ومنها *Rhizopus sp.*

2) إختيارية الترمم Facultative parasites:
التي تعيش عادةً متطفلة parasitically ، لكنها يمكن أن تتصرف كفطريات مترممة تحت ظروف معينة ، منها على سبيل المثال الفطريات المسببة للتفحم في الذرة (Smut fungi).

Dr. Abdel Fattah

(3) الفطريات التكافلية Symbiotic fungi

➢ التي تعيش بالاشتراك مع كائنات أخرى وهناك منفعة متبادلة بينهما.

➢ وتتضمن نوعين هما:

1- Lichens
(Fungus and an Algae).

2- Mycorrhizas
(Fungi and roots of higher plants)

Dr. Abdel Fattah

2- Mycorrhizas فطريات الميكوريزيس

تقسم حسب العلاقة بين الفطريات والنباتات الراقية

A) Ectophytic mycorrhiza,
The fungus forms an external investment of the root in the form of a crown of hyphae without penetrating into the cells other those of the epidermis.

B) Endophytic mycorrhiza,
The fungal hyphae penetrate the inner parts of the roots and have little connection with the mycelium in the soil.

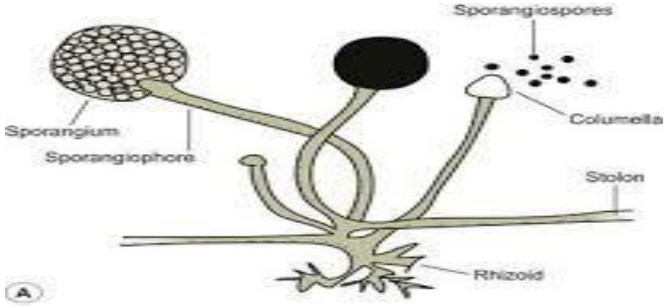
Dr. Abdel Fattah

تصنيف فطريات Eumycota (الفطريات الحقيقة)

- يتم تصنيف الفطريات الحقيقية إلى خمس صفوف classes بناءً على طريقة التكاثر ، وهذه الفئات هي :

1) الفطريات التزاوجية (الزيجية) Zygomycetes

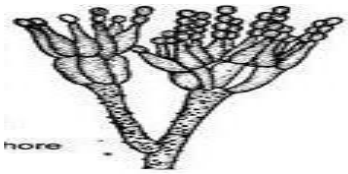
الأجزاء الجنسية تكون متشابهة والهيفات غير مقسمة وتحتوى خلاياها على السيتوبلازم الفطري المحتوي على العديد من الأنوية المحاطة بغشاء واحد.



Dr. Abdel Fattah

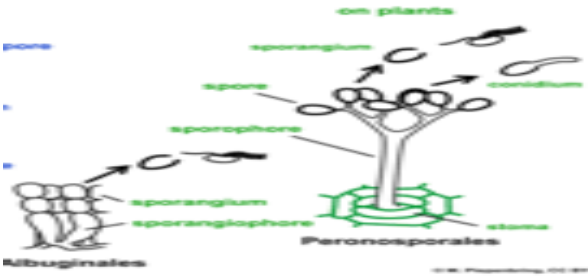
2) الفطريات الزقية (الأسكية) Ascomycetes

تكون جراثيم داخلية، أي يتم إنتاجها داخل أكياس خاصة تسمى (asci) وتكون الهيفات بها مقسمة.



3) الفطريات البيضية Oomycetes

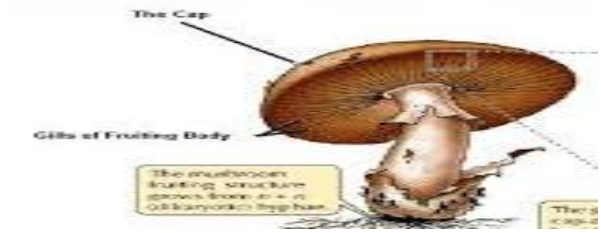
تختلف الأجزاء الجنسية، حيث يتم تمييزها في أجزاء أنثوية (الأوجونيا) والأجزاء الذكرية (الأنثريديا) وتكون الهيفات غير مقسمة.



Dr. Abdel Fattah

4) الفطريات البازيدية Basidiomycetes

تكون جراثيم خارجية ، أي يتم إنتاجها خارجياً على basidia ، وهيفات الفطر مقسمة.



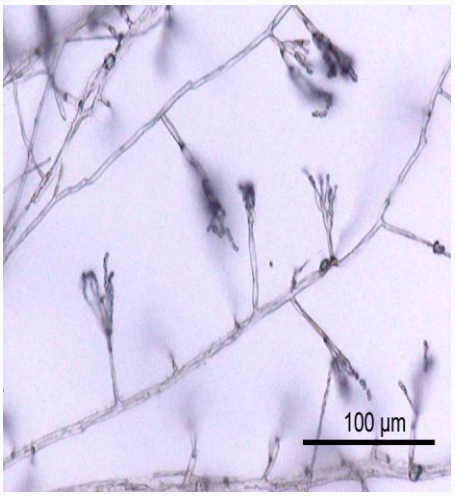
5) الفطريات الناقصة Deuteromycetes (Imperfect fungi)

مرحلته مثالية ولكن أسلوبه في التكاثر الجنسي غير معروف حتى الآن، وهيفات الفطر تكون مقسمة.

