**المحاضرة الثانية عشرة تقنيات التخمر**

**--------------------------------------------------------------------------------**

**نشوء الكلوكوز**

**دورة تخليق الجلوكوز (Gluconeogenesis) هي الدورة التي يتم فيها تخليق**[**الجلوكوز**](http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AC%D9%84%D9%88%D9%83%D9%88%D8%B2)**من مواد كربونية غير سكرية مثل [البيروفات](http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AD%D9%85%D8%B6_%D8%A8%D9%8A%D8%B1%D9%88%D9%81%D9%83" \o "حمض بيروفك) [واللاكتات](http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AD%D9%85%D8%B6_%D9%84%D8%A7%D9%83%D8%AA%D9%8A%D9%83" \o "حمض لاكتيك)** [**والجليسرول**](http://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%AC%D9%84%D9%8A%D8%B3%D8%B1%D9%88%D9%84)[**والأحماض الأمينية الجلوكوجينية**](http://ar.wikipedia.org/w/index.php?title=%D8%AD%D9%85%D8%B6_%D8%A3%D9%85%D9%8A%D9%86%D9%8A_%D8%AC%D9%84%D9%88%D9%83%D9%88%D8%AC%D9%8A%D9%86%D9%8A&action=edit&redlink=1)**.**

**وتحصل هذه العملية في البكتريا عند فترة التجويع اي عندما يكون مستوى الكلوكوز منخفض في المحيط الذي تنمو فيه البكتريا . وهي عملية مستهلكة للطاقة بشكل ATP حيث يتم استهلاك اربع جزيئات من الادينوسين ثلاثي الفوسفات ليتحول جزئ واحد من حامض البايروفيك الى جزيئة Glucose -6- phosphate . وغالبا ما تستخدم البكتريا خطوات دورة الكلاكوليسز بصورة ِخطوات انزيمية وان ( 7 )منها تكون معكوسة اي ان نفس الانزيم يحفز التفاعل الامامي forward reaction والتفاعل الخلفي back reaction , كما تحتوي هذه الدورة على ثلاث خطوات غير معكوسة وهي الخطوة الاولى والثالثة والاخيرة . ويتم هذا التحول عن طريق اربعة خطوات حيث يتحول البايروفيت وهو مركب ثلاثي الى مركب وسطي رباعي الكربون هو ( OAA ) oxaloacetic acid بواسطة انزيم pyruvatecarboxylase والذي يضيف مجموعة كربوكسيل الى المركب الاصلي والتي مصدرها جزيئة ثنائي اوكسيد الكربون CO2 وهذه الخطوة تحتاج الى طاقة بشكل جزيئة ATP. ثم يتحول مركب ( OAA ) الى phosphoenolpyruvate PEP)) بواسطة انزيم carboxykinas PEP وهذه الخطوة تستهلك جزئ طاقة واحد بشكل GTP. والخطوة الثانية الغير معكوسة هي تحول F-1,6-p الى F-6-P حيث يفقد جزيئة فوسفات والانزيم المسؤول عن هذه الخطوة هو phosphofructokinase , والخطوة الاخيرة هذه الدورة هي تحول مركب glucose -6-phosphate الى glucose بواسطة انزيم hexokinase الذي يحذف جزيئة الفوسفات من المركب المفسفر ليحوله الى الكلوكوز , وبذلك ينتج الكلوكوز من دورة الكلايكوليسز .**

**السيطرة على عملية التحلل السكري :**

**هناك نقطتان مهمتان لعملية التحلل السكري هما :**

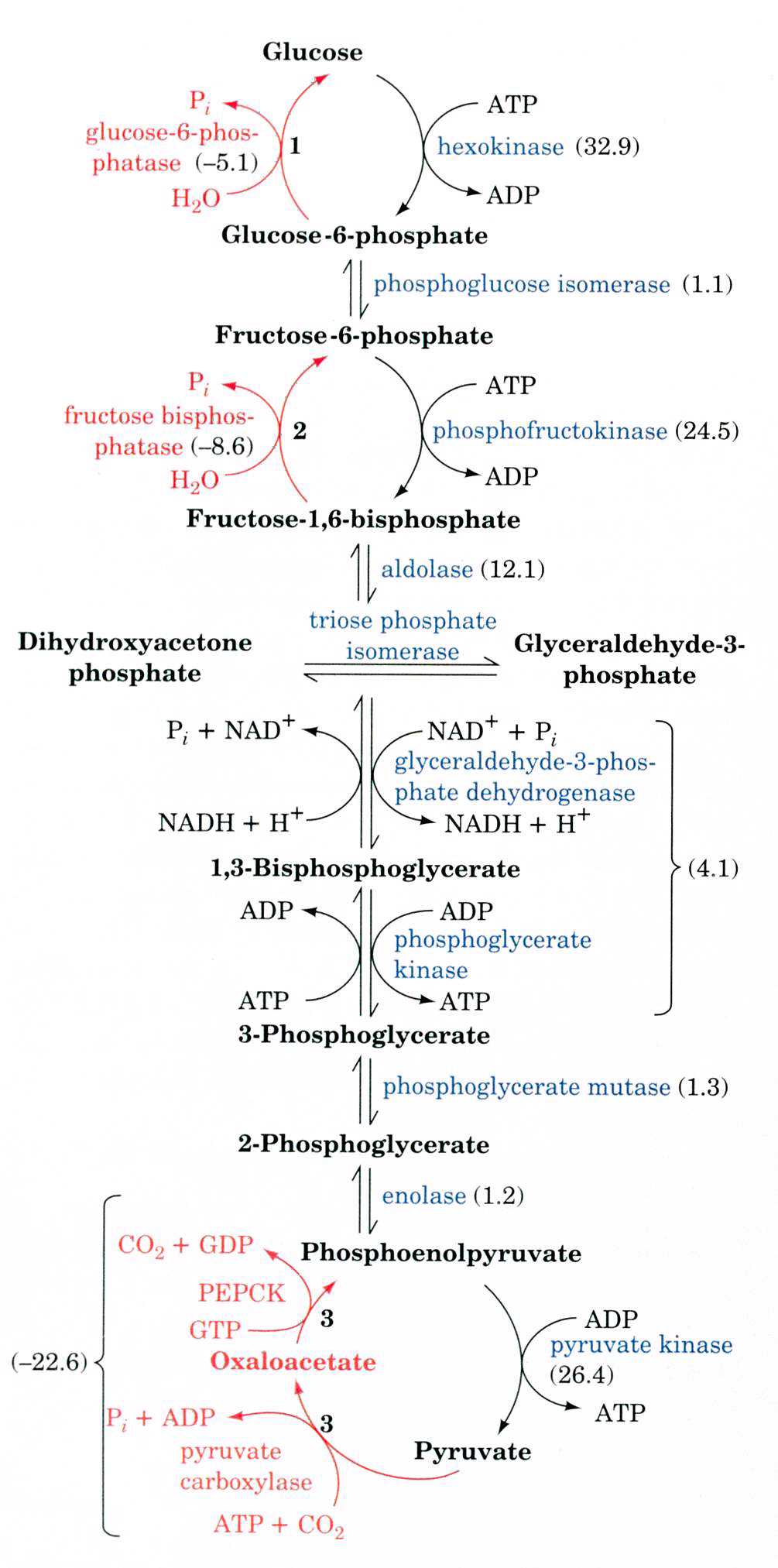
1. **تجهيز الطاقة اما بشكل مباشر بتكوين ATP من خلال اكسدة المركبات الوسطية الناتجة بدورة Tricarboxylic acid (TCA) .**
2. **تكوين الهيكل الكربوني لمكونات الخلية المختلفة .**

