علم البكتيريا العام

محاضرة ١٩

التفاعلات الايضية البكتيرية Bacterial Metabolism

- الخلية البكتيرية على صغر حجمها تنمو وتتكاثر وتحدث تغييرات كيميائية في البيئات التي تعيش فيها
- تعتبر القدرة على احداث التغيرات الكيميائية السريعة في بيئة النمو من اهم الصفات التي تفرق بين لكائنات الحية والاخرى غير الحية
- البكتيريا تتواجد في بيئات تحتوي العديد من المواد التي تستخدم بعضها ولا تهتم بالبعض الاخر، حيث تدخل بعض المواد الكيميائية لداخل الخلايا البكتيرية وتحولها لمواد اخرى، و تحللها الى مواد بسيطة، والبعض منها يستعمل مباشرة في تخليق وحدات بروتوبلازمية معقدة التركيب
- وبعد ذلك تخرج الخلايا البكتيرية المواد التي تستغني عنها والغير مفيدة للخلية خارج حدود الخلية

- **هذه القدرة الكبيرة والنشاط العالي في عمليات البناء والهدم لمواد الكيميائية تعرف بالتفاعلات الايضية Metabolism**
- **كلمة Metabolism تعني التفاعلات التي تشمل انتقال مجاميع من الذرات او ذرات فردية او الكترونات من تجمعها في مركبات معينة الى تجمعات جديدة تظهر في صورة مركبات أخرى**

- **التفاعلات الأيضية تنقسم الى نوعين**
- **١- عمليات الهدم Catabolism تشمل تحليل مواد التفاعل المعقدة**
- **٢- عمليات البناء Anabolism تشمل بناء او تخليق المكونات الخلوية**

- التفاعلات الأيضية في البكتيريا لاتقل تعقيدا عن تلك الخاصة بالخلايا الراقية، الا ان الانزيمات المسئولة عن هذه التفاعلات واسسها العامة والغرض الاساسي من حدوثها بالنسبة لخلية، قد تختلف قليلا في التفاصيل عن الكائنات الراقية

الأنزيمات البكتيرية Bacterial Enzymes

- النشاط الكيميائي للخلايا البكتيرية والخلايا الحية الاخرى يرجع كلية لوجود الانزيمات

- **الانزيمات: هي مواد عضوية تنتجها الخلايا الحية تعمل كعوامل مساعدة في التفاعلات الحيوية المختلفة وتزيد من سرعة التفاعلات دون اى تغير في طبيعة المواد الناتجة**

- النشاط الانزيمي يعتمد على لعديد من العوامل الفيزيائية (pH- تتاثر وتفسد بالحرارة المرتفعة-
- اغلب الانزيمات تظهر تخصص ملحوظ بمواد تفاعلها
- درجة توزيع الانزيمات تختلف بين البكتيريا المختلفة
- التفاعلات الأنزيمية تفاعلات عكسية (بمعنى ان الانزيم الذي يساعد على اتمام تفاعل في اتجاه معين يمكنه ايضا ان يساعد على اتمام التفاعل في الاتجاه المعاكس وبنفس السرعة)

- بالرغم من ان كل الأنزيمات ذات طيعة بروتينية الا أن الكثير منها يتكون من جزأين **(احدهما ذو طبيعة بروتينية Apoenzeme) (والجزء الأخر غير بروتيني يعرف بالمرافق الأنزيمي Coenzyme ويمكنه ان ينفصل عن الجزء البروتيني للأنزيم)**

أنواع الأنزيمات البكتيرية

- تنقسم تبعا للتفاعلات التي تعمل فيها كعوامل مساعدة- فالانزيمات التي تساعد في تفاعلات ازالة الهيدروجين تعرف بـ dehydrogenases- التي تساعد في تفاعلات ازالة Co2 تعرف بـ decarboxylases
- تحتوي الخلايا البكتيرية على عدد كبير من الانزيمات المختلفة التي تساعدها في التفاعلات الاساسية التالية

- **أولا: الاكسدة والاختزال Oxidation & Reduction:** المادة التي تتاكسد تفقد الكترونات والتي اختزلت تكتسب الكترونات جديدة- العمليتان تحدثان بنفس الوقت-عمليات الاكسدة ليست مقصورة على اتحاد المواد بالاكسجين حيث ان بعض البكتيريا يمكنها النمو في غياب الاكسجين ومع ذلك تكون قادرة على الحصول على الطاقة اللازمة لها من خلال عمليات الاكسدة- الأكسدة البيولوجية الهوائية تستعمل الاكسجين تعرف بعملية **التنفس Respiration-** الاكسدة البيولوجية الغير هوائية في غياب الاكسجين تعرف باسم عملية **التخمر Fermentation** –كلا من عمليتين لتنفس والتخمر تعتبر من الطرق الأساسية للحصول على الطاقة اللازمة للخلايا الحية حيث ان كلا منها يؤدي الى اكسدة بعض المواد ولكنهما يختلفان عن بعض في الطريقة التي يزال ويستقبل بها الاكسجين
- عمليات الاكسدة والاختزال تتم بواسطة انزيمات تزيل الهيدروجين dehydrogenase – تختلف هذه الانزيمات في حالة التنفس عنها في التخمر حيث انها توصل الهيدروجين الى الاكسجين في حالة التنفس- بينما في حالة التخمر لاتوصل الهيدروجين المنزوع او المفصول الى الاكسجين

