انتاج الطاقة واستخدامها في الخلية النباتية :

ان أهم العمليات الحيوية التي تجري في الخلية النباتية والتي تحتاج الى الطاقة تتضمن :

1- بناء السكريات المتعددة التي تستخدم لبناء الجدران الخلوية في الخلايا المنقسمة الجديدة لكون الجدران الجديدة تحتاج الى :

أ- مركبات عضوية مؤلفة من سكريات متعددة مثل السلسلوز والبكتين والهميسيليلوز .

ب- بروتينات تنتج لبناء البروتوبلازم

ج-طاقة عالية لاتمام الانقسام

2- بناء البروتين الضروري لبناء البروتوبلازم والدخول في التركيب الاساسي للخلية النباتية

3- بناء الاحماض النووية الضرورية لبناء المادة الوراثية في النواة ودورها وخاصة الحامض النووي RNA في بناء البروتين

ان أهم مركب للطاقة هو مركب Adenosine Triphosphate (ATP) الذي ينتج من عملية التمثيل الكربوني عن طريق الفسفرة الضوئية كما ينتج هذا المركب من عملية التنفس في المايتوكوندريا ، ويشكل التنفس المصدر الرئيسي والأول لهذا المركب لذلك تعتبر المايتوكوندريا مركز انتاج الطاقة لكون جميع الخلايا تتنفس ، في حين ان الخلايا الحاوية على البلاستيدات الخضراء فقط هي التي تنتج مركبات الطاقة بالتمثيل الكربوني والتي تستهلك في تثبيت ثاني اوكسيد الكربون لانتاج السكريات والكربوهيدرات اي ان الغذاء المنتج في عملية التمثيل الكربوني يعد مخزن للطاقة المثبتة بهذه العملية وتنقل هذه الطاقة مع الغذاء المصنع الى باقي اجزاء النبات ويستخدم هذا الغذاء وخاصة الكربوهيدرات في عملية التنفس مما ينتج عنها اطلاق هذه الطاقة.والطاقة التي تتحرر من عملية التنفس تستخدم من قبل العمليات الحيوية التي يقوم بها النبات كالامتصاص والنقل وتمثيل الغذاء وبناء المركبات الاساسية لبناء جسم النبات وخاصة البروتينات والاحماض النووية والهرمونات والاحماض الامينية .

ان التنفس يمر بثلاث مراحل ففي المرحلة الاولى هي مرحلة التحلل السكري Glycolysis حيث تتحول كل جزيئة من الكلوكوز $C_6H_{12}O_6$ الى جزيئتين من حامض البيروفك Pyrovic acid ($C_3H_4O_3$) وخلال هذه التفاعلات تتحد كل جزيئة من ADP Adinosine Diphosphate مع مجموعة من الفوسفات غير العضوي Inorganic phosphate group (H_2PO_3) والذي يرمز له بالرمز Pi لتكوين جزيئة من مركب الطاقة ATP Adenosine Triphosphate

$$A - P \sim P\ (ADP) + Pi \rightarrow A - P \sim P \sim P\ (ATP)$$

ان الاشارة (-) تشير الى الاصرة التي تعطي مستوى منخفض من الطاقة أثناء عملية التحلل المائي Hydrolysis والعلامة (~) تمثل الاصرة ذات الطاقة العالية التي تنتج

ثلاثة أضعاف الاصرة (-) الضعيفة بمستوى الطاقة . تحصل في المرحلة الثانية من عملية التنفس عملية تحلل اضافي بواسطة دورة حامض الكربوكسيل الثلاثي Tricarboxylic acid دورة كربس Kribs cycle تعقبها المرحلة الثالثة من مراحل التنفس التي تحدث فيها عملية الأكسدة الفسفورية لكل زوج من جزيئات حامض البيروفك الموجودة في الخلية وتحولها الى طاقة وماء . ان كل جزيئة من جزيئات الكلوكوز والتي تدخل في عملية التنفس تمتص 6 جزيئات من الأوكسجين بواسطة حامض البيروفك الذي تنتجه وبذلك تكون معادلة التنفس كالاتي :