Dr. Abdel Fattah

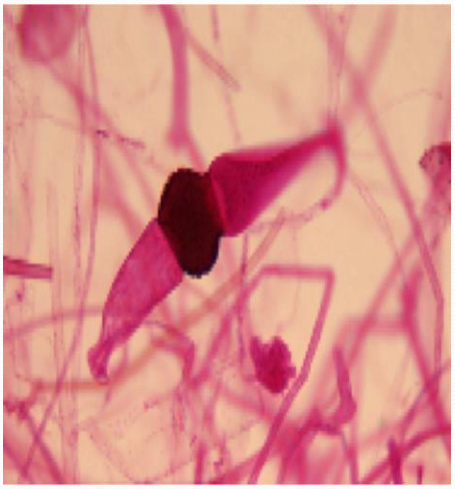
Division Eumycota-True Fungi

Non septated Hyphae
of *Aspergillus niger*

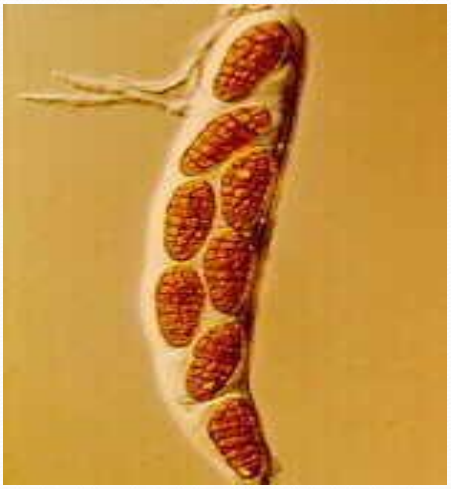


Septated Hyphae
of *Penicillium sp.*

Division Eumycota-True Fungi



Rhizopus sp.
Similar gametangia



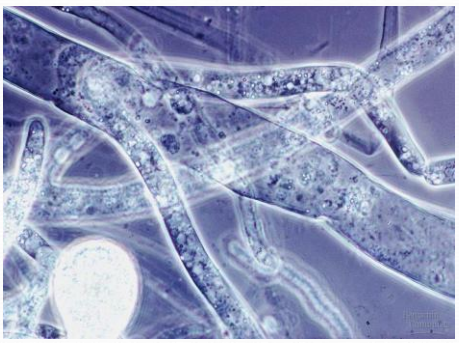
Endogenous Spores (Ascus)
Fuazarium sp

Division Eumycota-True Fungi

- The Primary Structures of a Fungi

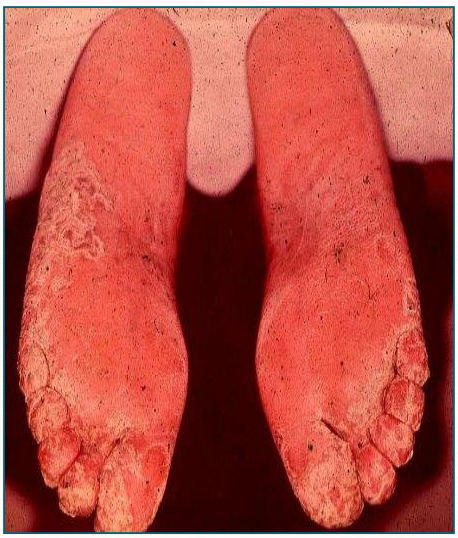
- **Spores** (haploid reproductive cell)
- **Hypha** (a single filament)
- **Mycelium** (a mass of hyphae)
- **Fruiting Body** (reproductive and dispersion)

Septated



Unseptated - coenocytic

Division Eumycota-True Fungi

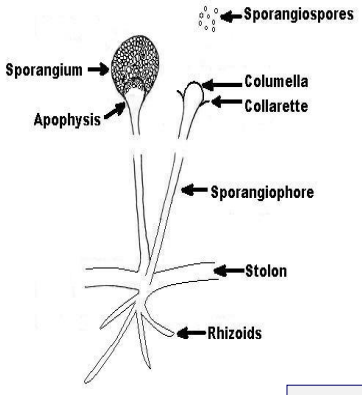


Dr. Abdel Fattah

Class: Zygomycetes الفطريات التزاوجية (الزيجية)

Rhizopus (Black bread mould) عفن الخُبز الأسود

وهو فطر مترمم يمكنه النمو على الخبز الرطب والفواكه المخزنة والخضروات والوسائط الغذائية الإصطناعية، يطلق عليه فطر عفن الخبز لأنه ينمو في الغالب على الخبز الرطب .



***التركيب الخضري Vegetative structure**

- ✓ يتكون الميسليوم من خيوط متفرعة (حلقية متفرعة) غير مقسمة والتي تنمو في تفرع سفلي يسمى stolon.
- ✓ ينتج كل ستولون جذور متفرعة إلى الطبقة التحتية من أجل إمتصاص المواد الغذائية الضرورية.
- ✓ هيفات الفطر الكاملة تكون محتوى بروتوبلازم عديدة الخلايا.

Dr. Abdel Fattah

الفطريات الزقية (الاسكية) Ascomycetes

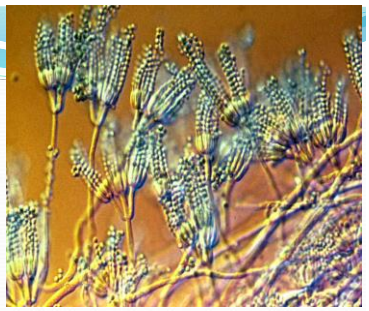
فطريات *Penicillium* and *Aspergillus*

- ➢ تُعرف هذه الأجناس بشكل عام بالفطريات السوداء أو الزرقاء أو الخضراء.
- ➢ أنواعها المختلفة لها ألوان أخرى مختلفة مثل الأزرق والأخضر والأصفر والبني.
- ➢ يتم توزيعها على نطاق واسع في جميع العوائل.

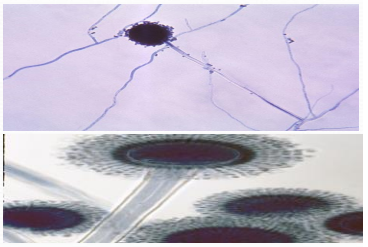
Dr. Abdel Fattah

* بعض الخصائص المماثلة لكلا الجنسين:

- The mycelium of both genera is branched and septate.
- They grow saprophytically on all kinds of organic materials such as jams, bread, meats, grains and wood.
- They can grow also as saprophytes on stored fruits and vegetables causing their decay.
- They can be sub-cultured easily on synthetic nutritive media.
- Both multiply asexually by conidia, which are carried on conidiophores.
- These conidia are carried by air-currents, and they are capable of immediate germination if they fall upon the proper substratum.
- Sexual reproduction has been observed in several species of both *Penicillium* and *Aspergillus*.



***Penicillium* sp.**



***Aspergillus* sp.**

* بعض الخصائص المختلفة بين كلا الجنسين وهي:

- In *Penicillium spp.*, the conidiophores are septated and branched. The last branches terminate with the sterigmata (called phialides), which carry the chains of conidia.
- In *Penicillium spp* the sterigmate are in clusters, which may be in the order of primary, secondary and sometimes tertiary sterigmata.
- *In Aspergillus spp.*, the conidiophores are unbranched, non-septate and terminate with swollen heads, each of which carries radiating sterigmata.
- Chains of conidia, arranged in acropetal succession (the larger being terminal) are carried by such sterigmata.
- They allover appearance of *Apergillus* conidiophore is a radiating head while *Penicillium* look like a broom.

Dr. Abdel Fattah

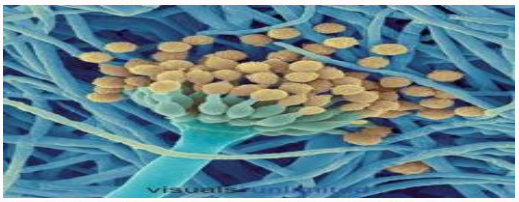
Economic importance الأهمية الإقتصادية

1) تستخدم فطريات *Aspergillus* and *Penicillum* في تحضير الأغذية والمواد الأخرى المفيدة للإنسان.
2) يمكن إنتاج حمض الستريك والعديد من الأحماض العضوية بواسطة فطر *Aspergillus sp.* عند نموها على السكريات.
3) يمكن إنتاج إنزيم Taka-Diastase المستخدم في المجالات الطبية بواسطة فطر *Aspergillus oryzae* .
4) بعض أنواع الجبن مثل الريكفورت والكمبرت والتي لها طعم ونكهة خاصة يستخدم في إنتاجها *Penicillium spp.* .
5) يمكن أنتاج المضاد الحيوي الهام البنسلين بإستخدام فطريات *Penicillium notatum* .

Dr. Abdel Fattah

Basidiomycetes الفطريات البازيدية

- **Characterization الخصائص المميزة**
- الميسليوم تتكون من هيفات مقسمة .
- تنتج جراثيم خارجية بازيدية basidiospores .
- حامل الجراثيم يمكن أن يكون مقسم أو غير مقسم .
- من أمثلتها فطر عيش الغراب.(Mushroom) Agaricus



Dr. Abdel Fattah

* أهم خصائص *Agaricus* (Mushroom)

Characterization

- **Saprophytic fungus**, appearing initially as mats or masses of subterranean septate hyphae which feed on organic matter.
- Mushrooms grow best around decayed trees or in fertilizied soils. It grows wild in fields and gardens, and a variety of it is cultivated.
- The underground mycelium gives rise to an overg round body composed of compact interwoven hyphae called the **fruit body** or **sporophore**.
- In young stages the whole fruit body is covered by a membrane which ruptures due to growth , leaving a remnant of it at the base of the fruit body called **volva**. The fruit body then becomes differentiated into a **stalk** or **stipe** and a **cap** or **pileus**.
- The rim of the pileus is attached to the upper part of the stalk by a membrane which ruptures, due to the horizontal growth of pileus, leaving a remnant on the stalk known as **annulus**.

