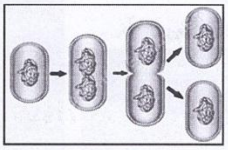
نمو وفيزيولوجيا الجراثيم

Growth & Physiology of Bacteria



تنمو الجراثيم في البيئات التي تتوفر فيها احتياجاتها الغذائية. وتتركب الجراثيم كيميائياً من: عديدات السكريد، بروتينات، شحوم، أحماض نووية وببتيدات سكرية، حيث يجب أن يصنع كل عنصر من العناصر السابقة من أجل نمو ناجح للجراثيم.

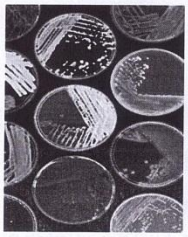
أهم الاحتياجات الغذائية لنمو الجراثيم

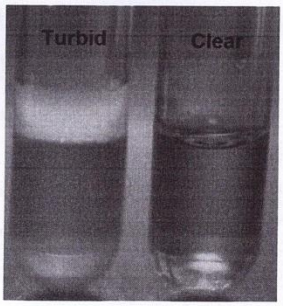
١. الكربون: ويتم الحصول عليه عند الجراثيم عبر طريقين اثنين، وبناء عليه يمكن تقسيم الجراثيم إلى نوعين:
   - ❑ جراثيم ذاتية التغذية **Autotrophic**: وهي الجراثيم التي تستخدم غاز ثاني أوكسيد الكربون كمصدر للحصول على الكربون (جراثيم رمية).
   - ❑ جراثيم غيرية التغذية **Heterotrophic**: وهي الجراثيم التي تملك القدرة على تحليل المواد العضوية المعقدة وتفكيكها مثل السكاكر للحصول على غاز ثاني أوكسيد الكربون والطاقة (جراثيم ممرضة).
٢. الشوارد اللاعضوية: وتشمل النتروجين، والكبريت، والفوسفات، والمغنيزيوم والبوتاسيوم، وعدداً من العناصر النادرة التي يحتاجها الجرثوم من أجل نموه.
٣. الأوكسجين والهيدروجين: ويحصل عليهما الجرثوم من الماء الذي يعد عنصراً أساسياً من عناصر النمو الجرثومي.
٤. المواد العضوية: وتعد أساسية من أجل نمو الجرثوم وهو يحتاجها بكميات مختلفة حسب نوعه، وتشمل هذه المواد السكريات والأحماض الأمينية والفيتامينات.

الدكتور عبد الكريم طالب اللوزي

يتضمن نمو الجراثيم زيادة في عدد وحجم الجراثيم ويشاهد بطريقتين:

- تكوين مستعمرات على المنابت الصلبة.
- تحول المنبت السائل الشفاف إلى عكر.





متطلبات النمو الجرثومي

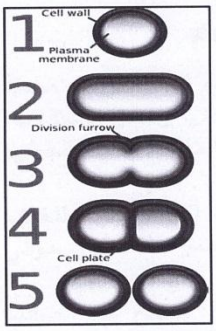
الاستقلاب: هو عبارة عن تفاعلات كيميائية منظمة ضمن الخلية الجرثومية وتشمل عمليتين:

- ❑ التقويض «الهدم»: وهو تحطيم وتجزيء المركبات العضوية واللاعضوية وإنتاج الطاقة.
- ❑ الابتناء «البناء»: وهو بناء المركبات العضوية عن طريق استهلاك الطاقة الناتجة عن الاستقلاب.

الاستقلاب عند الجراثيم

- تفرز الكثير من الجراثيم أنزيمات حلمهة مثل: الليباز - نوكلياز - بروتياز وغيرها.
- مهمة هذه الأنزيمات: تجزيئ المواد الغذائية خارج الخلية الجرثومية إلى جزيئات يتم نقلها بشكل فاعل إلى داخل الخلية من خلال الغشاء الهيولي.
- تقوم الخلية بأكسدة هذه الجزيئات للحصول على الطاقة.
- نواتج الأكسدة تستعمل في بناء العناصر البنيوية وتأمين الجزيئات الضرورية للاستقلاب وخاصة الابتناء.