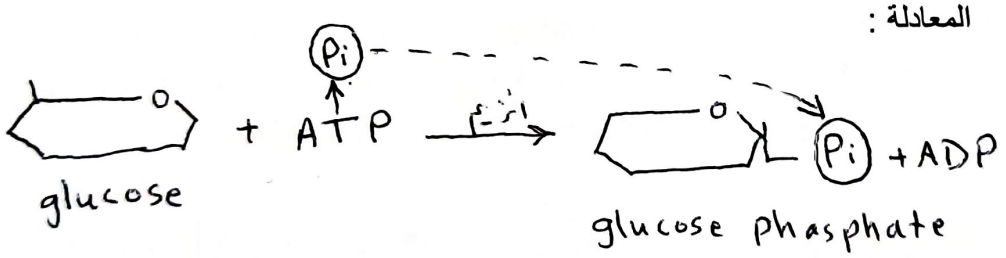
$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 38ADP + 38Pi \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 38ATP$$

استخدام الطاقة في نمو الخلايا النباتية :

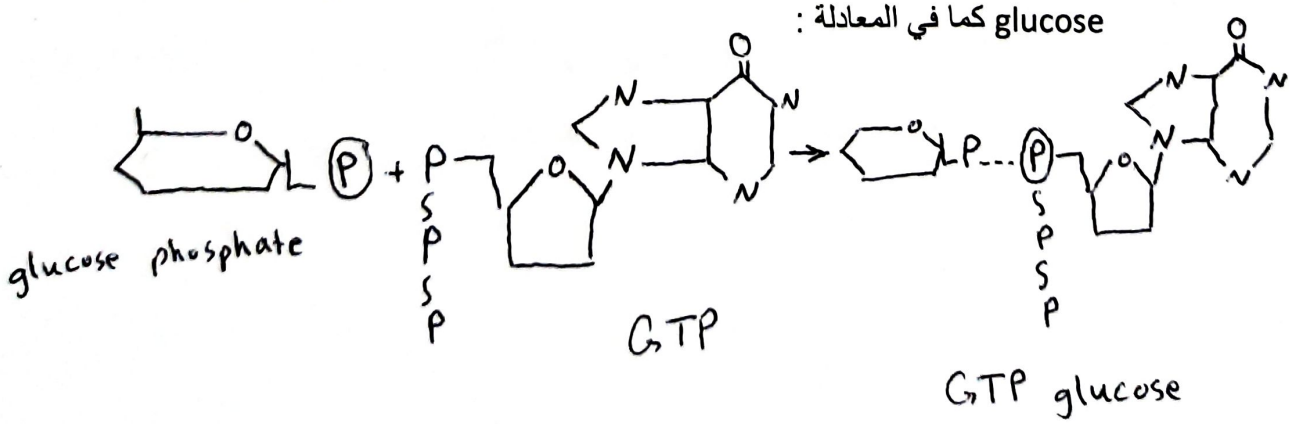
1- استخدام الطاقة في بناء السكريات المتعددة Polysacharide Synthesis :

تحتوي جدران الخلايا النباتية على عدة انواع من السكريات المتعددة وان السكريات الاحادية Monosacharide (Monomers) مثل الكلوكوز هي التي تدخل في بناء هذه السكريات المتعددة مثل السليلوزوذلك بمساعدة مركب الطاقة ATP . ان مركب Guanosine diphosphate glucose (GDP glucose) الذي هو عبارة عن مركب مؤلف من الكلوكوز المرتبط بالفسفور العضوي يمثل الوسط الأساس للبناء الحيوي للسليلوز عبر الخطوات الاتية :