Dr. Abdel Fattah

الأهمية الإقتصادية لفطريات الـ *Agaricus*

1) بعضها صالح للأكل من قبل الإنسان بسبب طعمه اللذيذ ومحتواه القيم من البروتين والفيتامين.
2) تطورت صناعة زراعة الفطر في العديد من دول العالم مثل الولايات المتحدة وفرنسا.
3) باقي الأنواع منه تعتبر شديدة السمية .
4) بعضها متطفل على بعض النباتات الراقية، كما أنها تسبب أمراض مثل تعفن جذر التفاح وتدمير الخشب للعديد من أشجار الغابات الخشبية.
5) يتم استخدام بعض أنواع الفطر في التجارب الطبية كمساعد في العلاج النفسي.
6) تم إستخدام مادة مستخرجة من الفطر تسمى psilocybin في إجراء دراسات لعلاج حالات الفصام schizophrenia .

Dr. Abdel Fattah

Thank you for
attention

مقرر الأحياء الدقيقة (2012141-3)

محاضرة (9)

تابع مقدمة علم الفطريات
ثانياً: الخمائر Yeasts

د. عبد الفتاح عبد الكريم عبد الفتاح
قسم علوم الغذاء والتغذية
كلية العلوم – جامعة الطائف

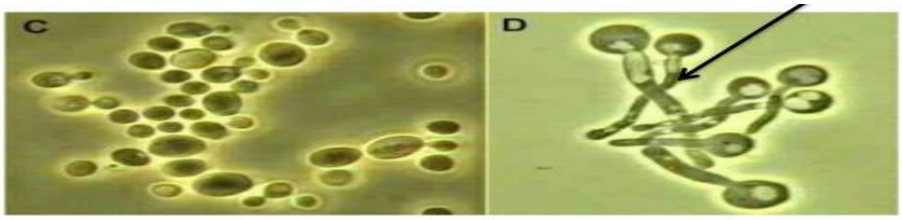
الخمائر Yeasts

- وهي تشبه الفطريات الخيطية Molds في كثير من الخواص ولذلك تكون معها في مجموعة واحدة يطلق عليها الفطريات Fungi.
- تعتبر كائنات حية دقيقة وحيدة الخلية بيضاوية الشكل، خالية من الكلورفيل، أصغر حجماً من الفطريات الخيطية إلا أنها أكبر من البكتيريا، موجبة لصبغة جرام ، غير متحركة.
- الفرق بينها وبين الفطريات الخيطية Molds أن الفطريات الخيطية تعطي نموات زغبية أو قطنية بنموها على الأغذية يطلق عليه بالعفن، بعكس الخميرة التى تخمر المحاليل السكرية، أما في حالة الأغذية الغير سائلة فإنها تنمو عليها معطية بقعاً ذات ألوان مختلفة مؤدية لفساد الغذاء.

Dr. Abdel Fattah

- ويصعب عادة تحديد الخمائر كما هو في حالة الفطريات، وبصفة عامة تعتبر الفطريات والخمائر ومجموعة الأكتينوميسيتيس فطريات حقيقية True Fungi وهي ما يكون نموها الطبيعي مكوناً من خلية واحدة Unicellular.

- فبعض الفطريات عندما يكون مكوناً للكونيديات Conidial يكون شبيها بالخمائر، كما أن بعض الخمائر يكون في بعض مراحل نموه على صورة ميسليوم Mycelium وذلك كما هو الحال في جنس *Geotrichum* الذي يعتبر أحيانا ضمن الخمائر وفي البعض الآخر ضمن الفطريات.



- والخمائر قد تكون مفيدة وقد تكون ضارة للأغذية:

حيث تستخدم تخمرات الخمائر في إنتاج كثير من المواد الغذائية مثل الخبز والنبيذ، والبيرة وكذلك في إنتاج بعض أنواع الجبن.

وعموماً تستخدم الخمائر إما لانزيماتها وإما لكونها مواد غذائية.

- كما تكون ضارة بالنسبة للأغذية في كثير من الأحوال:

وذلك مثل ما يحدث عندما تسبب فساداً لعصائر الفاكهة والمستخلصات المركزة والمولاس والعسل والجيلى والمخللات واللحوم والنبيذ وغيرها.

* عزل وتصنيف الخمائر الهامة بالنسبة للأغذية:

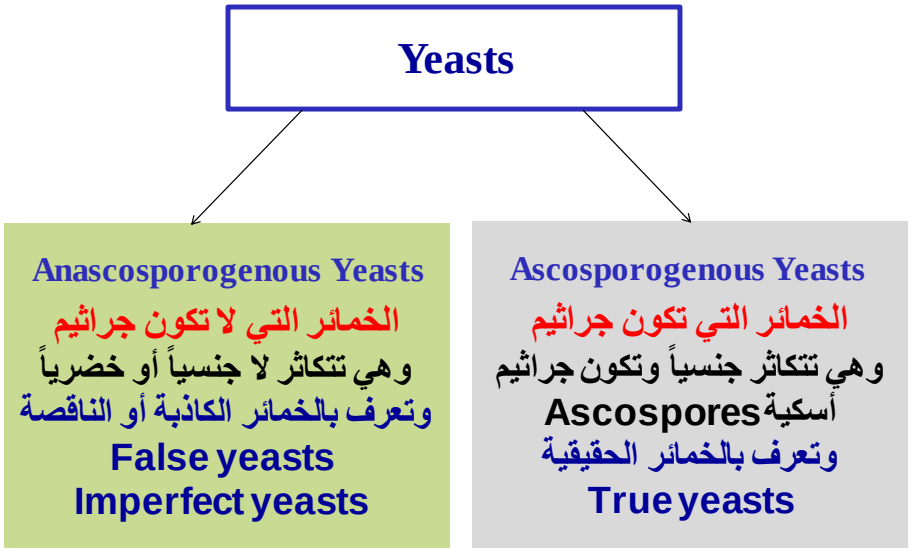
- تعتبر الخميرة فطر Fungi يحتوي على نواة كاملة وخالية من الكلورفيل تقضي معظم أو كل حياتها على هيئة خلية واحدة وتتكاثر جنسياً أو لا جنسياً عن طريق التبرعم Budding أو الإنقسام division وحجمها بصفة عامة أكبر من حجم البكتيريا.
- تضم الخمائر أفراداً عديدة ، وكلها تتبع صفوف الفطر المختلفة وهي:

1) الفطريات النباتية Phycomycotes
2) الفطريات الزقية (الأسكية) Ascomycetes
3) الفطريات البازيدية Basidiomycotes
4) الفطريات الناقصة Deutromycetes

Dr. Abdel Fattah

- وجميع هذه الصفوف تتبع المملكة النباتية ثم تحت المملكة النباتية المسماه Thallophyta أى النباتات الثالوثية ثم قبيلة الفطر الحقيقي الخالي من الكلورفيل Eumycopayta .
- يضم الصف الثاني من الخميرة (Ascomycetes) معظم عائلات الخمائر الهامة في الصناعات الميكروبية والمكونة للجراثيم الجنسية وتتبع هذه الخمائر عائلة *Endomycetaceae* .
- كما يضم الصف الرابع (Deutromycetes) معظم عائلات الخمائر الهامة في الصناعات الميكروبية والتي لا تكون جراثيم جنسية وهي تتبع عائلة *Cryptococcaceae*.
- وبالرغم من أن الأنواع المختلفة من الخميرة لا تتبع صف معين من الفطر إلا أنها تنسب لمجموعة واحدة هي الخمائر وذلك لأهميتها الاقتصادية ولوجود بعض الصفات المشتركة بينها كأن تقضي معظم حياتها على هيئة خلية واحدة.

