



النظام الإنزيمي في البكتيريا Enzyme System in Bacteria



✓ تتم التفاعلات البيوكيميائية المصاحبة لنمو البكتيريا بواسطة مجموعة

كبيرة من الإنزيمات

✓ تبدأ تفاعلات البناء أو الهدم بمساعدة إنزيم واحد في البداية تتبعه سلسلة

من التفاعلات التي تشترك فيها عدة إنزيمات يختص كل إنزيم بنوع

معين من التحولات الكيميائية - **بمعنى أن** مجموعة من هذه الأنشطة

الإنزيمية تؤدي إلى تكوين المنتج النهائي - وهذا ما يطلق عليه اسم

النظام الإنزيمي **Enzyme System** على مجموعة إنزيمات

البكتيريا التي تعمل في تكامل لاتمام العمليات الحيوية



النظام الإنزيمي في البكتيريا



● يقسم الجهاز الإنزيمي في البكتيريا إلى نوعين من الإنزيمات

(حسب طبيعة عملها) هما:

١. إنزيمات خارجية Extracellular Enzymes

٢. إنزيمات داخلية Intracellular Enzymes



النظام الإنزيمي في البكتيريا



١- إنزيمات خارجية Extracellular Enzymes

- تستطيع خلايا الكائنات الحية الدقيقة إفراز إنزيمات خارج الخلية - تحلل المواد العضوية المعقدة الموجودة في الوسط الغذائي مثل إنزيمات تخمر السكريات وتحلل البروتينات ووووو
- تستطيع هذه الإنزيمات أن تقوم بنفس عملها ونشاطها خارج الخلية في عدم وجود الخلايا الحية
- يمكن فصل هذه الإنزيمات بواسطة وضع المزرعة البكتيرية السائلة في جهاز الطرد المركزي ثم ترشيح السائل العلوي من خلال مرشح بكتيري لضمان فصل الخلايا عن الراشح المحتوي على الإنزيمات الخارجية



النظام الإنزيمي في البكتيريا



١- إنزيمات خارجية Extracellular Enzymes

● يمكن الاستدلال على وجود الإنزيمات الخارجية في البكتيريا بواسطة المواد المستخدمة للكشف عن وجود الإنزيمات مثل:

تحلل الكازين – تحلل النشا – تحلل الدهون

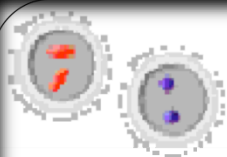
● بعض أنشطة الإنزيمات الخارجية في البكتيريا - منها :

١. البكتيريا المحللة للبروتين

٢. بكتيريا التخمر

٣. إسالة الجيلاتين

٤. تحليل الكازين



النظام الإنزيمي في البكتيريا



البكتيريا المحللة للبروتين Proteolytic Bacteria

✓ تستطيع بعض الأنواع البكتيرية تحليل المواد البروتينية مثل

اللحوم والأسماك والبيض ومصل الدم

✓ يتصاعد نتيجة هذا التحلل روائح كريهة وذلك لتكون غازات (منها

الامونيا وكبريتيد الإيدروجين H_2S)

✓ تشترك مجموعات مختلفة من البكتيريا في عملية تحليل تلك المواد

البروتينية (العضوية) معقدة التركيب – فهي سلسلة من العمليات

المتتابعة تتم بفعل نشاط الإنزيمات البكتيرية المتكونة



النظام الإنزيمي في البكتيريا



البكتيريا المحللة للبروتين Proteolytic Bacteria

- عملية تكسير جزئ البروتين بواسطة الإنزيمات البكتيرية ضرورية حتى يمكن تحليله – حيث أن جزئ البروتين كبير الحجم ولا يمكن أن ينفذ خلال جدر وأغشية خلايا الميكروبات – لذلك لابد من أن يتحلل خارجياً إلى جزيئات أصغر وهي الأحماض الامينية ويصل تحليلها في النهاية إلى تكوين الامونيا



- والأحماض الامينية المتكونة تستخدمها الميكروبات الهيتروتروفية كمصدر **N & C**



النظام الإنزيمي في البكتيريا



بكتيريا التخمر Fermentation

- تختلف الأنواع البكتيرية في قدرتها على تخمر الأنواع المختلفة من المواد الكربوهيدراتية

- أنواع بكتيرية قليلة تستطيع تحليل المواد الكربوهيدراتية الأكثر تعقيداً مثل السليولوز

