

Caractéristiques de la croissance et de la production en fruits chez trois variétés de piment (*Capsicum annuum* L.) sous stress salin

Samira Ibn Maaouia-Houimli^{1*}, M. Denden¹, Bouthaina Dridi-Mouhandes² & Samia Ben Mansour-Gueddes²

Keywords: Pepper- Salt Stress- Vegetative growth- Fruit yield- Tunisia

Résumé

Le présent travail a porté sur l'évaluation de la tolérance au stress salin de trois variétés de piment qui diffèrent par leur précocité: PM797, variété précoce; Beldi, mi-précoce et Baklouti, variété tardive. Les essais ont été réalisés en pots de végétation sous serre vitrée. Les résultats ont montré que le stress salin réduit les paramètres de croissance et de production. Cependant, une différence variétale à la réponse au stress salin a été enregistrée entre les variétés étudiées. En effet, les variétés Beldi et Baklouti se caractérisent par leur vigueur en absence comme en présence de sel. Par contre, la variété précoce PM797, se caractérise par la stabilité des paramètres de production. Ceci a permis de mettre en évidence l'utilité des caractères précoces dans la tolérance à la salinité.

Summary

Characteristics of the Growth and Fruits Production of Three Pepper Varieties (*Capsicum annuum* L.) under Saline Stress

This work aims to evaluate the salt tolerance of three pepper varieties differing by their precocity: PM797 early variety, Beldi semi-early and Baklouti late variety. The trials were carried out in pots under glazed greenhouse. The results showed that salinity reduced the growth and production. However, a varietal difference response to salt stress was observed between the studied varieties. Indeed, the varieties Beldi and Baklouti are characterized by their vigour in absence as in the presence of salt. On the other hand, early variety PM797 is characterized by the stability of production. This is highlighting the utility of early characters in salinity tolerance.

Introduction

La culture de piment (*Capsicum annuum* L.), a connu une grande extension en Tunisie. En effet, elle occupe le 4^e rang des superficies emblavées par la culture maraîchère. Cette progression concerne aussi bien le piment sous serre que celui de plein champ. Malgré la possibilité de cultiver cette espèce dans la plupart des régions du pays, les rendements de piment en Tunisie n'atteignent pas encore les valeurs enregistrées dans d'autres pays méditerranéens comme le Maroc, la Grèce, l'Italie et l'Espagne (3). Ces faibles rendements sont dus à de nombreuses contraintes qui affectent aussi bien le rendement que la qualité des fruits. Ces contraintes sont liées à des différences dans l'environnement de la plante, notamment la température et la salinité.

Le piment est une plante glycophyte. Donc la salinité peut être l'un des facteurs majeurs qui agissent sur le rendement dans les zones irriguées, notamment les régions arides et semi-arides, qui sont caractérisées par une forte évaporation d'eau à partir du sol et d'une pluviométrie irrégulière et insuffisante (13). La culture du piment nécessite des apports d'eau relativement importants, alors que les eaux d'irrigation utilisées, en Tunisie, sont souvent chargées en sels. En effet, l'eau

provenant des barrages présente une charge en sel de 2 à 3 g.l⁻¹, et celle des puits titre de 4 jusqu'à 7 g.l⁻¹ (7), suite à une surexploitation ou à une intrusion des eaux saumâtres ou de l'eau de mer. De plus, la fertilisation et l'irrigation sous serre conduisent à augmenter la concentration des sels dans le sol.

Les données concernant les effets du stress salin sur la croissance du piment sont rares. Il est considéré comme sensible (5) ou modérément sensible (14) à la salinité. Lorsque la conductivité électrique (CE) est de 1,5 dS/m, le rendement baisse de 14% et peut atteindre 50% de réduction à une CE de l'ordre de 5,8 dS/m (11). L'impact de la salinité est plus grave sur le rendement export, suite à la réduction du calibre et du poids frais du fruit (4, 14). En effet, la salinité réduit la croissance et la productivité de la culture en raison de la diminution de potentiel osmotique dans le sol et de l'augmentation de la concentration de ions Na⁺ et Cl⁻, qui atteint alors un niveau toxique pour la plante (4). Le chlorure de sodium est susceptible de perturber la nutrition minérale des plantes en interférant avec le prélèvement de certains éléments essentiels (potassium, calcium), soit par substitution, soit par compétition au niveau des sites d'absorption

¹Laboratoire d'Agronomie, 4042, Chott-Mariem, Sousse, Tunisie.

²Laboratoire des Cultures maraîchères et légumières, 4042, Chott Mariem, Sousse, Tunisie.

*Auteur correspondant: Samira Ibn Maaouia-Houimli, Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, 4042 Chott-Mariem, Sousse, Tunisie.

Tel : 216 73 348544 E-mail: h.samira@laposte.net

Reçu le 08.11.10 et accepté pour publication le 04.02.11.

membranaire (19). Le déséquilibre de la balance ionique induit par le sel affecte directement et/ou indirectement plusieurs processus physiologiques et métaboliques se traduisant à l'échelle de la plante par l'inhibition de la croissance (12).

