جامعة تكريت / كلية التربية للبنات

القسم: **الكيمياء**

المرحلة: **الرابعة**

المادة : **الكيمياء الحياتية**

استاذ المادة : **أ.د.اسراء اسماعيل ياسين الطائي**

altaiiasr@tu.edu.iq

- **مسار البنتوز فوسفات** ***pentose phosphate pathway***

- **البناء الضوئي** ***Photosynthesis***

مسار فوسفات البنتوز(pentose phosphate pathway)أو(phosphogluconate pathway) : أو(hexose monophosphate shunt) أو(HMP pathway اختصارا هي العملية الكيمائية التي يتم من خلالها تكوين البنتوزات أو السكريات خماسية الكربون ، أهمية مسار فوسفات البنتوز تنبع من أنه عملية أساسية في التمثيل الغذائي للكائنات الحية، من نبات وحيوان ، فهذا المسار يشكل إمكانية استفادة الجسم من الكربوهيدرات التي يتغذى بها ، مثل التمثيل الغذائي للكلوكوز عن طريق تكوين المادة المختزلة NADPH .

علاوة على ذلك يساعد في تحويل الكربوهيدرات المختلفة إلى مواد أخرى. تلك العمليات تجري في العصارة الخلوية للخلايا ، وفي النباتات تجري أيضا في البلاستيدات الخضراء (كلوروبلاست) .

عن طريق هذا المسار يتم استهلاك الكربوهيدرات في الجسم ، ويتم تحول الكلوكوز إلى المادة المختزلة NADPH . علاوة على ذلك فإن مسار فوسفات البنتوز يؤدي إلى إنتاج الكربوهيدرات في النبات.

ينتج مسار فوسفات البنتوز ينتج مركبات مهمة خلال التمثيل الغذائي وهي : , NADPHوهو بدوره يعمل كناقل للالكترونات، الذي يستعمل غالبا في عمليات البناء ومن بينها : صناعة الأحماض الدهنية ، الكلسترول ، اما الناتج الثاني السكريات خماسية الكربون : فانها تدخل في تكوين النيكليوتيدات.

مراحله :

- **المرحلة المؤكسدة** (طور الاكسدة oxidative phase) :في هذه المرحلة اثنان من ال $NADP^+$ ويتحولان إلى .NADPH طاقة هذه العملية الكيميائية تأتي من تحويل سداسي الكلوكز فوسفات إلى خماسي البينتوز فوسفات.
- **المرحلة غير المؤكسدة** (الطور غير المؤكسدة non oxidative phase):

خطوات التفاعل

1. يتكون في التفاعل الاول للمسار G-6-P وهو تفاعل مشترك مع الكلايكوليسز فتحصل اكسدة G-6-P مؤديا الى تكوين 6-phosphogluconate ويشترك انزيم glucose -6- phosphodehydrogenase (G6PD) , بعد ذلك يتحلل مركب lactone المتكون بفعل انزيم lactonase ليكون مركب 6-phosphogluconate والذي بدوره يؤكسد لاحقا وتزال منه جزيئة

CO 2 ليعطي سكر خماسي مفسفر هو Ribulose–5 – phosphate وان ذرة الكربون المزالة هي ذرة رقم (1).

2. يتكون المركب Ribulose – 5– phosphate وتحت تاثير انزيمات xylulose epimerase و pentose phosphate isomeraseيتكون مزيج متوازن مركبات Ribulose – 5– phosphateو Ribose–5–pو xylulose–5–p ثم يحدث اعادة ترتيب لذرات الكاربون لهذه السكريات الخماسية المفسفرة تحت تاثير انزيمات transaldolase و transketolase وتتكون مركبات وسطية رباعية وسباعية الكربون C 4 و C 7 بسلسلة من التفاعلات التي لا تحتاج الاوكسجين وجزيئة واحدة من Ribose–5–p و xylulose–5–p تتفاعلان لتكوين سكر سباعي الكربون يسمى sedoheptulose –7–p وسكر ثلاثي الكربون هو glyceraldehyde–3–p والتفاعل يحدث بفعل انزيم transketolase الذي يحتاج الى عامل مساعد هو . (TPP) thiamine pyrophosphate

- يحدث تفاعل نقل بين المركبين glyceraldehyde–3–p و sedoheptulose –7– p يشترك فيه الانزيم transaldolase ويتكون نتيجة ذلك fructose–6–p والسكر الرباعي المسمى ب erythrose –4–p .
- انزيم transketolase يشترك بتفاعل بين erythrose –4–p و xylulose–5–p وينتج عن هذا التفاعل مول اخر من fructose–6–p ومول واحد من glyceraldehyde–3–p وجزيئة fructose–6–pبفعل انزيم phosphohexose isomerase تحول الى glucose –6–p ويمكنها بالتالي ان تعود الى الدخول الى المسار مرة ثانية