- أنواع بكتيرية أخرى تستطيع تحليل المواد الكربوهيدراتية المعقدة نسبياً مثل

الانيولين والدكسترين والنشا

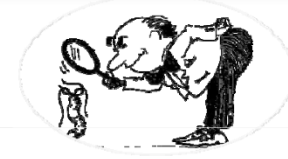
- عدد كبير من الأنواع البكتيرية تحلل السكريات الثنائية مثل

السكروز والمالتوز واللاكتوز

- تستطيع معظم أنواع البكتيريا تخمر السكريات الأحادية مثل الجلوكوز والفراكتوز



النظام الإنزيمي في البكتيريا



بكتيريا التخمر Fermentation

- يتضح من ذلك قدرة البكتيريا على تحلل المواد الكربوهيدراتية بواسطة الإنزيمات البكتيرية يختلف حسب درجة تعقد تركيبها
- تقل الأنواع البكتيرية القادرة على التحلل كلما زادت درجة تعقد المادة
- بمعنى آخر – كلما كانت المادة بسيطة التركيب كلما كان تحللها أسرع
- أى أن معظم البكتيريا المتواجدة في الوسط قادرة على تحللها
- سرعة التحلل
- السكر القابل للذوبان في الماء < النشا < الانيولين < السليولوز < وهكذا

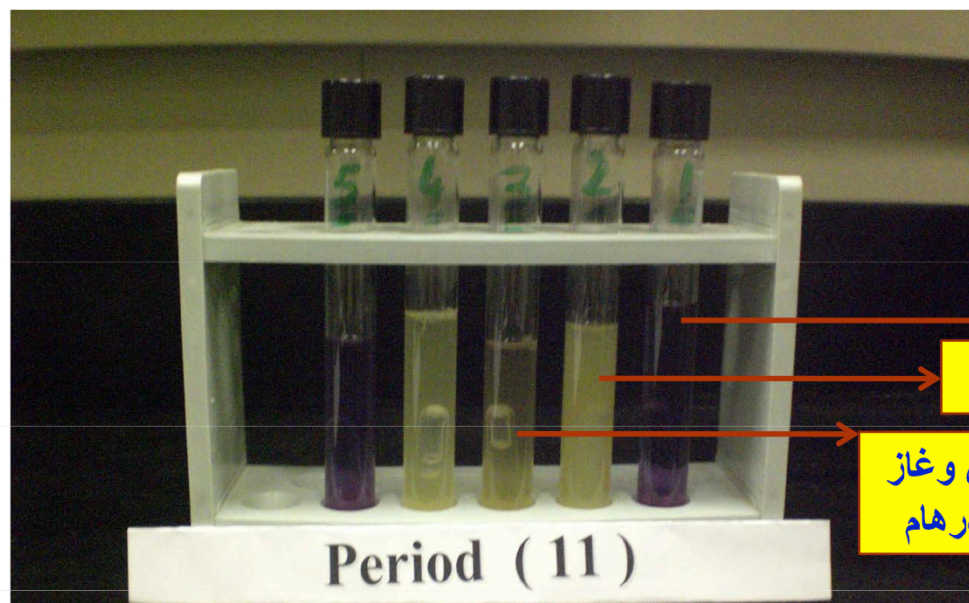


النظام الإنزيمي في البكتيريا



بكتيريا التخمر Fermentation

• يتكون خلال عملية التخمر أحماض عضوية مصحوبة بتصاعد غاز



كـونـترول

إنتاج حامض

إنتاج حامض وغاز
في أنبوب درهام

صورة من تجربة توضح قدرة الأنواع البكتيرية على تخمر السكريات وإنتاج حامض وغاز
الكـونـترول (بنفسجي) – تخمر السكر وإنتاج حامض (أصفر) – وإنتاج الغاز متجمع في أنبوب درهام



