

Mécanismes moléculaires impliqués dans la tolérance de l'orge à la salinité



Cultivar d'orge tolérant au sel (à gauche) et sensible au sel (à droite) cultivés en hydroponie sous serre sans aucun traitement salin.



Effet visible du stress salin (# 15dSm-1) sur la croissance de la plante en hydroponie sous serre. Le cultivar tolérant (à gauche) se développe, tandis que (à droite) la croissance du cultivar sensible est empêchée. Ceci permet d'explorer les mécanismes de la tolérance à la salinité.

Domaine thématique: productivité et diversification des cultures.

Objectif: identifier, isoler et caractériser les gènes qui contribuent de manière significative à la tolérance à la salinité

Zone géographique: région MENA

Durée du Projet: 2013 - 2015

Bailleurs de fonds:

- Université Roi Abdullah de science et de technologie (King Abdullah University of Science and Technology, KAUST)
- Centre International pour l'Agriculture Biosaline (ICBA)

Partenaires:

Université Roi Abdullah de science et de technologie (King Abdullah University of Science and Technology, KAUST)

Chef de projet:

Dr. Khaled Masmoudi

k.masmoudi@biosaline.org.ae

La salinisation constitue une grave menace, en particulier pour les pays à climats arides et semi-arides, comme ceux de la région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord (Middle East and North Africa / MENA). Plus de 1,5 million d'hectares de terres agricoles sont perdus chaque année en raison de la salinité et on estime que jusqu'à 20% des terres arables de la planète sont affectées par la salinité. Les conséquences majeures pour la production agricole sont la baisse des rendements des cultures et l'augmentation de la menace mondiale sur la sécurité alimentaire. Il est clair que nous sommes au carrefour où des méthodes novatrices sont nécessaires pour rendre les cultures populaires, comme l'orge, tolérantes à une salinité élevée.

L'orge (*Hordeum vulgare* ssp. *vulgare*), largement connu comme "céréale à grain" riche en fibres, en vitamines et en minéraux essentiels, est l'une des cultures céréalières à grain les plus tolérantes au sel. Elle a de multiples utilisations nutritives et peut également être convertie en malt ou utilisée pour le fourrage. Développer de nouvelles variétés d'orge qui soient plus tolérantes à des contraintes de salinité est essentiel aussi bien pour les pays développés qu'en voie de développement.

Le Centre International pour l'Agriculture Biosaline (ICBA) a lancé le projet "Mécanismes moléculaires impliqués dans la tolérance de l'orge à la salinité" pour étudier la physiologie, les processus génomiques et les mécanismes génétiques, qui n'ont pas été évalués auparavant, et qui sont susceptibles de contribuer de manière significative à la tolérance à la salinité. Identifier les gènes uniques qui jouent un rôle clé dans la tolérance au stress peut améliorer l'efficacité de la production tout en permettant une introduction et un contrôle aisé de la culture.

Activités et résultats

Repérer la tolérance des plantes à la contrainte saline implique à la fois des réponses complexes et intégrées aux niveaux cellulaires, métaboliques et anatomiques. Le projet vise à identifier de nouveaux mécanismes chez l'orge qui entrent en jeu dans des conditions de stress, comme une forte salinité, la sécheresse et la chaleur. Le projet n'étudie pas uniquement la pertinence de la réponse au stress, mais il cherche également à fournir des informations sur le contrôle génétique, créant ainsi un ensemble d'outils qui peuvent être utilisés dans les programmes de reproduction végétale.

Pour plus d'information et d'autres publications:

www.biosaline.org



Essai en plein champ de plantes d'orge irriguées avec de l'eau salée (15dSm⁻¹) à l'ICBA montrant l'impact de la salinité sur la croissance et qui peut être utile pour les producteurs dans l'amélioration de la tolérance à la salinité dans les environnements marginaux.