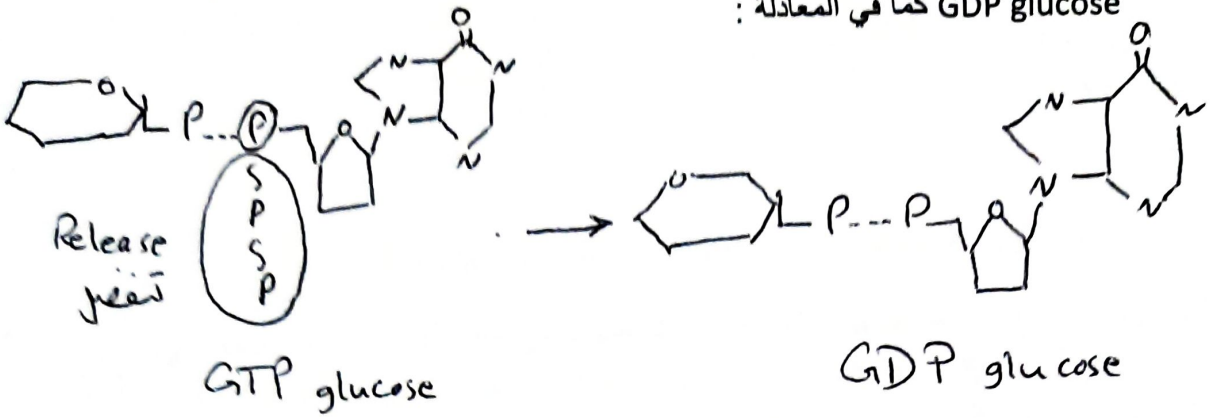
الخطوة الاولى (a) : تتم الخطوة الاولى لبناء مركب GDO glucose بتحول جزيئة الكلوكوز في الغذاء المنتج او المخزون في الخلية الى فوسفات الكلوكوز Glucose phosphate (ADP) عن طريق سحب جزيئة فسفور عضوي (Pi) واحدة من مركب ATP الناتجة من التنفس وربطها مع جزيئة الكلوكوز وحسب المعادلة :



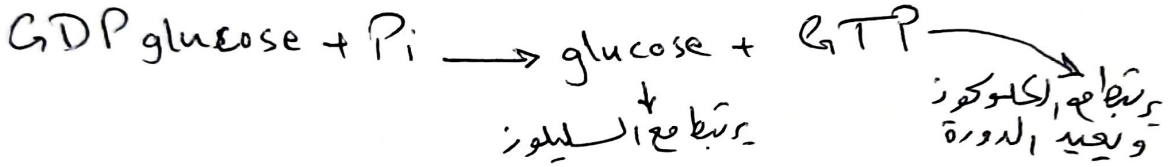
الخطوة الثانية (b) : يتفاعل مركب Glucose phosphate الناتج من الخطوة الاولى مع مركب Guanosine Triphosphate (GTP) لتكوين مركب GTP glucose كما في المعادلة :



الخطوة الثالثة (c) : يتم فصل جزيئتي فوسفات من GTP glucose لتكوين مركب GDP glucose كما في المعادلة :



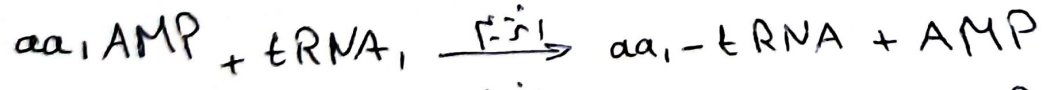
الخطوة الرابعة (d) : يقوم مركب GDP glucose بنقل الكلوكوز الى سلسلة السليلوز الموجودة ويتحرر مركب GDP glucose ليعود ويتحول الى GTP باكتساب Pi من ATP ليعود ويرتبط مع الكلوكوز مرة اخرى لتعاد glucose العملية مرة اخرى وكما في المعادلة :



2- بناء البروتين : Protein Synthesis

يقوم مركب الطاقة ATP بالارتباط مع الحامض الاميني (Amino acid (aa وينتج عن ذلك مركب AMP (Adenosine monophosphate) وهو مركب طاقة يحوي فوسفات عضوي واحد ويرتبط هذا المركب مع الحامض الاميني مع تحرر جزيئتين من الفسفور العضوي مصدرها مركب ATP كما في المعادلة :

ان جزيئة الحامض الاميني الفعال بسبب ارتباطها مع مركب الطاقة AMP تنتقل الى الحامض النووي الناقل tRNA كما في المعادلات :