Dr. Abdel Fattah



* التكاثر في الخمائر Reproduction

- تتكاثر الخمائر بصفة عامة بطريقتين وهما:

1) التكاثر الخضري أو اللاجنسي: ويتم ذلك عن طريق عدة طرق منها:

- أ) الانقسام الثنائي البسيط : وينتج من الفرد الواحد فردين متشابهين.
- ب) التبرعم Budding: وفيه يبرز نتوء من جسم الخميرة ثم يتوالى فيه تجميع للبروتوبلازم وبعده تنشطر النواه إلى قسمين ويتجه أحدهما إلى النتوء ثم يتكون جدار فاصل بين النتوء والخلية الأم وقد تظل الخلية الجديدة متصلة بالأم أو قد تنفصل عنها لتعيد الدورة من جديد وهكذا.
- جـ) التكاثر في حالة عدم توفر الظروف المناسبة: وفيه تفرز الخلية غشاء سميكا حولها ثم تنقسم النواة عدة إنقسامات وعندما تزول الظروف الغير مناسبة ينفصل كل جزء من النواة وحوله كمية البروتوبلازم ليكون فردا جديدا.

- https://www.youtube.com/watch?v=cjK4yCo-xEk
- https://www.youtube.com/watch?v=GFEgB_ytDZY

* تابع تكاثر الخمائر Reproduction

2) التكاثر الجنسى:

- ✓ وفيه يتم إندماج خليتين متشابهتين أو مختلفتين من الخميرة أو بين جرثومة وخلية كاملة أو بين جرثومتين حيث يتكون الزيجوت.
- ✓ كما يسبق هذا الاندماج غالباً حدوث إنقسام إختزالى لكروموزومات كل خلية وعليه يظل عدد الكروموسوزومات في الخلية الجديدة ثابتاً.
- ✓ ويستغل هذا التزاوج وراثيا لإنتاج سلالات محسنة من الخميرة لتوجيهها لإنتاج نواتج معينة.
- ✓ وأغلب هذه الخمائر يكون جراثيم جنسية داخل أكياس محددة كما أن عدد هذه الجراثيم يكون محدوداً تبعاً لإختلاف الجنس أو النوع وغالباً ما يكون عددها جرثومتين أو مضاعفاتها.

Dr. Abdel Fattah

➢ وتنقسم الجراثيم الجنسية في الخمائر حسب شكلها إلى:

أ – جراثيم أسكية : Ascospores

وهي الجراثيم التي تتكون داخل أكياس محددة ويكون عددها جرثومتين أو مضاعفاتها (وغالبا تكون ٨)، ويسمى الكيس الذي يضم هذه الجراثيم بالكيس الاسكي وجميع هذه الخمائر تتبع صف Ascomycetes

ب – جراثيم بازيدية Basidiospores

أي تكون الجراثيم محمولة على حوامل خارج الخلية وعددها 2-4 وجميع هذه الخمائر تتبع خمائر صف Basidiomycetes.

➢ أما الخمائر التي تتكاثر لاجنسياً فتتبع صنف Deutromycetes

وهو يضم مجموعة الخمائر التي لم يكتشف فيها التكاثر الجنسي حتى الآن علماً بأنه عندما يكتشف التكاثر الجنسي لأحد أفرادها فإنه ينقل إلى أحد الصفوف الأخرى والتي تتكاثر جنسياً وذلك تبعاً لنوع هذا التكاثر وكذلك تبعاً لنوع الجراثيم.

Dr. Abdel Fattah

تصنيف الخمائر Classification of Yeasts

➢ تقسم الخميرة حالياً طبقاً لإحدى الطريقتين التاليتين:

➢ التقسيم النباتي:

وهو يعتمد أساساً على تقسيم الخميرة لمجموعة متشابهة مورفولوجيا وفسيولوجيا أي طبقاً لدرجة الشبه أو القرابة بينهم. وهو التقسيم السابق للأربع صفوف المذكورة سابقاً.

➢ التقسيم الصناعي:

وهو يعتمد أساساً على تقسيم الخميرة لمجموعات تكون ناتجات أيضية نهائية متشابهة، ولا يراعى فيه درجة القرابة بين أفراد المجموعة الواحدة.

تابع تصنيف الخمائر Classification of Yeasts

➢ كما تقسم أيضاً الخميرة تبعاً لطريقة التكاثر إلى:

➢ 1- الخمائر التي تتكاثر جنسياً:

✓ وهي تتبع الثلاثة صفوف ***Basidiomycete, Ascomycetes*** and ***Phycomycetes*** ويهمنا أنواع ***Ascomycetes*** .

✓ وأهم عائلات هذا الصف ***Ascomycetes*** عائلة ***Endomycetaceae*** وخمائرها قد تكون ميسليوم حقيقي أو ميسليوم كاذب وقد تتكاثر لاجنسيا بالتبرعم أو بالانقسام الثنائي البسيط ، والتكاثر الجنسي في هذه المجموعة يتم عن طريق حدوث تزاوج بين خليتين متشابهتين أو مختلفتين في الشكل كما قد يتم بين جرثومة وخلية كاملة أو بين جرثومتين.

✓ وأهم تحت عائلات هذه العائلة هي:

Endomycetoideae and ***Saccharomycetoideae***

- ✓ وأهم الأجناس تحت العائلة *Endomycetoideae* هو جنس *Schizosaccharomyces* وهو المستخدم في صناعة منتج الروم في الهند (مشروب كحولي مقطر مصنوع من مشتقات قصب السكر) ويتكاثر بالانقسام مكوناً ثمانية جراثيم في الكيس الواحد وشكل الجراثيم بيضاوى وقد يكون ميسليوم. ويتميز أفراد هذا الجنس بمقدرتها على النمو في درجات الحرارة العالية كما يمكنها المعيشة في التركيزات المرتفعة من السكر، ولذا فهي تستخدم لصناعة الروم من العسل الأسود أومن المولاس.
- ✓ أما تحت عائلة *Saccharomycetoideae* فتضم أغلب الأجناس المستخدمة في الصناعات الميكروبية وتتميز بمقدرتها على تكوين الميسليوم كما أن أغلبها يتكاثر بالتبرعم مكوناً ميسليوم كاذب وقد تتكاثر بالانقسام مكونة جراثيم (2-8) ، ومعظم أفرادها يخمر السكريات وبعضها يسبب الأكسدة.

Dr. Abdel Fattah

- ✓ وفيما يلي أهم الأجناس التابعة لـ *Saccharomycetoideae* :
  - جنس *Endomycopsis* ويستخدم بعض أنواعه في إنتاج الدهون كما تسبب أغلب أنواعه عمليات الأكسدة وينمو على السطح مكونة غشاء يشبه الميكودرما.
  - جنس *Saccharomyces* ويضم أهم أصناف الخميرة المستعملة في الصناعة مثل *Sacch. cerevisiae* and *Sacch. ellopsoidous* وهما المستخدمان في صناعة البيرة وفي الخبز.
  - جنس *Zygosaccharomyces* وهو الذي يقوم بفساد المربى والأغذية السكرية كالعصائر وغيرها حيث يمكن أن يتحمل التركيزات المرتفعة من السكر. لذا فإنه يدخل ضمن Osmophilic microorganisms أي المحبة للتركيز العالى للسكر.
  - جنس *Deboromyces* وهو جنس قليل الأهمية كما يقوم بأكسدة بعض المواد الغذائية والسكرية.
  - جنس *Pichia* وهو من المجموعة المؤكسدة ويعتبر من أهم الأجناس حيث يسبب فساد المخللات عن طريق أكسدة حامض اللاكتيك المتكون المسئول عن الطعم والنكهة للمخللات، ويمكنه النمو في التركيزات العالية من الملح.

