

Corrigé-type

Réponse 1 :

Stress abiotique : stress causé par des facteurs abiotiques modifier le métabolisme des plantes entraînant ainsi des effets négatifs sur la croissance, le développement et la productivité des plantes. Parmi les conditions environnementales qui peuvent causer un stress abiotique, on distingue : les inondations, la sécheresse, les basses ou hautes températures, la salinité excessive des sols ou des eaux, la présence d'un minéral inadéquat dans le sol, cas des métaux lourds, l'excès de lumière qui stimule la photo inhibition, le cas de faible éclaircissement, les radiations UV..

phytovolatilisation : Les métaux sont transférés du sol à la plante où ils sont stockés. En phytovolatilisation, les métaux stockés sont convertis en une forme volatile moins toxique et libérée dans l'atmosphère. Le sol est donc remédié et le polluant transféré de la lithosphère vers l'atmosphère sans besoin de faucher les plantes, ni de les brûler.

solutés compatibles :Osmorégulateures..

HSP (Heat Shock Proteins) : Les températures élevées peuvent agir sur le métabolisme de la plante en inhibant la synthèse de la plupart des protéines. La synthèse d'autres protéines est actionnée sont les protéines de choc thermique

Osmorégulateurs : sont des composés solubles, non chargés à pH neutre et compatibles, même à forte concentration avec les fonctions métaboliques. Ils permettent également une stabilisation des protéines et des membranes cellulaires contre l'effet de dénaturation engendré par le stress sur des fonctions cellulaires. Ces osmolytes jouent un rôle dans le maintien du métabolisme, en évitant la déshydratation cellulaire et en protégeant les structures membranaires, et un rôle dans l'ajustement osmotique.

Phytochylation : Afin que la plante tolère le stress des métaux lourds, elle utilisera des stratégies de chélation (formation de complexes non-toxiques) à l'aide de composés emprisonnant tels des acides aminés mais également le glutathion, la phytochélatine..C'est une détoxification, en combinant l'élément toxique avec une molécule organique. Beaucoup de plantes séquestrent les métaux sous forme de complexes organo-métalliques de faible masse moléculaire, les combinaisons se font souvent entre le métal et des acides soufrés comme la cystéine ou la méthionine, ou comme des acides organiques comme l'acétate, le malate ou le citrate.

Plante excluder : chez celles de type « excluder », la plus grande partie du sodium absorbé et véhiculé vers les feuilles est réexportée vers les racines via le phloème ou initialement stockée dans les racines..

Réponse 2 :

***Les types**

Le déficit hydrique perturbe de nombreuses fonctions à l'échelle cellulaire ou à celle de la plante entière, comme il peut avoir un impact négatif sur la croissance des plantes et leur reproduction. On peut distinguer plusieurs types de stress de carence hydrique :

* la carence associée à défaut d'alimentation au niveau racinaire, causée par une sécheresse ou par la composante osmotique d'une contrainte saline

* la carence liée à une forte perte d'eau au niveau foliaire, causée par la chaleur, le vent une faible humidité relative, un défaut de régulation de la fermeture des stomates causé par une infection par un pathogène..

Les effets d'un déficit hydrique sur la plante à terme, à moyen terme et à long terme

1/-A l'échelle de quelques minutes, la plante peut réduire sa transpiration en fermant ses stomates. La plante aussi peut affecter la conductivité hydraulique : Des protéines transmembranaires, les aquaporines, peuvent moduler le trajet de l'eau au travers des membranes des cellules. L'acide abscissique ou la nutrition azotée affectent la conductivité hydraulique des racines. Plus la conductivité hydraulique des tissus est importante, plus faible est la différence de potentiel hydrique entre le sol et les feuilles.

- A l'échelle de quelques heures, la plante peut maintenir sa turgescence même si les tissus perdent de l'eau : La turgescence, c'est-à-dire l'existence d'une pression élevée dans les cellules, est essentielle au maintien de la plante et à sa croissance. Une augmentation de la concentration en solutés de l'eau interne des cellules permet de maintenir un volume cellulaire et une pression de turgescence supérieurs à ce qu'ils seraient sans cette régulation et pour un même potentiel hydrique externe.

-A l'échelle de quelques semaines, la plante ajuste sa transpiration via des réductions de la surface foliaire, avec une variabilité génétique importante de ces réductions. Des différences de capacité d'enracinement induisent des différences d'état hydrique des plantes, avec une variabilité génétique importante du maintien de la croissance racinaire.

On peut considerer aussi la réponse qui suit

- A terme : la fermeture des stomates provoque une baisse de l'activité photosynthétique de la plante.

À moyen terme : la plante s'adapte au déficit hydrique par un ajustement osmotique « actif » des cellules. Ce mécanisme, qui participe au maintien des structures cellulaires et évite une déperdition d'eau, se manifeste par une accumulation d'osmolytes (des acides aminés [comme la proline], des polyamines, des acides organiques, des sucres [comme le saccharose], des amines quaternaires et des sels minéraux) dans les cellules.

À plus long terme : on assiste à des changements physiologiques et anatomiques comme une synthèse d'acides gras modifiant la perméabilité de la membrane plasmique des cellules, une réduction de la surface foliaire (ralentissement de l'émergence et accélération de la sénescence des feuilles), une augmentation de l'épaisseur des feuilles accompagnée d'un changement de la composition des cires cuticulaires et une augmentation importante du développement du système racinaire.