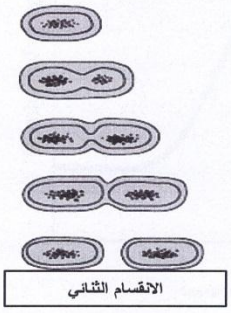
تكاثر الجراثيم
Reproduction of Bacteria

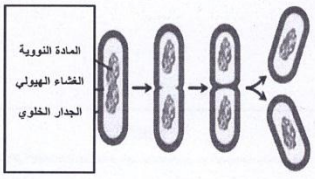


تتكاثر الجراثيم لا جنسياً عن طريق الانقسام الثنائي Binary Fission.
ويحدث عند الانقسام الثنائي ما يلي:

- زيادة في حجم الجرثوم (تطاول).
- تنسخ الصبغي.
- يرتكز الصبغيان عند طرفي الخلية ثم ينفصلان.
- تنقسم الهيولى إلى قسمين متساويين.
- يتكون حاجز بين القسمين ثم يتشكل الجدار الخلوي.

هذا التكاثر اللوغاريتمي **Logarithmic Growth** سوف ينتج من خلية جرثومية واحدة ١٦ خلية جرثومية بعد أربعة أجيال (٢-٤-٨-١٦)، ومتوسط زمن التضاعف * الزمن الفاصل بين انقسامين متتاليين * يمكن أن يتغير من جرثوم لآخر، فبينما يبلغ هذا الزمن عدة دقائق عند الاشريكية القولونية، نجده يمتد ليصل إلى (٢٤) ساعة عند المتفطرة السلية، وعلى جميع الأحوال كلما كان زمن التضاعف قصيراً كان معدل النمو أسرع.





أطوار نمو وتكاثر الجراثيم

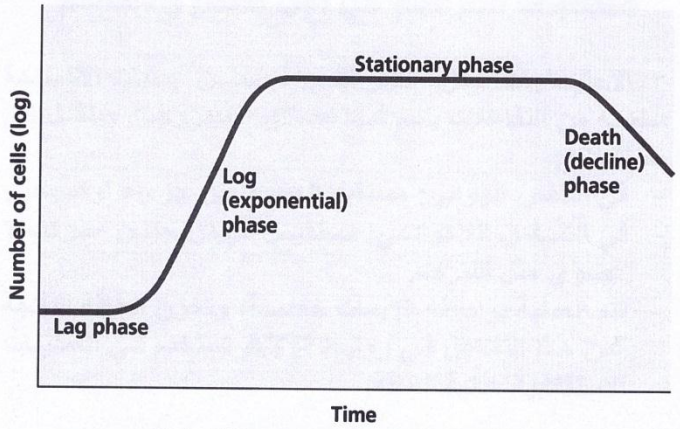
١- طور الكمون **Lag Phase**: لا ينقسم فيه الجرثوم إنما يدخل في مرحلة تكيف وتلاؤم مع الوسط الموجود فيه، ويزداد حجم الخلايا ومعدل الاستقلاب، وترتبط مدته بعمر الجرثوم وطبيعة البيئة الجرثومية المغذية وكمية الجرثوم المزروع ويمكن أن يستمر عدة دقائق أو عدة ساعات.

٢- الطور اللوغاريتمي **Log Phase**: يتميز بحدوث انقسام سريع للخلايا الجرثومية، وزيادة ثابتة لعدد الجراثيم مع الزمن، ويستمر هذا الطور حوالي ٦ ساعات.

٣- الطور المستتب أو الثابت **Stationary Phase**: يصبح عدد الجراثيم الناجمة عن عمليات الانقسام الخلوي مساوياً لعدد الجراثيم الهالكة، نتيجة قلة المواد الغذائية وتراكم نواتج الاستقلاب السامة وتغير درجة **PH**.

٤- طور الانحطاط أو الموت **Decline or Death**: انخفاض شديد في أعداد الجراثيم الحية، إذ تتوقف الجراثيم عن الانقسام ويزداد معدل موتها.

المنحنى البياني لأطوار نمو وتكاثر الجراثيم



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

متطلبات الجراثيم من أجل النمو والانقسام

١. مصدر للطاقة: من أجل عمليات الاستقلاب والبقاء حية وقادرة على التكاثر، ويعتبر الغلوكوز المصدر الرئيسي لأكثر الجراثيم الطبية.
٢. مصدر للتغذية: مهم لتأمين عملية الاستقلاب والانقسام، من أهم المواد: الكربون، الآزوت، الهيدروجين، الاوكسيجين، وبعض العناصر مثل: الكبريت، الفوسفور، الشوارد.

