

ENSEIGNEMENT DE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE (SVT)
°° SCIENCES DE LA VIE °°
>> Cours <<

Chapitre 4 : plan complet

La nutrition des Angiospermes en lien avec le milieu

Objectifs : extraits du programme
Introduction

I. De l'absorption d'eau et d'ions dans le sol à la circulation de la sève brute

A. Le lieu de prélèvement de la solution hydrominérale : le sol, fin revêtement superficiel des continents

1. Une interface entre géosphère, biosphère, atmosphère et hydrosphère
2. Une pellicule découpée en niveaux, les horizons
3. La solution du sol, un réservoir de ressources hydriques et minérales pour la plante
 - a. Une fraction minérale et une fraction organique qui forment un complexe argilo-humique (CAH) retenant les cations
 - b. Une composante hydrique plus ou moins disponible
 - α. Typologie de l'eau du sol : eau gravitaire (= eau non liée) vs. eau liée (eau capillaire / eau de constitution / eau de rétention)
 - β. Une fraction d'eau disponible comprise entre la capacité au champ et la point de flétrissement

B. Le prélèvement racinaire de la solution du sol et son transfert jusqu'au xylème : l'absorption racinaire

1. Localisation et caractéristiques des zones de prélèvement de la solution hydrominérale : l'assise pilifère du rhizoderme et les mycorhizes
 - a. Le rhizoderme, tissu de revêtement présentant des poils absorbants
 - α. Un tissu présentant une importante surface d'absorption
 - β. Mise en évidence de l'importance du rhizoderme dans l'absorption : expérience historique de ROSENE
 - b. Les mycorhizes, associations symbiotiques entre racines de plantes et champignons qui augmentent grandement l'absorption
 - α. Une symbiose fréquente et plus ou moins spécifique
 - β. Deux grands types de modalités d'associations : les mycorhizes ectotrophes et les mycorhizes endotrophes
 - γ. Des organismes qui peuvent souvent vivre à l'état libre... quoique
 - δ. Une mise en place (mycorhization) associée à un dialogue moléculaire
 - ε. Une association caractérisée par des échanges trophiques mutuellement profitables et une protection réciproque
 - ζ. Une association qui augmente grandement le volume de sol où la plante peut effectuer des prélèvements (rhizosphère vs. mycorhizosphère)
2. Mécanismes ioniques et hydriques de l'absorption racinaire et du transfert radial
 - a. L'absorption et le transfert d'eau jusqu'au xylème, un phénomène d'osmose qui suit un gradient décroissant de potentiels hydriques
 - α. Le potentiel hydrique, base physique de l'osmose
 - β. Des déplacements passifs d'eau par diffusion simple et diffusion facilitée au travers d'aquaporines
 - γ. Le potentiel osmotique, composante du potentiel hydrique expliquant l'entrée et le transfert radial d'eau au niveau racinaire
 - b. L'absorption des ions, un phénomène actif ou passif selon les ions concernés
 - α. Des concentrations ioniques loin de l'équilibre de NERNST
 - β. Une entrée active des anions (transport actif secondaire de type symport, utilisant la force proton-motrice), y compris des nitrates
 - γ. Une entrée passive des cations par diffusion simple ou diffusion facilitée au travers de canaux... qui nécessitent leur expulsion active (par antiport utilisant la force proton-motrice)
 - δ. L'entretien du gradient de protons par l'unique transport actif primaire en présence : les pompes ATPases H⁺
 - ε. L'acidification locale du sol, conséquence du fonctionnement des pompes ATPases H⁺
 - c. L'existence de transporteurs dans les associations mycorhiziennes

3. Le transfert radial de l'eau et des ions (= circulation radiale)

- a. Un transfert radial passif à la fois apoplasmique et symplasmique (voire « transcellulaire »)
- b. La présence d'un cadre de CASPARY (ou d'épaississements en U), barrière endodermique qui impose une entrée symplasmique dans le cylindre central
- c. Bilan : formation de la sève brute et charge du xylème

C. La sève brute, un liquide transporté dans les cellules du xylème de manière ascendante grâce à la transpiration foliaire et la poussée racinaire