Dr. Abdel Fattah

➢ **تابع تقسم الخميرة تبعاً لطريقة التكاثر إلى:**

➢ **2- الخمائر التي تتكاثر لاجنسياً:**

✓ وتسمى أفراد هذه المجموعة بالخمائر الكاذبة Imperfect Yeasts وهي تتبع الصف *Deutromycetes* والتكاثر فيها بالانقسام الثنائي البسيط أو التبرعم ويكون لبعضها أهمية صناعية خصوصاً في عملية التخليل.

✓ ويضم هذا الصنف عائلة *Cryptococcaceae* والتي تشمل تحتها مجموعتين تحت العائلة Subfamily التاليتين:

1) تحت عائلة الـ Cryptococcoideae

2) تحت عائلة Rhodotoruloideae

1) **تحت عائلة الـ Cryptococcoideae:**

✓ وأهم أجناسها Torulopsis وتستعمل في إنتاج البروتين بكثرة.

✓ الـ Mycoderma ويكون نمو هذا الجنس جلدي على سطح المخللات وهو هوائى ولذا ينمو على السطح ويسبب الفاسد عن طريق أكسدة حامض اللاكتيك، وهو يتحمل التركيزات المرتفعة من الملح.

✓ جنس الـ *Candida* تسبب بعض الأمراض الجلدية.

2) **تحت عائلة Rhodotoruloideae:**

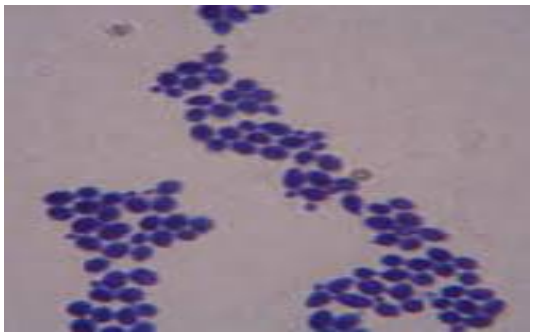
✓ يشمل جنس واحد فقط وهو Rhodotorula الذي يشترك في فساد الأسماك وذلك لتكوينه بقعا دموية حمراء على الأسماك.

* الشكل المورفولوجي للخمائر Yeats morphology

- ✓ عرف أنطوان لفنهوك شكل الخمائر لأول مرة، حيث وصفها بأنها تكون أجساماً صغيرة مستديرة أو بيضاوية ، ثم جاء باستير وأوضح الصورة عندما بين أن التخمر لا يحدث تلقائياً ولكن لابد من وجود كائن حي سماه الخميرة ومنذ ذلك الحين بدأت معرفة عدة أنواع من التخمر وأصبحت كلمة خميرة تطلق على الكائنات الحية وحيدة الخلية التابعة للفطر الحقيقي والتي تتكاثر غالباً بالتبرعم ولها القدرة على إحداث التخمرات.
- ✓ وتعتبر الخميرة وحيدة الخلية خصوصاً عندما تكون المزارع نشطة أي في مرحلة نموها ، في حين أنها عندما تنمو على البيئة الصلبة فإنها تكون مستعمرات تشبه مستعمرات الفطر حيث تكون الخميرة سلاسل من خلايا تشبه الميسليوم، أي أن تكوينها لخلايا منفردة أو في سلاسل يتوقف على ظروف البيئة، وهذا ما يحدث أيضاً مع بعض الفطريات مثل *Mucor* الذي يكون خلايا تشبه بخلايا الخميرة عندما ينمو على المربي وهذا يعتبر في الحقيقة كرد فعل لسرعة التكاثر في البيئة المناسبة.

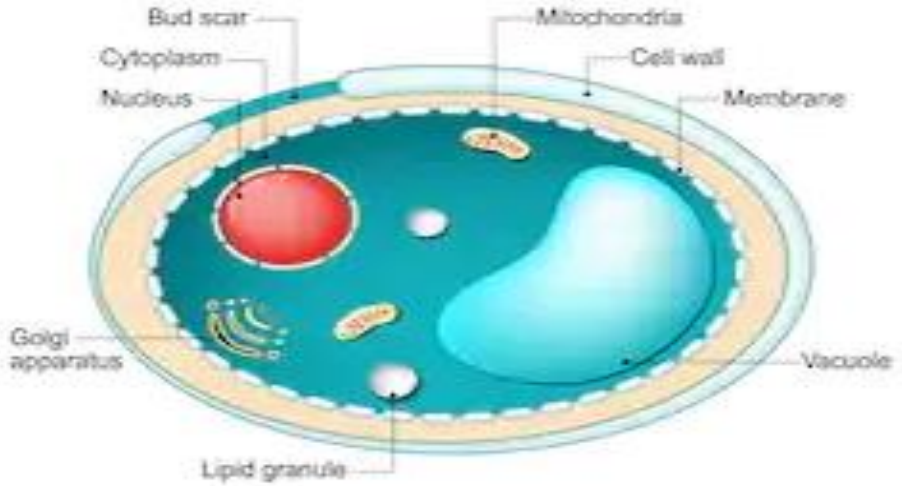
Dr. Abdel Fattah

- ✓ شكل الخميرة عادة مستدير أو بيضاوي أو قد يكون مستطيل أو ليموني أو كليهما معاً وعلى الأخص في المزارع المتقدمة في العمر.
- ✓ وأغلب خلايا الخميرة قادرة على تكوين الجراثيم الجنسية حيث قد يكون التكاثر الجنسي عن طريقها كما قد تتكاثر بالتبرعم أو الانقسام.
- ✓ والخميرة لا تحمل أسواطا ، لذا ..... نجدها غير متحركة.
- ✓ تتراوح بين 2-3 ميكرون طولا، حوال ١- ٩ ميكرون عرضا وعلى ذلك نجدها أنها تفوق البكتيريا في حجمها.



Dr. Abdel Fattah

* تركيب الخمائر Yeats Structure



Dr. Abdel Fattah

* تابع تركيب الخمائر Yeats Structure

- التركيب الداخلي للخميرة يشبه التركيب الداخلي للخلايا النباتية حيث أن الخميرة تابعة للمملكة النباتية وعموماً تتركب خلايا الخميرة من:
- ١ - جدار الخلية: Cell Well

وهو الغشاء الذي يحيط بالمادة الحية التي تسمى البروتوبلازم ويختلف سمكه فهو رقيق في الخلايا الحديثة ويزداد صلابة وسمكاً عندما تصبح الخلايا مسنة ويدخل في تركيبه مواد مختلفة مثل الكيتين Chitin والمواد البكتينية والسليلوز.

- ٢ - جدار السيتوبلازم : Cytoplasm Wall

ويعتبر جزء من المادة الحية ويمكن مشاهدته عند حدوث بلزمه في الخلية حيث ينكمش السيتوبلازم ويظهر الجدار واضحاً.