من خلال التفاعلات نجد ان تفاعلين نواتجها تكوين NADPH . ويحتوي NADPH على مجموعة فوسفات مضافة ويستخدم في الخلية للتبرع بإلكتروناتها ، تمامًا مثل NADH ، بمجرد أن يتبرع NADPH بإلكتروناته ، وغالبًا ما يستخدم NADPH في التفاعلات التي تبني الجزيئات وتحدث بتركيز عالٍ في الخلية ، بحيث تكون متاحة بسهولة لهذه الأنواع من التفاعلات.

أهمية مسار البنتوز فوسفات

- يتم استخراج الجزيء الرئيسي في الجسم الذي يجعل العمليات الابتنائية ممكنة هو NADPH ، بسبب بنية هذا الجزيء ، فإنه يتبرع بسهولة بأيونات الهيدروجين إلى المستقلبات وبالتالي تقليلها وجعلها متاحة لحصاد الطاقة في وقت لاحق ، يعد مسار PPP هو المصدر الرئيسي لتوليف NADPH.
- مسار (PPP)مسؤول أيضًا عن إنتاج ريبوز −5−فوسفات وهو جزء مهم من الأحماض النووية.
- يمكن أيضًا استخدام PPP لإنتاج glyceraldehyde−3−phosphate والذي يمكن بعد ذلك إدخاله في دورات TCA و ETC مما يسمح لانتاج الطاقة.
- توجد الإنزيمات المعقولة لتحفيز خطوات PPP بكثرة في الكبد (الموقع الرئيسي لتكوين السكر) بشكل أكثر تحديدًا في العصارة الخلوية , وتعتبر العصارة الخلوية هي المكان الذي يحدث فيه تخليق الأحماض الدهنية وهي عملية تعتمد على.NADPH
- وقد ثبت أن PPP هو المنظم الرئيسي للتوازن الخلوي و الاختزال والأكسدة والتخليق الحيوي.
- يعد R5P الوسيط في PPP هو مقدمة للتخليق الحيوي للنيوكليوتيدات ، وهو أمر ضروري لتكرار الحمض النووي وإصلاح تلف الحمض النووي.

البناء الضوئى فى النبات Photosynthesis

من أهم العمليات الحيوية التي تتم على سطح الكرة ألارضية، ولهذه العملية العديد من الشروط اللازم توفرها في البيئة الخارجية والداخلية للنبات حتى تقوم بعملية التمثيل الضوئي. وتعرف بانها مجمل العمليات الحيوية التي تستطيع من خلالها النباتات الخضراء والتي تحتوي على صبغة الكلوروفيل من تصنيع موادها العضوية من مواد لاعضوية وتترافق العملية عادة تحرير الاوكسجين تمثل عملية التمثيل الضوئي المصدر الرئيسي للغذاء والطاقة. معادلة التمثيل الضوئي:

- $6CO_2 + 6H_2O + sunlight \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

الية حدوث البناء الضوئي

1 –**التفاعلات الضوئية** :. تمثل هذه التفاعلات مجموعات من تفاعلات أكسدة و اختزال ويتم خلالها تحويل الطاقة الضوئية الممتصة إلى طاقة كيميائية ولذا فهي تتأثر بالضوء بشكل مباشر.

يتم تكوين مركبات طاقة من خلال عملية فسفرة ضوئية وتتم هذه العملية بأحدي الطرق التالية:

- فسفرة ضوئية حلقية :تنتج مركبات طاقة على صورة ATP
- فسفرة ضوئية لاحلقية :تنتج خلالها مركبات طاقة علي صورتي NADPH +H and ATP

2– **تفاعلات الظلام** : تحدث هذه التفاعلات في حشوة البلاستيدة الخضراء دون الحاجة إلى الضوء لكنها تتم متزامنة مع انتهاء التفاعلات الضوئية.

يتم خلالها تثبيت ثاني أكسيد الكربون واختزاله لتشكيل سكريات بسيطة وذلك عبر حلقة كيميائية تتضمن 13 تفاعلا انزيميا ويشترك فيها عدد كبير من السكريات الثلاثية والرباعية والخماسية والسداسية والسباعية ذرات الكربون ،تدعى هذه التفاعلات بدورة كالفن نسبة إلى مكتشفها.