1. Nature et composition de la sève brute
2. Un déplacement unidirectionnel et ascendant dans les vaisseaux du xylème
 - a. Le xylème, tissu résistant comprenant des cellules mortes à paroi lignifiée qui véhiculent la sève brute
 - b. Le xylème, tissu qui peut être obturé par des thylles à la mauvaise saison (ou définitivement dans le duramen)
3. Une mise en mouvement permise par la transpiration foliaire et la poussée racinaire, selon un gradient décroissant de potentiel hydrique
 - a. Mise en évidence des deux moteurs de la circulation
 - b. La transpiration foliaire, un mécanisme de traction des molécules d'eau sous tension-cohésion qui a lieu en journée lorsque les stomates sont ouverts
 - c. La poussée racinaire, phénomène dû à la charge ionique du xylème surtout important la nuit
 - d. Une circulation menacée par la cavitation

II. Des échanges gazeux avec le milieu de vie

A. Des échanges gazeux qui se réalisent au niveau de surfaces d'échanges

1. Dans les tiges et racines recouvertes d'un périderme (= secondaires) : des EGR empruntant les lenticelles ou les crevasses formées par le rhytidome
2. Dans les tiges herbacées (= primaires) et dans les feuilles : une diffusion intratissulaire des gaz limitée par la cuticule et contrôlée par les stomates

B. Un contrôle des échanges gazeux et de la transpiration foliaire, donc du flux et de l'équilibre hydriques, par l'activité stomatique

1. L'équilibre hydrique des Angiospermes : une égalité entre entrées (par absorption racinaire) et sorties (par transpiration) d'eau dans l'organisme
2. Des sorties d'eau qui dépendent du degré d'ouverture des stomates
3. Modulation de la turgescence des cellules de garde : rôle des solutés vacuolaires
4. Contrôle de l'activité stomatique par le milieu : importance de la lumière et de la disponibilité en eau (+ type métabolique, température...)
5. Mécanismes d'action de l'activité photosynthétique et de la lumière sur l'ouverture des stomates
 - a. Mise en évidence d'une double action de la lumière et du rôle de la longueur d'onde
 - b. Une corrélation entre activité photosynthétique et ouverture des stomates due à l'accumulation de photoassimilats dans la vacuole
 - c. Une détection de la lumière bleue par des photorécepteurs spécifiques qui induit une transduction à l'origine de l'entrée d'ions (K⁺ et Cl⁻)

6. Mécanismes à l'origine de la fermeture stomatique
 - a. Une baisse de l'activité photosynthétique qui induit une baisse de l'accumulation vacuolaire de photosynthétats (mécanisme hydroactif)
 - b. En cas de stress hydrique : une évaporation d'eau non compensée par l'arrivée xylémienne (mécanisme hydropassif)
 - c. En cas de stress hydrique prolongé (ou à l'obscurité) : un mécanisme hydroactif impliquant l'acide abscissique (ABA) et la sortie d'ions
7. Bilan sur l'ouverture des stomates : une autre vision simplifiée et synthétique

III. Une distribution des photoassimilats au sein du végétal et une accumulation / mobilisation de réserves organiques

A. La sève élaborée, un liquide transporté dans les tubes criblés du phloème de manière multidirectionnelle mais polarisée des organes-sources aux organes-puits

1. Nature et composition de la sève élaborée
2. Un déplacement multidirectionnel mais polarisé des organes-sources aux organes-puits
 - a. Le phloème, tissu de cellules vivantes à fine paroi pecto-cellulosique qui véhiculent la sève élaborée
 - b. Des tissus qui peuvent s'obstruer par des cals à la mauvaise saison
3. La charge et la décharge du phloème : principes de base [*limite programme*]
 - a. L'exemple de la charge du phloème en glucides non réducteurs au niveau des organes-sources : un processus apoplasmique ou symplasmique selon les cas
 - α. Un complexe phloémien « fermé » : la charge apoplasmique de saccharose par un symport saccharose/H⁺
 - β. Un complexe phloémien « ouvert » : la charge symplasmique passive de très courts oligosaccharides (stachyose, raffinose...)
 - b. La décharge symplasmique ou apoplasmique du phloème en photoassimilats au niveau des organes-puits
4. Une mise en mouvement selon un gradient de pressions hydrostatiques
 - a. Un couplage osmotique des flux d'eau entre les deux circulations, permis par la proximité du xylème et du phloème [*limite programme*]
 - b. Une circulation multidirectionnelle des organes-sources vers les organes-puits variant selon les saisons et permettant les corrélations trophiques entre organes
 - c. Un courant de masse dû à un gradient de pression hydrostatique mis en place par la charge du phloème (et entretenu par la décharge)