Dr. Abdel Fattah

➢ **3 - السيتوبلازم : Cytoplasm**

وهو متجانس في الخلايا النشطة صغيرة السن ويوجد به فراغ أو فجوة كبيرة في وسط الخلية. ويحتوي السيتوبلازم على أجسام صغيرة متعددة، يعتبر بعضها ضمن مراكز النشاط الحيوي في الخلية.

وبتقدم السن يصبح السيتوبلازم حبيبى حيث يعتبر كأماكن لتخزين المواد الغذائية كالجليكوجين والدهون والمواد الأزوتية وكذلك المواد الملونة أو الصبغات، وبعض الخمائر تفرز موار هلامية خارج خلاياها وهي مكونة من سكريات عديدة وتسمى كبسول.

➢ **4 - النواة : Nucleus**

وتعتبر نواة الخميرة مرحلة وسيطة بين نواة الفطريات الراقية والمادة النووية الموزعة في الخلية البكتيرية. كما تعتبر النواة جسم صغير أكثر تركيزا من بقية البروتوبلازم وتوجد على جانب الفجوة الوسطية وقد دلت الأبحاث العلمية على وجود جدار نووى ونوية وشبكة كروماتينية داخل النواة.

Dr. Abdel Fattah

توزيع الخمائر في الطبيعة Yeasts Ecology

✓ توجد الخمائر منتشرة في الطبيعة وهي تعيش إما رمية Saprophyte على المواد العضوية وذلك لعدم إحتوائها على مادة الكلورفيل، وإما توجد متطفلة (من نوع الأحياء الدقيقة الهتيروتروفى Heterotrophic) فهي موجودة إما في أمعاء الإنسان أو الحيوان أو على جلده الخارجي كما توجد على أجزاء مختلفة من النبات كالفاكهة.

✓ وعموما تعتبر التربة مصدراً جيداً للخمائر.

✓ وتتميز الخمائر عن البكتيريا بأن لكل مجموعة فيها أفضلية في المعيشة في أماكن معينة وهي التي تعزل منها عادة ولذلك فهى تقسم إلى المجاميع التالية تبعاً لمكانها التي تعيش فيه:

Dr. Abdel Fattah

تقسم إلى المجاميع التالية تبعاً لمكانها التي تعيش فيه:

1) الخميرة التي تعيش في المحاليل ذات التركيز المرتفع من السكر Osmophilic فقد عزلت خمائر مختلفة من العسل الأسود كان أغلبها يتبع جنس *Zygosaccaromyces* ويبدأ عادة نموها على سطح المحلول نظر لامتصاص الرطوبة ثم تتعمق وتنتشر في الداخل ويعتبر هذا الجنس أساس فساد الأغذية ذات التركيز المرتفع من السكر.

2) الخميرة التي تعيش في المحاليل الملحية ويمكنها أن تتحمل تركيزات عالية من الملح قد تزيد عن 20% وتتبع المجموعة المسماه Hallophilic وأغلبها يتبع أجناس *Mycoderma* ، *Pichia* ، *Debaromyces*

Dr. Abdel Fattah

تقسم إلى المجاميع التالية تبعاً لمكانها التي تعيش فيه:

3) الخميرة التي تنمو في منتجات الألبان ومعظمها يخمر سكر اللبن (سكر اللاكتوز) ومنها الخمائر التابعة لجنس *Torulopsis*.

4) الخميرة الموجودة بمنتجات اللحوم مثل جنس *Debaromyces* ويوجد بكثرة على اللحوم الفاسدة، و جنس *Rhodotorula* المسبب للبقع الحمراء على اللحوم والأسماك.

5) الخميرة المسببة لأمراض الإنسان حيث تسبب أمراض جلدية له وتحدث التهابات بالعين ومنها أفراد تتبع جنس *Candida*.

6) الخميرة المسببة لأمراض النبات مثل *Neumatospora* وهي تنقل بواسطة الحشرات، كما تسبب بعض أفراد جنس *Rhodotorula* تحلل الأخشاب وكذلك تبقعها.

Dr. Abdel Fattah

تقسم إلى المجاميع التالية تبعاً لمكانها التي تعيش فيه:

7) الخميرة المتحملة لدرجات الحرارة المرتفعة Thermophilic
ومنها بعض أفراد تابعة لجنس *Saccharomyces* ويمكنها النمو على 45°م وتنمو على سطح الألبان مثل : *Sacch. fragiles*

كما توجد أصناف تابعة لجنس *Shezosacharomyces* المستعملة في إنتاج الروم في المناطق الحارة نظراً لتحملها الحرارة المرتفعة.

Dr. Abdel Fattah

مقرر الأحياء الدقيقة (2012141-3)

محاضرة (10)

مقدمة عن الطحالب
Introduction to Algae

د. عبد الفتاح عبد الكريم عبد الفتاح
قسم علوم الغذاء والتغذية
كلية العلوم – جامعة الطائف

الأوليات الشبيهة بالنباتات (الطحالب الحقيقة)
Plant-Like Protista (True Algae)

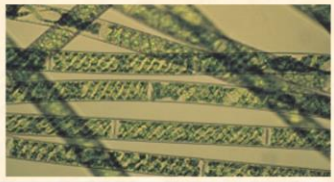
- كلها تتبع الكائنات حقيقية النواة "Eukaryotic".
- تحتوي على خلايا ذات نواة حقيقة.
- تفضل العيش في البيئات الرطبة Moist Environments .
- يمكن أن تكون أحادية الخلية أو متعددة الخلايا ، قد يتم فحصها ميكروسكوبياً ، وقد يزيد طولها عن 100 متر.
- تشبه الخلايا النباتية ويمكنها القيام بالتمثيل الضوئي، لذلك تعرف على أنها Photosynthetic .
- جميعها تحتوى على الكلوروفيل أ ، ومعظمهم لديه الكلوروفيل C ، ولكن القليل منهم فقط لديهم الكلوروفيل B.
- لديهم أيضًا مجموعة متنوعة من الكاروتينات والأصباغ الأخرى.

Dr. Abdel Fattah

Distribution and Occurrence التوزيع والظهور

➢ **الطحالب لها انتشار واسع النطاق:**

- ✓ في الأوساط المائية مثل المياه البحرية والمياه العذبة.
- ✓ في الأرضي: الصحاري والتربة والأشجار والصخور.... إلخ
- ✓ بعضها تكافلي Symbiotic مثل Green Algae ومنها طحلب الـ Corals (*Zooxanthellae*) يعيشون داخل الشعب المرجانية ويشارك في عمليات بناء للأعشاب البحرية "الشبيهة بالنباتات".
- ✓ قد تكون خيطية أو تنمو في صورة قشور أو الملاءات أو ألواح أو أعشاب بحرية.