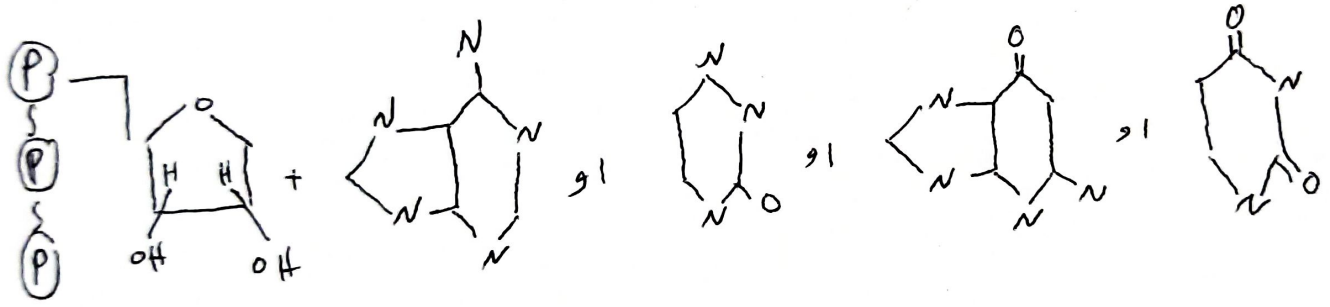
$aa_1\text{-}tRNA_1 + aa_2\text{-}tRNA_2 \longrightarrow aa_1\text{-}aa_2 + tRNA_1 + tRNA_2$

ترتبط الاحماض الامينية الاخرى لتكوين البروتين

تتحرر لتقوم بالارتباط مع احماض امينية اخرى لتستمر عملية بناء البروتين.

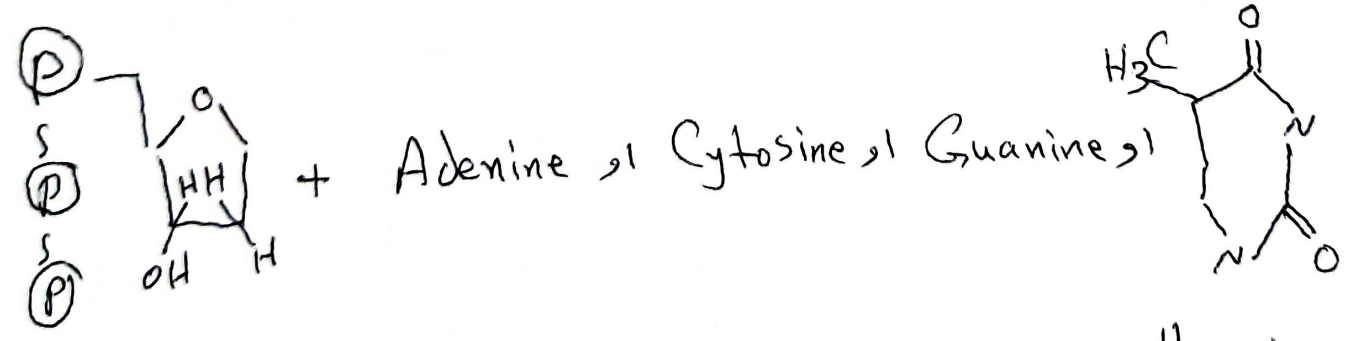
3- البناء الحيوي للأحماض النووية Nucleic acid biosynthesis :

تقوم جزيئة ATP بربط جزيئات الفوسفات اللاعضوي مع سكر الرايبوز Ribose في الحامض النووي RNA وسكر الدي اوكسي رايبوز Deoxy Ribose في الحامض النووي DNA ثم ترتبط هذه المركبات الحاملة للطاقة مع احدى القواعد النتروجينية وهي Adenine لتكوين مركب Adenine tryphosphate او Quanine لتكوين Quanine tryphosphate او Cytosine لتكوين مركب Cytosine tryphosphate في كل من الحامضين RNA و DNA اضافة الى Uricil لتكوين مركب Uricil triphosphate في الحامض النووي RNA و Thiamine لتكوين مركب Thiamine triphpsphate في الحامض النووي DNA كما في الاتي :



ATP Ribose Adenine Cytosine Guanine Uracil

في حالة الحامض النووي RNA



ATP deoxyribose Adenine او Cytosine او Guanine او thymine

في حالة الحامض النووي DNA