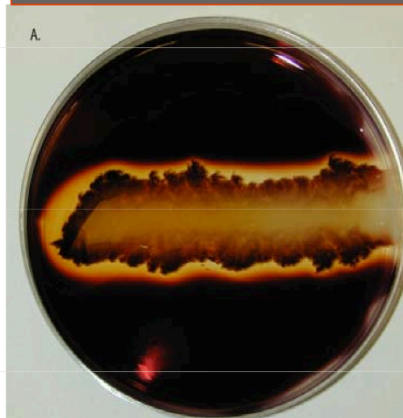
النظام الإنزيمي في البكتيريا



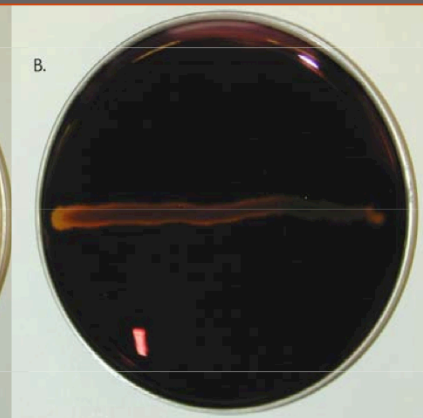
بكتيريا التخمر Fermentation

تعتبر تفاعلات التخمر بواسطة البكتيريا أحد الطرق السريعة والهامّة للتمييز بين الأنواع البكتيرية المختلفة

تحلل النشا بواسطة إنزيم الأميليز (خارجي) البكتيري



Positive (+)



Negative (-)



أطباق بيئة النشا مغمورة باليود – يلاحظ الهالة الرائقة في منطقة تحلل النشا



النظام الإنزيمي في البكتيريا



إسالة الجيلاتين

Liquefaction of Gelatin

- الجيلاتين هو أحد البروتينات – ونظراً لطبيعته الكيميائية ، يكون عرضة للتحلل بأنواع مختلفة من البكتيريا
- تكون مادة الجيلاتين في حالة سائلة عند إذابته في الماء الساخن – ويكون في حالة جيلاتينية (صلبة) عند تبريده
- إذا تعرض الجيلاتين للتحلل بواسطة البكتيريا يفقد طبيعته تحوله إلى الحالة الجيلاتينية



النظام الإنزيمي في البكتيريا



إسالة الجيلاتين

Liquefaction of Gelatin

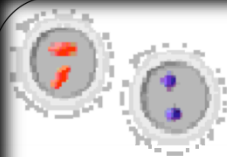
- يتحلل الجيلاتين بواسطة إنزيم الجيلاتينيز **Gelatinase** الذي يفرز بواسطة بعض الأنواع البكتيرية خارجياً في الوسط الغذائي
- ملحوظة:

للكشف عن وجود إنزيم الجيلاتينيز في البكتيريا لابد من استخدام

وسط غذائي يحتوي فقط على مادة الجيلاتين ولا يحتوي على أي

لأن الإنزيم لا يتكون أبداً أو يتكون
بنسبة بسيطة جداً

مصدر آخر من المواد الكربوهيدراتية



النظام الإنزيمي في البكتيريا



إسالة الجيلاتين Liquefaction of Gelatin

● اختبار تحلل الجيلاتين من التجارب

اختبار يوضح إسالة الجيلاتين



Positive (+)



Negative (-)

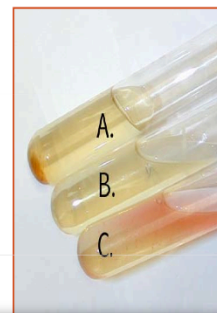
الأساسية في تقسيم وتعريف

البكتيريا

● تقسم البكتيريا إلى مجموعتين

على أساس

خاصية إسالة الجيلاتين



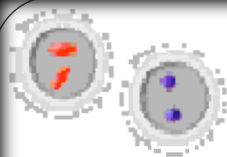


النظام الإنزيمي في البكتيريا



تحليل الكازين Hydrolysis of Casein

- الكازين **Casein** هو بروتين اللبن
- بعض الأنواع البكتيرية تحلل بروتين اللبن إلى وحدات صغيرة ذائبة –
تسمى هذه العملية الببتنة **Peptonization**
- الإنزيم المسئول عن تحلل مادة الكازين هو **كازييز Casease** –
وهو إنزيم خارجي تفرزه الخلايا البكتيرية في الوسط النامية فيه
- اختبار تحلل الكازين من الاختبارات الهامة في تقسيم وتعريف البكتيريا