Dr. Abdel Fattah

تصنيف الطحالب
Classification of Algae

Chlorophyta	الطحالب الخضراء
Euglenophyta	الطحالب اليوجيلينية
Bacillariophyta (Diatoms)	الطحالب العصوية
Phaeophyta	الطحالب البنية
Rhodophyta	الطحالب الحمراء

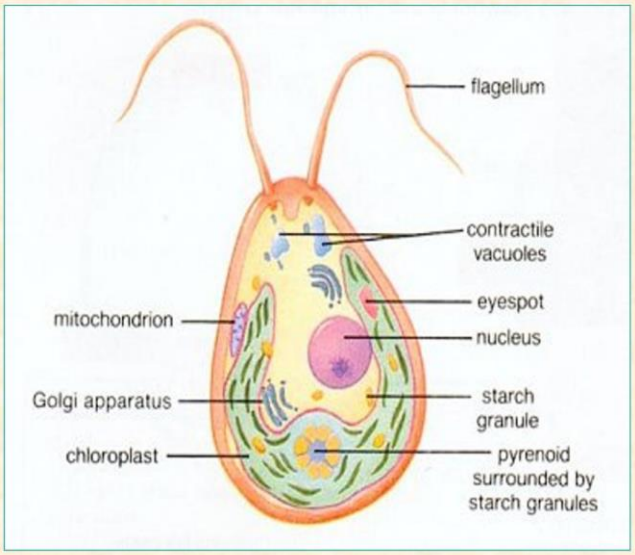
Dr. Abdel Fattah

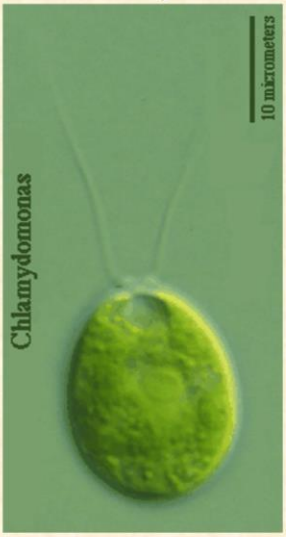
الطحالب الخضراء Chlorophyta (Green algae)

- الصبغات الرئيسية الموجودة بها هي الكلورفيل Chlorophyll
- معظمها يعيش في المياه العذبة، على الرغم من وجود بعض الأنواع البحرية.
- تتكون جدران الخلايا من السليلوز Cellulose.
- يمكن أن تكون الطحالب الخضراء:
  - ✓ وحيدة الخلية Unicellular مثل "*Chlamydomonas*"
  - ✓ عديد الخلايا Multicellular مثل "Spirogyra"
  - ✓ نموات مستعمرية Colonial "*Volvox*"

Dr. Abdel Fattah

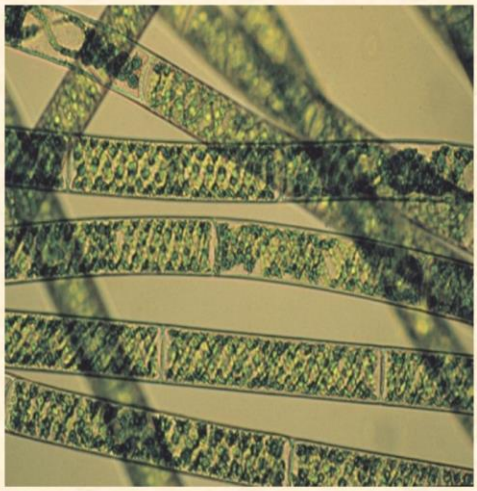
Chlamydomonas (Unicellular)





Dr. Abdel Fattah

Spirogyra
Multicellular



Volvox
Colonial

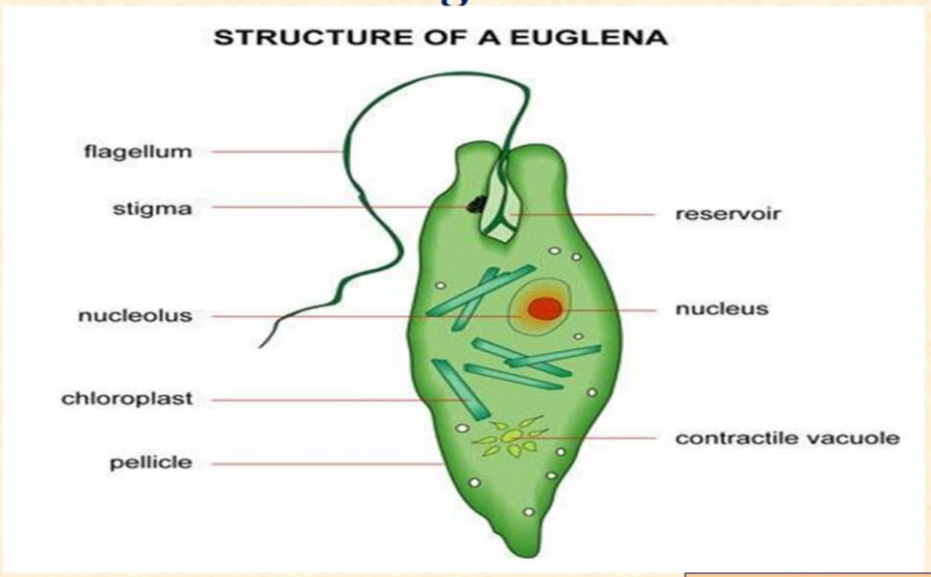
Dr. Abdel Fattah

Euglenophyta (Euglenoids) الطحالب اليوجيلينية

- تتواجد في الغالب في المياه العذبة.
- تعتبر وحيدة الخلية Unicellular وذاتية التغذية Autotrophs وتقوم بعمل التمثيل الضوئي photosynthesis في حالة إتاحة الضوء.
- وفي حالة عدم توافر الضوء وبالتالي لا يوجد تمثيل ضوئي يمكنها أن تكون غير ذاتية التغذية heterotrophs ويمكنها تناول المغذيات من الأوساط المحيطة.
- ليس لديها جدار خلوي (تكون Pellicle يصنع من البروتين).
- تشبه خلايا المملكة الحيوانية في أنها متحركة ولديها أسوط.
- تخزن المغذيات داخل خلاياها على شكل نوع (عديد السكاريد).

Dr. Abdel Fattah

Euglena



Dr. Abdel Fattah

Bacillariophyta (Diatoms) الطحالب العصوية

- وحيدة الخلية Unicellular تظهر على عدة أشكال كلها ذاتية التغذية Autotrophs .
- تحتوى على السيليكا Silica في الجدر الخلوية.
- يمكنهم العيش في البيئات البحرية أو المياه العذبة.
- تحتوي على الكلوروفيل والكاروتينات، مما يمنحها لون أصفر - برتقالي.
- نمواتها لها طبقات قشرية تشبه الصناديق الصغيرة ذات الأغطية.
- تتكاثر الدياتومات بشكل لاجنسي ، وينفصل نصفي القشرة ، وينتج كل منهما قشرة جديدة تتناسب مع النصف الأصلي، وبالتالي ينتج كل جيل جديد ذرية أصغر من الأصل ومشابهة لها تماماً.

