

DS P1 Synthèse et stockage de matière organique chez les plantes

Une étape fondamentale de la reproduction sexuée des plantes à fleurs consiste en la formation de graines contenues dans les fruits. La synthèse de matière organique est indispensable à la mise en place de ces structures.

Expliquer comment la photosynthèse d'une plante mère peut permettre le développement d'une nouvelle plante issue de la reproduction sexuée.

Vous rédigerez un texte argumenté. Vous appuierez votre exposé et argumenterez votre propos à partir d'expériences, d'observations et/ou d'exemples judicieusement choisis.

Si les plantes à fleur sont globalement autotrophes au carbone, elles sont cependant constituées d'organes pour certains autotrophes (feuilles "adultes") et pour d'autres hétérotrophes au carbone (fleurs, fruits, graines, racines).

Lors de la germination, le développement de la jeune plantule encore hétérotrophe nécessite qu'elle puisse mobiliser des réserves de matière organique à partir de la graine (ou du fruit) eux mêmes hétérotrophes.

Par ailleurs la dispersion des graines ou des fruits qui conditionne chez beaucoup d'espèces les capacités de germination repose parfois sur un mécanisme de coopération plante animal (zoochorie active) nécessitant un stockage de matière organique dans la graine ou le fruit.

Comment la photosynthèse d'une plante mère peut permettre le développement d'une nouvelle plante issue de la reproduction sexuée.

I: Dans les feuilles de la plante mère, la phase photochimique de la photosynthèse convertit l'énergie lumineuse en énergie chimique (ATP et NADPH+H⁺).

L'énergie lumineuse des photons excite la chlorophylle qui transfère ses électrons via une chaîne d'accepteurs localisés dans la membrane des thylakoïdes des chloroplastes vers un accepteur final NADP oxydant qui se trouve alors réduit en NADPH+H⁺. Il s'agit d'un couplage entre l'oxydation de la chlorophylle et la réduction de l'accepteur final:

- Oxydation de la chlorophylle: $4 \text{ Chl réduites} \rightarrow 4 \text{ Chl}^* \text{ oxydées} + 4 e^-$
- Réduction de l'accepteur final: $2 \text{ NADP} + 4 \text{ H}^+ + 4 e^- \rightarrow 2 \text{ NADPH} + \text{H}^+$

Les chlorophylles ayant perdu un électron se retrouvent oxydées (photo-excitation). Il y a eu conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique (NADPH+H⁺) grâce aux propriétés des pigments chlorophylliens. Pour pouvoir absorber à nouveau des photons, les chlorophylles oxydées doivent revenir à leur état initial (état fondamental) en étant réduites; pour cela elles acceptent (elles arrachent) des électrons de l'eau provoquant ainsi l'oxydation (photolyse) de l'eau dans le lumen et la libération de dioxygène. Il s'agit d'un couplage entre la réduction de la chlorophylle et l'oxydation de l'eau:

- Réduction de la chlorophylle: $4 \text{ Chl}^* \text{ oxydées} + 4 e^- \rightarrow 4 \text{ Chl réduites}$
- Oxydation de l'eau: $2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^-$

L'oxydation de l'eau dans le lumen crée un gradient de proton (lumen fortement concentré en proton / stroma faiblement concentré). Cette force proto-motrice active une enzyme: l'ATP synthétase située sur la membrane du thylakoïde qui catalyse la phosphorylation de l'ADP adénosine diphosphate en ATP adénosine triphosphate, molécule qui stocke de l'énergie chimique.

- $\text{ADP} + \text{Pi} + \text{ATPase} + \text{Énergie (F proto motrice)} \rightarrow \text{ATP}$

II: Dans les feuilles de la plante mère, la phase non photochimique de la photosynthèse utilise l'énergie chimique (ATP et NADPH+H⁺) pour réduire le CO₂ et produire du glucose.

Une enzyme: la Rubisco, présente dans le stroma des chloroplastes, permet l'incorporation du CO₂ sur une molécule glucidique à 5 atomes de carbone: le RuBP (C5P2). Il se forme alors une molécule à 6 atomes de carbone immédiatement scindée en 2 molécules à 3 atomes de carbone: l'APG (l'APG n'est pas un glucide, le CO₂ incorporé dans l'APG n'est pas encore réduit)

Le NADPH+H⁺ et l'ATP produits lors de la phase photochimique permettent la réduction du CO₂ et la formation de molécules glucidiques à 3 atomes de carbone: les trioses P:

- L'oxydation du NADPH+H⁺ fournit les électrons nécessaires à la réduction du CO₂
- L'hydrolyse de l'ATP fournit l'énergie nécessaire à la réduction du CO₂

Lors de chaque cycle un des 6 trioses P produits sort du cycle, ce qui permet (après 2 cycles) la production de glucose (6 atomes de carbone)

Lors de chaque cycle, 5 des 6 trioses P produits sont utilisés pour régénérer du RuBP permettant ainsi la continuité du cycle. La régénération du RuBP se fait selon un mécanisme complexe nécessitant de l'ATP

La réduction du carbone proprement dite est couplée avec l'oxydation du NADPH+H⁺ et nécessite un apport d'énergie (ATP):

- Oxydation du NADPH+H⁺: $12 \text{ NADPH} + \text{H}^+ \rightarrow 12 \text{ NADP} + 24 \text{ H}^+ + 24 \text{ e}^-$
- Réduction du CO₂: $6 \text{ CO}_2 + 24 \text{ H}^+ + 24 \text{ e}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ H}_2\text{O}$
- Hydrolyse de l'ATP: $12 \text{ ATP} + 12 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 12 \text{ ADP} + 12 \text{ Pi} + \text{Énergie}$

Les nombreuses et complexes réactions du cycle de Calvin se résument par l'équation bilan suivante :

- $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ RuBP} + 18 \text{ ATP} + 12 \text{ NADPH} + \text{H}^+ \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 + 6 \text{ RuBP} + 18 \text{ ADP} + 12 \text{ Pi} + 12 \text{ NADP}$

III: Le phloème de la plante mère apporte le glucose issu de la photosynthèse jusqu'aux graines et fruits en développement qui le stockent sous différentes formes.