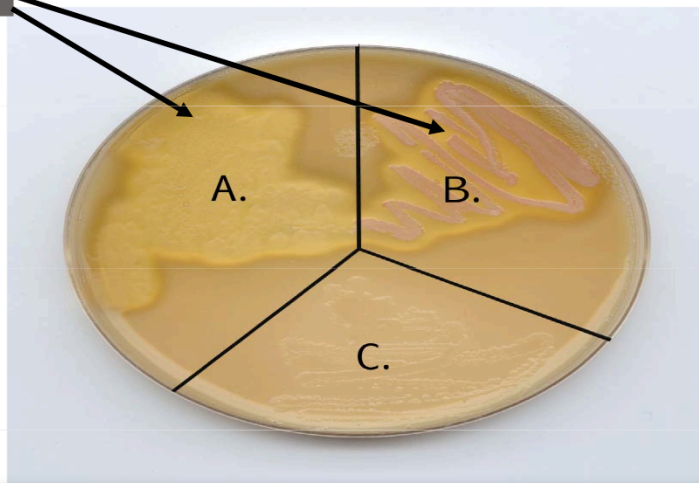
النظام الإنزيمي في البكتيريا



تحليل الكازين Hydrolysis of Casein

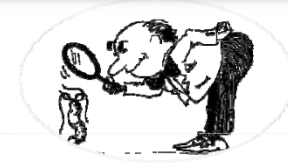
● تجربة تحليل الكازين – توضح كمية النمو في النتيجة الموجبة والبيئة الغذائية الرائقة في منطقة النمو تحلل الكازين في منطقة النمو

Positive (+)





النظام الإنزيمي في البكتيريا



الإنزيمات الداخلية

Intracellular Enzymes

● لا تفرز خارج الخلية - وبالتالي لا يمكن فصلها أو التعرف عليها في

الوسط الخارجي النامية فيه الخلايا البكتيرية

● بل لدراسة الإنزيمات الداخلية لابد من تحلل أو إذابة جدر الخلية

لخروج محتوياتها

● من طرق تحلل أو تكسير جدر الخلية البكتيرية :

طحن الخلايا – التحلل الإنزيمي – استخدام الموجات فوق الصوتية



النظام الإنزيمي في البكتيريا



الإنزيمات الداخلية

Intracellular Enzymes

● من الإنزيمات الداخلية في البكتيريا

إنزيمات التنفس وإنزيمات الهدم والبناء

● لا توجد الإنزيمات الداخلية موزعة بطريقة عشوائية داخل الخلية –

بل توجد داخل تراكيب خلوية خاصة مثل

الغشاء السيتوبلازمي أو الريبوسومات



النظام الإنزيمي في البكتيريا



● يتكون في البكتيريا نوعين من الإنزيمات هما:

١. إنزيمات أساسية **Constitutive Enzymes**

٢. إنزيمات تكيفية **Adaptive Enzymes**



الأنماط الغذائية للبكتيريا



١- إنزيمات أساسية Constitutive Enzymes

- هي الإنزيمات التي تتكون بصفة دائمة بصرف النظر عن وجود أو عدم وجود مادة تفاعلها Substrate
- أي أن الإنزيمات الأساسية تتكون بصورة عادية بدون أي اعتبار لتركيب الوسط الغذائي



الأنماط الغذائية للبكتيريا

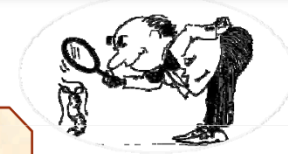


٢- إنزيمات تكيفية Adaptive Enzymes

- هي الإنزيمات التي تتكون في الخلية عند الحاجة إليها فقط
- عندما ينمو نوع من البكتيريا على وسط غذائي يحتوي على مادة جديدة (غير مألوفة) – فإنه يستطيع بعد فترة من الزمن أو بعد تكرار زرع هذا النوع على الوسط الجديد – أن يُكوّن إنزيم خاص يحلل المادة الجديدة ويستخدمها للنمو
- ويختفي نشاط الإنزيمات التكيفية في الخلايا البكتيرية عندما يتم زراعتها مرة أخرى على وسط غذائي لا يحتوي تلك المادة



الأنماط الغذائية للبكتيريا



٢- إنزيمات تكيفية Adaptive Enzymes

● كلما كانت الفترة الزمنية التي تحتاجها الخلية البكتيرية لتكوين الإنزيمات التكيفية طويلة – تحتاج الخلية إلى زمن أطول لزراعتها على وسط خالي من المادة الجديدة حتى تفقد الخلية قدرتها على تكوين الإنزيم التكيفي – هذا يعني Enzymatic Deadaptation أن سرعة اختفاء الإنزيمات التكيفية تتناسب طردياً مع مدة تكوّن الإنزيم