Dr. Abdel Fattah

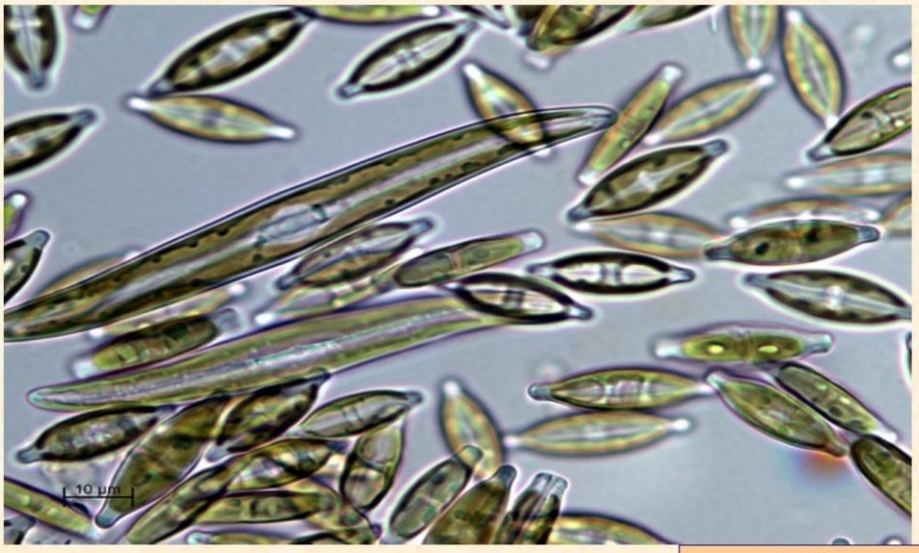
- وهنا ينتج من الدياتومات المشطورة ما يعرف بالأمشاج (ذكور / إناث) التي تندمج مع الأمشاج من الدياتومات الأخرى لإنتاج الزيجوت ويكون (التكاثر جنسي).
- وتتطور الزيجوتات إلى دياتومات كاملة الحجم يمكن أن تبدأ في التكاثر اللاجنسي مرة أخرى.
- وعندما تموت الدياتومات، تشكل أصدافها رواسب تسمى التراب الدياتومي diatomaceous earth ، ويمكن جمع هذه الرواسب وإستخدامها كمادة مضافة لإضفاء بعض البريق على الدهانات.
- وتخزن الدياتومات طعامها كزيوت داخل خلاياها.

Dr. Abdel Fattah

Forms of Diatoms

Dr. Abdel Fattah

Forms of Diatoms



Dr. Abdel Fattah

Phaeophyta (Brown algae) الطحالب البنية

- ✓ يعيش معظمها في البيئات البحرية وعلى الصخور في المياه الباردة.
- ✓ تحتوي على "الكلوروفيل Chlorophyll" بالإضافة إلى صبغة صفراء بنية تسمى " Fucoxanthin ".
- ✓ تمتلك في الجدر الخلوية كلا من السليلوز والألجينات Alginate.
- ✓ تعتبر أكبر الطحالب البنية هو الأعشاب البحرية kelp التي يمكنها النمو ليصل الجسم العشبي حتي 60 متر طولي.

Dr. Abdel Fattah

تابع الطحالب البنية Phaeophyta (Brown algae)

- ✓ تحتوي بعض الأنواع على مثانة هوائية Air-bladder لإبقائها عائمة على سطح الماء، حيث يتوفر المزيد من الضوء لعملية التمثيل الضوئي Photosynthesis.
- ✓ تقوم بتخزين المغذيات على صورة مواد من السكريدات العديدة Polysaccharide .
- ✓ تعتبر مصدر هام للألجينات Alginate التي تستخدم كـ (مغلظات للقوام Thickener ، مثبتات للقوام Stabilizer ، مواد مستحلبة Emulsifier في العديد من المنتجات الغذائية).

Dr. Abdel Fattah

Fucus

Dr. Abdel Fattah

الطحالب الحمراء Rhodophyta (Red-algae)

- ✓ كلها عديدة الخلايا **Multicellular** ، تعيش في البيئات البحرية.
- ✓ تعيش متصلة (لاصقة) بالصخور بواسطة هيكل يسمى **Holdfast**
- ✓ تحتوي الجدر الخلوية لها على السليلوز.
- ✓ في بعض الأنواع تدمج كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) من الوسط المحيط في جدران خلاياها أيضًا.
- ✓ تحتوي الطحالب الحمراء على الكلوروفيل **A** ، ومركب الـ **phycobilins** ، والصبغات الحمراء والزرقاء التي تشارك في عملية البناء الضوئي.

Dr. Abdel Fattah

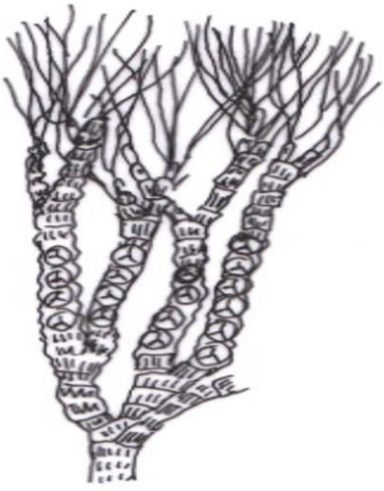
- ✓ تسمى الصبغات الحمراء **Phycoerythrin** وتسمي الصبغات الزرقاء **Phycocyanin** .
- ✓ تمتص صبغات الـ **Phycobilins** موجات الضوء الأخضر والبنفسجي والأزرق التي يمكنها إختراق المياه العميقة.
- ✓ وتسمح هذه الصبغات للطحالب الحمراء بالتمثيل الضوئي في المياه العميقة مع القليل من الضوء المتاح.
- ✓ التكاثر في هذه الكائنات الحية يعتبر عملية معقدة من المراحل المتتالية الجنسية واللاجنسية.
- ✓ تخزن الطحالب الحمراء طعامها على شكل نشا فلوريدا.
- ✓ تعتبر مصدر هام لكل من (الكاراجينان **Carrageenan** والأجار **Agar**) التي تستخدم كمستحلبات ومغلظات للقوام.

Dr. Abdel Fattah

Rhodophyta (Red-algae).

Dr. Abdel Fattah

Polysiphonia



Dr. Abdel Fattah

* الأهمية البيئية والإقتصادية للطحالب

- تستخدم كمصدر للطاقة ، كأسمدة طبيعية، كما تساهم في التحكم في تلوث الأغذية.
- الأجار Agar عبارة عن مادة هلامية مشتقة من الطحالب الحمراء ، لها العديد من الإستخدامات التجارية، تعتبر وسط أو وسيلة جيدة لتنمية البكتيريا والفطريات حيث أن معظم الكائنات الحية الدقيقة لا تستطيع هضم الأجار.
- يمكن إستخدام الطحالب لتصنيع وقود الديزل الحيوي والإيثانول الحيوي والبيوبوتانول، ووفقًا لبعض التقديرات يمكن أن تنتج كميات كبيرة جداً من الزيت، مقارنة بزراعة محاصيل الزيوت النباتية لنفس الغرض.

Dr. Abdel Fattah

* تابع الأهمية البيئية والإقتصادية للطحالب

- تستخدم زراعة الطحالب لإنتاج الهيدروجين، وخاصة مع الطحالب الخضرء *Chlamydomonas reinhardtii*.
- يمكن زراعة الطحالب لإنتاج الكتلة الحيوية ، والتي يمكن حرقها لإنتاج الحرارة والكهرباء.
- تعتبر الطحالب من المصادر الهامة للبروتين الكامل حيث تحتوي على الأحماض الأمينية الأساسية، ويشارك في عمليات التمثيل الغذائي الرئيسية لإنتاج الطاقة والإنزيمات.
- يحتوي على كميات عالية من الكربوهيدرات البسيطة والمعقدة التي تزود الجسم كمصدر وقود إضافي، ويعتقد أن الكربوهيدرات المعقدة المعزولة تعزز قوة جهاز المناعة.

Dr. Abdel Fattah

* تابع الأهمية البيئية والإقتصادية للطحالب

- يحتوي على أحماض دهنية متنوعة وهامة، بما في ذلك أحماض أوميجا 3 كأحماض دهنية أساسية.
- لديها وفرة من الفيتامينات والمعادن والعناصر التكميلية.
- تستخدم في تصنيع أغذية الحيوانات الأليفة ومعجون الأسنان والآيس كريم والمستحضرات والكريمات.
- يتم إستخدام الطحالب في مرافق "معالجة مياه الصرف الصحي" مما يقلل من الحاجة إلى كميات أكبر من المواد الكيميائية السامة.

Dr. Abdel Fattah