علم البكتيريا العام

محاضرة ٢١

التحولات الأيضية للكربوهيدرات

- النمو البكتيري يتضمن تمثيل المواد الغذائية الأساسية التي تتوفر في بيئة النمو وتحويلها الى مكونات خلوية مختلفة
- المكونات الخلوية تكون اكثر تعقيدا من المواد الغذائية الاساسية، فمثلا البكتيريا ذاتية التغذية يمكنها أن تكون بروتينها الخلوي من الامونيا و Co2
- إن كمية الطاقة المخزونة بالمحتويات الخلوية اكبر بكثير من الطاقة المتواجدة بالمواد الغذائية
- اذا، يلزم توفير طاقة قبل ان تبدأ الخلايا في عملياتها التخليقية وتكتسب المحتويات الخلوية الطاقة المرتفعة عن طريق هدم مكونات البيئة التي تستعملها كمصدر للطاقة
- عادة تحصل الخلايا البكتيرية على طاقتها بهدم الكربوهيدرات المتواجدة بالبيئة
- عملية الهدم يمكنها ان تحدث تحت ظروف لاهوائية (التخمر) او تحت ظروف هوائية عن طريق عمليات تاكسدية (التنفس)
- للتحولات الايضية للكربوهيدرات طريقين رئيسيين كل منهما يتضمن مجموعة من التفاعلات تؤدي الى تحويل الجلوكوز الى حمض البيروفيك (المادة الاساسية التي تتكون في التخمرات المختلفة)
- معظم انواع البكتيريا يمكنها العيش على بيئات تحتوي كربوهيدرات
- غالبيتها العظمى يمكنها استعمال الجلوكوز كمصدر للكربون

- يمكن التفرقة بين البكتيريا في الدراسات التصنيفية على أساس قدرتها التخميرية وعلى أساس المواد الناتجة من التفاعلات التخمرية

- **تبعا لنواتج تخمر الجلوكوز أمكن تمييز ٦ مجاميع تخمرية مختلفة من البكتيريا**

- ١- بكتيريا تحدث تخمر كحولي

- ٢- بكتيريا تحدث تخمر لاكتيكي بسيط حيث يتحول الجلوكوز إلى حمض لاكتيك وتعرف البكتيريا بالبكتيريا أحادية التخمر مثل *Streptococcus* و *Lactobacillus*

- ٣- بكتيريا تحدث تخمر لاكتيكي مختلط Mixed acid fermentation حيث ينتج حمض لاكتيك مختلطا مع حمض الخليك وكحول الايثايل و Co2 واحيانا جليسرول

- ٤- بكتيريا تحدث تخمر بروبيوني حيث ينتج كمية بسيطة من حمض اللاكتيك علاوة على حمض الخليك وحمض البروبيونيك وحمض السكسنيك وCo2

- ٥- بكتيريا مجموعة القولون يمكنها إحداث تخمر مميز يتكون نتيجته حمض لاكتيك وحمض الفورميك وكحول الايثايل وبيوتيلين جليكول وأحيانا أسيتون، وتقسم هذه المجموعة إلى مجموعة تعطي تخمرات حمضية مختلطة ومجموعة تعطي بيوتيلين جليكول

- ٦- بكتيريا تحدث تخمر بيوتيري لا تنتج حمض اللاكتيك بل تنتج حمض خليك وحمض بيوتيريك وكمية كبيرة من غازي الهيدروجين و Co2

- **نظام Meyrhof Embdene system:** من اكثر الطرق دراسة يمثل خطوة تحول (الجلوكوز- ٦- فوسفات الى حمض البيروفيك)- يشمل الطرق الرئيسية المتبعة في هدم الجلوكوز في أنسجة عضلات الكائنات الحية وفي خلايا الخميرة ويحدث بكثرة في الخلايا البكتيرية- له أهمية في التحولات الايضية التي يقوم بها الكثير من الكائنات الحية وهو الطريق الرئيسي للتحولات الكربوهيدراتيه في بعض الكائنات الدقيقة- إن تكون حمض البيروفيك من سكر الجلوكوز عن طريق هذا النظام يقتضي إنتاج طاقة للخلايا لغرض نموها، وتستغل الخلايا هذه الطاقة في عمليات البناء وغيرها من العمليات الحيوية اللازمة للخلية وتنتج هذه الطاقة نتيجة تكسير الروابط الفوسفورية المختلفة

- الروابط الفوسفورية في جزيء ATP تعتبر روابط غنية بالطاقة و ATP يعتبر الصورة التي يختزن بها الطاقة في خلايا الكائنات الحية لحين الحاجة إليها

- حمض البيروفيك الناتج من عمليات هدم الجلوكوز (سواء ناتج من طريق glycolysis أو الذي ينتج مختلطا مع مركب آخر نشط يحتوي ذرتين من الكربون عن طريق تحويله الفوسفات الأحادي يعتبر مركزا لعدة تفاعلات ايضية أخرى تقوم بها الخلايا عن طريق تفاعلات مختلفة)

- **هناك ٥ طرق رئيسية يهدم عن طريقها حمض البيروفيك تتلخص فيما يلي:**

- **الطريقة الاولى:** اختزال حمض البيروفيك إلى حمض اللاكتيك (إنزيم lactic dehydrogenase)- تحت الظروف اللاهوائية يتم الحصول على الهيدروجين من المرافق الإنزيمي المختزل الناتج من عملية glycolysis – عدم إنتاج أي غازات

- **الطريقة الثانية:** يثبت بجزيء حمض البيروفيك مع جزيء Co2 عن طريق عملية carboxylation ليتكون منه حمض اوكسالاستيك بمساعدة انزيم oxalaccetate decarboxylase- المركب الناتج احد المركبات الوسطية في دورة حمض الستريك

- **الطريقة الطريقة الثالثة:** ينفصل جزيء Co2 من حمض البيروفيك نتيجة عملية decarboxylation ويتكون مركب وسطي نشط يتكون من ذرتين من الكربون ويمكن ان يتكون مركب معقد منه مع الانزيم- مثل هذه التفاعلات تحتاج فيتامين B1

- **الطريقة الرابعة:** يتحول حمض البيروفيك الى اسيتالدهيد نتيجة عملية decarboxylation– هذه العملية قليلة الحدوث في البكتيريا لكنها مهمة للخميرة- يختزل الاسيتالدهيد الى كحول الايثايل

- **الطريقة الخامسة:** يمكن لحمض البيروفيك ان ينقسم الى قسمين احدهما جزيء مكون من ذرتين من الكربون (حمض الخليك) وجزيء مكون من ذرة كربونية واحدة (حمض الفورميك)

- بكتيريا *Sreptococcus faecales* تقوم بانتاج حمض اللاكتيك في غياب الهواء تماما كما يحدث في وجوده
- بكتريا *Prpionibacterium* تنتج حمض البروبيونك نتيجة لتخمر الجلوكوز- يمكن عزلها من الجبن الجاف