* Le stress peut déclencher plusieurs réponses à plusieurs niveaux de la plante

✓ *Réponse au niveau de la plante entière*

La réponse au stress se manifeste au niveau de la plante entière par une baisse de la vitesse de la photosynthèse, des dégâts foliaires, une accélération de la sénescence et par une réduction de la croissance et une baisse dans la productivité

✓ *Réponse moléculaire*

Au niveau moléculaire on note une altération de l'expression des gènes, cas des dommages d'oxydation des biomolécules ou encore le cas de la réponse typique à des températures élevées qui se manifeste par une réduction dans la synthèse des protéines normales accompagnée d'une accélération de la transcription de nouvelles protéines appelées protéines de choc de fortes températures (HSPs, Heat Shock Proteins)

✓ *Réponse cellulaire*

Au niveau cellulaire, le stress peut causer une modification dans le métabolisme, une perturbation des transports ioniques, une augmentation de la perméabilité membranaire, une inhibition de l'activité de la pompe H⁺, une chute dans le potentiel membranaire et une augmentation de l'absorption du calcium à partir de l'apoplasme.

En générale les réponses sont résumées comme suit :

- *Activation des facteurs de signalisation*
- *Altération de l'expression génétique*
- *Accumulation des osmolytes*
- *Synthèse des protéines de stress*
- *Renforcement du métabolisme antioxydant*
- *L'homéostasie et la compartimentation ionique*
- *Faciliter le transport membranaire*
- *Accumulation des polyamines*
- *Ajustement de la balance hormonale*

Réponse 3 : Comment peuvent-elles les plantes garder une homéostasie ionique et osmotique au cours d'un type de stress abiotique.

Le type de stress traité dans cette question est du stress salin qui impose à la plante deux types de stress « Osmotique et Ionique »,

- Stress osmotique qui diminue l'absorption de l'eau par la plante donc expose la plante aux conséquences d'un stress hydrique.
- Stress ionique qui est lié à la toxicité des ions comme le sodium et le chlore (effet du stress ionique). La plupart des réponses des végétaux à la salinité sont liées à ces deux types d'effets. Ce type de stress déclenche des réactions qui visent à maintenir l'équilibre de la plante. Ces réactions ont été nommées ***Homéostasie***.

Homéostasie ionique

Les plantes sensibles au sel restreignent l'influx du sel dans leurs cellules et ajustent leur pression osmotique par la synthèse de solutés compatibles (Ex. proline, glycinebétaine, sucres solubles, etc.). Par contre, les plantes tolérantes au sel (halophytes), séquestrent et accumulent le sel dans leurs vacuoles, contrôlent leurs concentrations cytoplasmiques en sel, et maintiennent un ratio K⁺/Na⁺ cytosolique hautement élevé. Il est aussi indiqué que la

capacité d'exclusion de (Na⁺) et / ou (Cl⁻) des tiges est bien corrélée au degré de tolérance au sel. Le maintien d'une faible concentration de (Na⁺) dans les feuilles peut être dû à un mécanisme **d'exclusion** qui provoque une accumulation de (Na⁺) dans les racines, évitant une translocation excessive aux tiges ; mais, il peut être aussi lié à une mobilité élevée de cet élément dans le phloème. Chez les plantes, la stratégie la plus efficace pour **éviter la toxicité** du Na⁺ sur des sites métaboliques du cytoplasme est la compartimentation. La **compartimentation vacuolaire** consiste à évacuer du cytoplasme les ions Na⁺ en excès vers la vacuole afin d'éviter leur effet toxique et inhibiteur à l'encontre des processus enzymatiques. Elle peut également se faire à l'échelle de la plante entière, dans les organes les plus vieux ou les moins sensibles.

Homéostasie osmotique

L'un des principaux caractères physiologiques de tolérance aux contraintes du milieu est **l'ajustement osmotique**. Celui-ci est réalisé grâce à une accumulation de composés osmorégulateurs qui peuvent être des ions tels que les K⁺, Na⁺ et Cl⁻ ou des composés organiques tels les sucres solubles (fructose, glucose, tréhalose, ..) et certains amino-acides (proline, glycine bêtaïne..) conduisant au maintien du potentiel de turgescence. Ce phénomène permet le maintien de nombreuses fonctions physiologique (photosynthèse, transpiration, croissance...) et peut intervenir à tous les stades du développement du végétal. Il permet une protection des membranes et des systèmes enzymatiques surtout dans les organes jeunes, la proline semblant jouer un rôle dans le maintien des pressions cytosol vacuole et de régulation du pH.

Réponse 4 : le rôle des phytohormones dans la réponse des plantes au stress en donnant un exemple.

La régulation des réponses aux stress abiotiques peut se faire par des phytohormones comme *l'acide abscissique (ABA)*, *l'acide jasmonique*, *cytokinines*, *éthylène* ou autres. En effet, plusieurs gènes induits par les stress sont régulés par l'ABA. **L'acide abscissique (ABA)** est une phytohormone initialement impliquée dans l'abscission des feuilles et la dormance des bourgeons. Aujourd'hui, l'ABA est considéré comme le composant clé de l'adaptation des végétaux aux stress abiotiques, notamment la sécheresse et le stress salin. L'ABA joue un rôle important dans **la fermeture des stomates** et l'induction de l'expression des gènes aussi l'ABA est nécessaire pour l'accumulation de la proline sous faible potentiel. L'acide abscissique produit au niveau des racines est ensuite véhiculé jusqu'aux parties aériennes via les vaisseaux du xylème. Ce processus prend place avant que l'abaissement du potentiel hydrique du sol n'entraîne de changement notable du potentiel hydrique foliaire. Ceci suggère que l'ABA, qui contrôle **la fermeture stomatique** des feuilles, est le signal racinaire permettant de réduire le flux transpiratoire lors d'un déficit hydrique.