- الجراثيم الطبية غيرية التغذية: تحتاج إلى مواد عضوية معقدة مسبقة الصنع مثل (السكاكر والبروتينات والفيتامينات) كمصدر للكربون والآزوت، والماء (كمصدر للهيدروجين والاوكسجين).
- الكمية الحافظة: هي كمية الغذاء الضرورية لبقاء الجراثيم على قيد الحياة في حالة الراحة.
- كمية النمو: هي كمية الغذاء التي تحتاجها الجراثيم للقيام بوظائفها الاستقلابية اللازمة من أجل النمو والتكاثر.

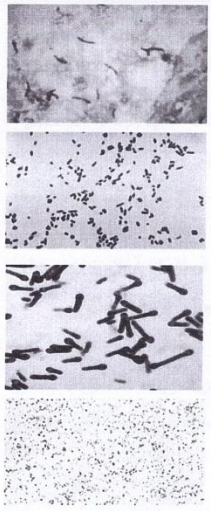
الدكتور عبد الكريم قنبر اللوز

متطلبات الجراثيم من أجل النمو والانقسام

٣- الاحتياجات الغازية للجراثيم: تتضمن عمليات الأكسدة سلسلة من التفاعلات يتم فيها اطلاق الهيدروجين وينقل إلى مستقبلاته:

- في التنفس الهوائي: مستقبل الهيدروجين جزيء اوكسيجين
- في التنفس اللاهوائي: مستقبل الهيدروجين مركب لا عضوي مثل النترات.
- تتم العملية بواسطة انزيمات خاصة، وتخزن الطاقة الناتجة عن هذا التفاعل في روابط **ATP** تستخدم في العمليات الاستقلابية عالية الطاقة.

تصنيف الجراثيم حسب احتياجها للأوكسيجين



١- جراثيم هوائية مجبرة: لا تنمو إلا بوجود الاوكسجين مثل المتفطرة السلية والعصوية الجمرية.

٢- جراثيم لا هوائية مخيرة: تستطيع النمو بوجود أو بغياب الاوكسجين مثل الاشريكية القولونية والسالمونيلة.

٣- جراثيم لا هوائية مجبرة: لا تنمو إلا بوسط خال من الاوكسجين مثل المطثيات.

٤- جراثيم أليفة الهواء القليل: يحتاج نموها إلى تركيز منخفض من الاوكسجين أقل من الموجود في الجو مثل البروسيلة المجهضة.

الدكتور عبد الكريم اللوز

متطلبات الجراثيم من أجل النمو والانقسام

٤- الحرارة المناسبة لنمو الجراثيم: تتراوح درجة الحرارة المناسبة لنمو الجراثيم بين ٢٥-٤٠مْ حسب النوع الجرثومي. اعتادت معظم الجراثيم الممرضة على النمو في معدل درجة حرارة جسم الإنسان، وتعتبر درجة ٣٧مْ المثلى لجميع الجراثيم. وتتلف معظم الجراثيم عند ٨٠مْ فما فوق. وقد قسمت الجراثيم حسب علاقتها بدرجة الحرارة إلى:

- الجراثيم أليفة الاعتدال Mesophilic Bacteria: إذ تعد درجة الحرارة ٣٧مْ المثلى للنمو.
- الجراثيم القرية Psychrophilic Bacteria: فتنمو عند درجة حرارة -٧ حتى ١٥مْ، والنمو الجيد يتم بدرجة حرارة الصفر مئوية.
- الجراثيم أليفة الحر Thermophilic Bacteria: تنمو عند درجة حرارة بين ٤٠- ٨٠مْ، ودرجة حرارة النمو المثلى هي ٦٠مْ.

متطلبات الجراثيم من أجل النمو والانقسام

٥- درجة الحموضة (الباهاء PH): تقع درجة الباهاء المثلى لنمو الجراثيم بين (٧,٤-٧,٢) إلا أن بعض الجراثيم تنمو بدرجة باهاء حامضية (Ph= 5)، وبعضها يعيش بدرجة باهاء قلوية (Ph= 8).

٦- الرطوبة: الماء أساسي للجراثيم فالنيسيرية البنية تموت عند التعرض للجفاف والمتفطرات والعنقوديات تتحمل وقتاً أطول.

٧- الضغط الحلولي: معتدل.

٨- الضوء: تفضل الجراثيم الظلام، لذلك التعرض للضوء يقلل من نموها، كما أن التعرض للأشعة فوق البنفسجية هو أحد أشكال التعقيم.