B. Le stockage et la mobilisation de réserves organiques

1. Des réserves journalières
 - a. Des réserves journalières surtout stockées dans les parenchymes assimilateurs en journée (à la lumière)
 - α. Le devenir des trioses phosphates : des glucides variés
 - β. Le saccharose, molécule stockée dans la vacuole (ou exportée vers le phloème)
 - γ. L'amidon, polymère glucidique mis en réserve dans le chloroplaste en journée
 - i. L'amidon, polymère glucidique de réserve (rappels)
 - ii. Mode de formation de l'amidon dans le chloroplaste
 - b. Des réserves mobilisées la nuit assurant la continuité de l'approvisionnement en photoassimilats du végétal
 - α. Mise en évidence d'une variabilité nyctémérale du transport glucidique et des réserves amyloclées foliaires
 - β. Vue d'ensemble sur les mécanismes de dégradation de l'amidon
 - c. Remarque : de jour comme de nuit, l'existence d'une activité respiratoire mitochondriale et d'activités de synthèses variées
 - d. La variation des corrélations trophiques quotidiennes au sein d'un végétal
2. Des réserves saisonnières
 - a. La mauvaise saison, une période défavorable aux plantes qui suppose des modifications structurales et physiologiques
 - α. Le problème de l'hiver : faible photopériode, gel et basses températures, faible disponibilité en eau
 - β. Les différentes manières de passer la mauvaise saison
 - i. Trois types de cycle de développement : plantes annuelles, bisannuelles et vivaces (= pérennes = pluriannuelles)
 - ii. Les grandes modalités de passage de la mauvaise saison : une classification en cinq types biologiques (RAUNKIAER, 1904)
 - Les phanérophytes (arbres et arbustes à bourgeons en hauteur)
 - Les chaméphytes (buissons à bourgeons près du sol)
 - Les hémicryptophytes (plantes en rosette à bourgeons au ras du sol)
 - Les géophytes (= cryptophytes), plantes à organes souterrains hivernants
 - Les thérophytes, plantes passant l'hiver seulement sous forme de graines
 - b. Une mise en réserve dans des organes ou tissus particuliers
 - α. Les semences (présentes chez tous les types biologiques)
 - i. Notions de semence et de graine
 - ii. Deux grands types de graines en fonction de la localisation des réserves : graines albuminées vs. exalbuminées
 - β. Les organes végétatifs de réserve souterrains chez les géophytes : tubercules (caulinaire, racinaires, hypocotylaires, mixtes), bulbes, rhizomes
 - γ. Le parenchyme du bois (et du liber), une réserve importante chez les espèces ligneuses (phanérophytes, chaméphytes)
 - c. Des réserves variées accumulées au sein de parenchymes de réserve
 - α. La possibilité de réserves amyloclées dans les amyloplastides
 - β. La possibilité de réserves en sucres solubles dans les vacuoles
 - γ. La possibilité de réserves lipidiques dans des gouttelettes lipidiques situées à localisation cytosolique ou plastidiale
 - δ. La possibilité de réserves protéiques de nature et localisation variables (ex. gluten, grains d'aleurone...)
 - d. Des réserves mobilisées au retour de la belle saison
 - α. Une variation saisonnière des flux de matières organique et de la nature source-puits des organes
 - β. Une mobilisation des réserves dont les hydrolysats passent par le phloème

IV. La diazotrophie chez les Fabacées

A. Une association réciproquement profitable qui permet la nutrition azotée de la plante et la récupération de métabolites carbonés par la bactérie

B. Une association localisée au niveau de nodosités racinaires

1. Organisation et zonation des nodosités racinaires [cas des nodules indéterminés]
2. Nodules indéterminés ou déterminés [*pour information ?*]
3. Fonctionnement des nodosités : un partage des tâches mutuellement avantageux
 - a. Une fixation de diazote atmosphérique par la nitrogénase des Bactéries symbiotiques qui permet ensuite la production d'acides aminés par les deux partenaires
 - b. Une protection de la nitrogénase par la leghémoglobine produite par la Fabacée
 - c. Une fourniture de photoassimilats carbonés aux bactéroïdes par la Fabacée

C. Une mise en place des nodosités initiée par la plante et associée à un dialogue moléculaire

1. Une mise en place initiée par la plante en cas de faible disponibilité en nitrates dans le milieu [*inclus : intérêt agronomique*]
2. Une mise en place qui suppose un dialogue moléculaire entre les partenaires impliquant notamment des flavonoïdes végétaux, des facteurs Nod bactériens et des nodulines végétales
3. Les étapes de la mise en place d'une nodosité : la nodulation

Bilans

Pour faire une fiche de révision : quelques pistes

Références

Plan du chapitre

Plan simplifié du chapitre (3 niveaux de plan)

Plan très simplifié du chapitre (2 niveaux de plan)



T. JEAN (2024)