Afin de distinguer les mécanismes qui sont d'intérêt général pour la survie et le rendement dans des conditions de stress liées à une salinité élevée, le projet a pour objectifs de:

- Surveiller l'absorption nette du sodium (Na⁺) par les racines, sa translocation et son accumulation dans les feuilles par la mesure du rapport Na⁺/K⁺ (potassium) dans les racines, les gaines foliaires et les feuilles.
- Identifier, isoler et cloner les gènes candidats.
- Caractériser le profil d'expression des gènes isolés.
- Identifier les allèles favorables pour les gènes candidats sélectionnés par le développement de marqueurs SNP.
- Créer des variétés d'orge qui surexpriment l'un des gènes candidats identifiés (orge transgénique) qui soient tolérantes à la salinité.

Dix variétés d'orge (5 tolérants et 5 sensibles) ont été sélectionnées sur la base d'essais en plein champ à partir d'une collection de référence mondiale d'orge. Une caractérisation approfondie de la réponse au stress salin en mesurant plusieurs paramètres physiologiques et moléculaires de ces 10 variétés s'en est suivie.

Lorsque les plantes sont cultivées dans des sols à forte salinité, les ions sont concentrés dans la zone racinaire, réduisant l'absorption d'eau et augmentant l'évaporation (perte d'eau dans l'air à partir des feuilles). Ceci se traduit par des déséquilibres ioniques et électriques, une diminution de la croissance, un retard de développement et enfin, la mort de la plante. Une abondance d'ions sodium est toxique pour les plantes car elles les confondent avec le potassium, un minéral essentiel pour leur croissance et leur bon fonctionnement. Les jeunes feuilles et les tissus photosynthétiques sont particulièrement sensibles au stress salin. Identifier et générer des plantes tolérantes au sel est donc impératif pour remédier à ce problème.

Le projet part de l'hypothèse, déjà prouvée, de l'accumulation de Na⁺ dans les gaines foliaires identifiée chez le blé dur, est un moyen efficace pour protéger les cellules des dommages liés au Na⁺ et jouant un rôle

crucial dans la tolérance des plantes à la salinité. La même hypothèse a été testée sur l'orge, en étudiant le profil d'expression d'un gène candidat (HKT1;5) associé à une QTL (Quantitative Trait Loci) (QTL Nax2) commandant le déchargement de Na⁺ dans le xylème et contrôlant sa translocation de la racine à la partie aérienne (les feuilles).

Un haut niveau d'expression du gène HKT1;5 a été révélé par RT-PCR semi-quantitative dans les gaines foliaires des variétés d'orge tolérantes, tandis qu'une expression modérée a été observée chez les variétés sensibles et la variété témoin non stressée. En d'autres termes, cette étude suggère que le gène HKT1;5 pourrait être impliqué dans le transport de Na⁺/K⁺ à travers la membrane plasmique dans la gaine foliaire avec un rôle plus actif dans les variétés tolérantes. Le gène HKT1;5 peut en fait jouer un rôle clé dans la régulation du transport du Na⁺ dans les cellules végétales et est supposé être le meilleur gène candidat pour la tolérance au sel par l'exclusion ou la translocation des ions.

Orientations futures

Beaucoup de travail reste à faire, sachant que plusieurs caractéristiques non encore évaluées, et qui contribuent de manière significative à la tolérance à la salinité seront étudiées. La tolérance osmotique (pression minimale qui doit être appliquée à une solution pour prévenir l'écoulement de l'eau vers l'intérieur) sera mesurée et corrélée au maintien du rendement des cultures dans des conditions de salinité en plein champ. Les bases génétiques et moléculaires de plusieurs caractères qui peuvent contribuer à la tolérance à la salinité par la cartographie des populations d'orge, sera examinée. L'approche de l'ICBA sera d'utiliser les méthodes les plus récentes de la génétique et du phénotypage directement dans des essais de plein champ. Des outils moléculaires seront fournis pour augmenter les rendements des cultures dans des conditions salines. En parallèle, des variétés d'orge transgéniques seront générées et validées pour leur tolérance au stress lié à la salinité. Les résultats finaux rendront les producteurs capables d'améliorer la tolérance à la salinité des semences existantes et ainsi aider à soutenir avec succès les populations rurales dans les environnements marginaux.