**ويستخدم مصطلح amphibolic reaction عادة للتعبير عن هكذا تفاعلات مزدوجة لتميزها عن التفاعلات الهدمية catabolism الصرفة التي تحرر الطاقة فقط ويميزها ايضا عن عمليات البناء anabolism وان الطاقة الناتجة في التفاعلات الباعثة للطاقة exergonic سوف تستهلك في تفاعلات الممتصة للطاقة endergonic عند عمليات التحول لل ADP و AMP والانزيم المسؤول عن عمليات النحول هو adenylate cyclase .**

**2ADP ATP + AMP**

**فعندما يكون محتوى الطاقة واطئ داخل الخلية فان عملية الكلايكوليسز ستتحفز وبالعكس عندما يكون محتوى الطاقة عالي فان العملية ستنخفض او تتوقف بشكل نهائي . وتكون عملية التحول هذه متوازنة وتحصل بتفاعلين محددين بالدورة وهما :**

1. **تفاعل الفسفرة fructose-1,6-bisphosphste والذي يتم بفعل انزيم phosphofructokinase (PFK) .**
2. **تحول مركب phosphoenolpyruvate (PEP) الى البايروفيت بفعل انزيم pyruvate kinase لذا فان انزيم (PFK ) يتحفز بال ADPو AMP ويثبط بال phosphoenolpyruvate بينما يتحفز** **انزيم pyruvate kinase بال AMP وال F-1,6-Bis-P . وهناك نقطة سيطرة اخرى خاصة بهذه الدورة تسمى precursor activation وهي عكس حال السيطرة المعروفة feedback inhibition control والتي فيها يكون الناتج النهائي في الدورة يثبط الانزيم الاول في الدورة .اما ال precursor activation فان المركب الاول بالدورة ينشط الانزيم الاخير في هذه الدورة ويمكن اعتبار مادة ال F-1,6-Bis-P هي اول مركب في الدورة والتي تقود الى تكوين البايروفيت واخر انزيم هو pyruvate kinase .**

**دورتي الكلايكوليسز و نشوء الكلوكوز**

**ملاحظة :**

1. **من الاعلى الى الاسفل = الكلايكوليسز**

**2-من الاسفل الى الاعلى = نشوء الكلوكوز**

وهناك نواتج كثيرة يمكن الحصول عليها من عمليات تخمر البايروفيت وهي كالاتي:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Microorganisms | Products from pyruvates | Fermentative class | |
| Lactic acid bacteria Streptococcus  Pediococcus  Lactobacillus | Lactic acid | Homofermentation | 1 |
| Many enterococcus , Escherichia ,Proteus ,Salmonella ,Yersinia ,Shigella , | Lactic acid , acetic acid , succinic acid ,fumaric acid | Mixed acids | 2 |
| Aerobacter ,Serratia ,Aeromonas ,Bacillus | As in 2 types of acids +  2,3 Butanidol | Mixed acids + ethanol +  2,3 Butanidol | 3 |
| Anerobic bacteria especially Clostridium | Butyric acid +CO2 + H2O+acetic acid | Butyric acid | 4 |
| Many types of Clostridium | As in butanol +aceton +ethanol + propanol | Butanol aceton | 5 |
| Propionic bacteria , veillonella | Propionic acid +acetic acid +succinic acid | Propionic acid | 6 |

وعندما تكون البكتريا غير متجانسة التخمر اللاكتيكي فان النواتج تكون كما في المخطط التالي:

glucose

glucose -6-p

6- p- gluconate

Ribulose – 5 –p + CO2

Glyceraldehyde acetyl –p

Pyruvate glycerol

Ethanol acetic acid

Lactate

**Heterofermentative bacteria heterolactic fermentation**