- **ثانيا: التحلل المائي Hydrolysis:** هي الانزيمات المسئولة عن عمليات الهضم والتي يتحلل فيها البروتين الى احماض امينية والدهون الى احماض دهنية وجليسرول والكربوهيدرات المعقدة الى سكريات اقل تعقيدا

- **ثالثا: ازالة مجاميع الأمين Deamination:** ازالة مجاميع الامين من جزيئات الأحماض الأمينية نادرا ما تتم في خطوة واحدة- عملية ازالة مجاميع الامين يمكن ان تم عن طريق اختزالي او طريق تحللي

- **رابعا: ازالة مجاميع الكربوكسيل Decarboxylation:** عملية ازالة Co2 من مجاميع الكربوكسيل في جزيئات الاحماض الامينية او الاحماض الكيتونية تم بواسطة انزيم decarboxylase- هذا الانزيم يهاجم جزي الحمض الكتيوني ويفصل CO2 منه تاركا الالدهيد المقابل

- **خامسا: عمليات الفسفرة Phosphorylation :** عمليات الاكسدة الغير هوائية للكربوهيدرات تقتضي فسفرة الكربوهيدرات مبدئيا عن طريق سلسلة من التفاعلات التي تتضمن مركب ATP والفوسفات لغير عضوية- المركبات المفسفرة تدخل في تفاعلات عديدة مؤدية الى تكوين مركب معروف باسم phosphpyrovic والذي ينفصل منه الفوسفات

الظروف المؤثرة على تكوين الانزيمات بالخلايا البكتيرية

- انزيمات الخلايا البكتيرية تكون عرضة لتاثير التغيرات البيئية الشديدة المستمرة بدرجة واضحة، على عكس المحتويات الانزيمية للكائنات الراقية التي تكون ثابتة نسبيا حيث ان طبيعة وضعها في هذه الخلايا يجعلها اقل عرضة للتغيرات البيئية
- الخلية البكتيرية الواحدة لاتمتلك كل الانزيمات اللازمة للتفاعل مع كل الظروف البيئية في وقت واحد- لكن المحتويات الانزيمية الحقيقية للخلايا البكتيرية تكون محدودة بدرجة كبيرة بالظروف الخارجية- وبالتالي فان الخلية التي تنمو في ظروف هوائية تكون مجهزة بانزيمات الاكسدة في حين تلك التي تنمو تحت ظروف لاهوائية تكون خالية من هذا النوع من الانزيمات وتكون مجهزة بانزيمات التحولات الايضية الغير هوائية
- المحتويات الانزيمية الحقيقية للخلية البكتيرية هو ذلك الجزء من قدرتها الانزيمية الفعلية التي توافق العوامل البيئية التي تنمو عليها الخلية ومن هذه العوامل
- **أ) التركيب الكيميائي للبيئة:** قدرة البكتيريا على تخمير بعض السكريات تكتسب دائما اذا تمت تنميتها في وجود هذه السكريات- لقد تم تقسيم الانزيمات الى: **انزيمات تطبعية adaptive** تتكون فقط في وجود مادة التفاعل المتخصصة لها أي لاتتكون الا حسب الحاجة **وانزيمات اصلية constiutive** تتكون في الخلايا سواء ودت مادة تفاعلها او لم توجد في البيئة
- **ب) العوامل الفيزوكيميائية : ١- التهوية:** البكتيريا اختيارية التهوية يمكنها النمو في وجود وغياب الاكسجين أي يمكنها ان تكون كل محتوياتها الانزيمية تحت هذه الظروف
- **٢- درجة pH:** انزيمات البكتيريا تتكون في مجال pH الملائم لها
-

- **ج) درجة حرارة النمو:** درجة الحرارة المثالية للنمو لاتعني انها نفس الدرجة المثالية للتحولات الايضية البكتيرية- لقد اجريت عدة دراسات على تاثير درجة الحرارة على تكوين الانزيمات وقد وجد ان تخليق البروتينات الخلوية يتم بدرجة اكبر على الدرجات المنخفضة نسبيا من الحرارة

- **د) عمر المزرعة:** النشاط الانزيمي للخلايا يزداد وهي في اطوارها الاولى من النمو- حيث ان الخلايا تكون اكبر حجما اثناء هذه الاطوار عنها في الاطوار المتاخرة حيث انها تحتوي على كمية اكبر من البروتوبلازم وبالتالي كمية اكبر من الانزيمات- المحتويات الانزيمية تختلف باختلاف عمر الخلايا- حيث ان الظروف الفيزيائية والكيميائية تتغير اثناء نمو الخلايا البكتيرية في المزرعة نتيجة النشاط الخلوي الايضي وبالتالي يتاثر تكوين الانزيمات في مراحل النمو