L'objectif de notre travail est d'étudier, chez de trois variétés de piment qui diffèrent par leur précocité, l'effet de la salinité sur la croissance végétative et le rendement en fruits.

Matériel et méthodes

Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de trois variétés de piment présentant des fruits de tailles différentes appartenant à la forme cultivée *Capsicum annuum* L.:

- PM797, variété d'origine française, très précoce. Fruit de petite taille et piquant.
- Beldi, variété locale, mi-précoce. Fruit à goût légèrement piquant.
- Baklouti, variété locale, tardive. Fruit à goût très piquant.

Conduite de la culture

L'expérimentation est réalisée dans la serre vitrée de l'Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem. Les graines de trois variétés de piment Baklouti, Beldi et PM 797 sont mises à germer sous serre dans des alvéoles remplies de tourbe, jusqu'au stade cinq à six feuilles. Les plantules sont ensuite repiquées individuellement dans des pots en plastique de 25 cm de diamètre et de 23 cm de profondeur, contenant chacun un mélange de perlite et de tourbe (v/v) à fond tapissé d'une couche de graviers pour assurer le drainage. Les plantules sont irriguées avec une solution nutritive de Hoagland. Lorsque les plantules ont atteint les dimensions requises (8 feuilles), elles sont soumises au stress salin par l'addition de différentes doses de chlorure de sodium à l'eau d'arrosage (0, 2, 4 et 6 g. l⁻¹ NaCl). Ces concentrations se rapprochent des taux de salinité des eaux d'irrigation en Tunisie. Durant toute la période de l'essai (du stade plantation jusqu'à la fin de la culture), le substrat de culture est maintenu à la capacité au champ par des irrigations fréquentes afin d'éviter que l'eau ne soit un facteur limitant. La culture est conduite sous les conditions suivantes: la température de l'air a été 28-30 °C pendant le jour (14 h) et 20-22 °C pendant la nuit. L'humidité relative minimale de l'air a été de 60% pendant le jour et 80% pendant la nuit.

La récolte des fruits est réalisée à différentes dates selon la variété. Chez PM797, elle est entre 50-140 jours d'application de stress (JAS), chez Beldi, entre 67-140 (JAS) et chez Baklouti, entre 91-140 (JAS).

Protocole expérimental

L'essai est conduit selon un dispositif expérimental

en blocs complètement aléatoires (BAC), comportant 4 blocs (répétitions). Pour chaque répétition, on a 3 plantes. Le nombre total des plantes est de 144.

Les paramètres mesurés

Les paramètres de croissance

Après 150 jours de culture, les mesures ont intéressé la hauteur de la plante, la surface foliaire totale partagée en surface verte et sénescence, et les biomasses sèches des parties aériennes et racinaires (déterminées après passage à l'étuve à 70 °C).

Les paramètres de production

La production a été caractérisée par le nombre, le rendement, la longueur, le calibre et les poids frais et sec des fruits.

Analyses statistiques

Toutes les données ont été statistiquement analysées à l'aide du logiciel SPSS for Windows, version 11.0. Nous avons effectué l'analyse de la variance Anova (Analysis of variance) et, à chaque fois qu'il existe des différences significatives, les moyennes ont été séparées par le test de Duncan (au seuil de 5%).

Résultats

Croissance en hauteur des plantes

Les plantes de piment répondent aux différentes concentrations de NaCl par une réduction de la hauteur de la partie aérienne d'autant plus importante que la concentration en sel est élevée (Tableau 1). Le déficit de croissance est variable selon la variété. Malgré la taille importante des plantes témoins, Beldi semble plus sensible au chlorure de sodium que Baklouti, en effet les taux de réduction par rapport au témoin sont de 10,2; 24,6 et 30,9% aux doses de NaCl 2, 4 et 6 g.l⁻¹ respectivement. La variété Baklouti se maintient la plus tolérante avec des pourcentages de réduction de 4,7; 12,6 et 17,7% par rapport au témoin. Les plantes de la variété PM797 sont caractérisées par des hauteurs faibles. La présence de NaCl dans la zone racinaire inhibe la croissance en longueur des plantes de cette variété à des taux presque similaires aux plantes Beldi. Les pourcentages de réductions de PM797 sont de 11,7; 18,8 et 31,7% par rapport au témoin.

La réduction de la hauteur des plantes en conditions de salinité pourrait s'expliquer par l'inhibition de l'élongation de l'axe principal ou la diminution de la longueur des ramifications (Tableau 1). Chez les deux variétés locales Beldi et Baklouti, la réduction de taille des plantes est dépendante uniquement de la longueur des ramifications. Le stress salin n'a aucun effet sur la longueur de la tige. Chez PM797, la longueur de l'axe principal ainsi que la longueur des ramifications sont affectées.

Tableau 1
Effets des traitements de chlorure de sodium sur la hauteur, la longueur de la tige et la longueur des ramifications des plantes de trois variétés de piment, cultivées sous conditions de salinité

Variétés /NaCl (g.l ⁻¹)	Hauteur (cm)	Longueur de la tige (cm)	Longueur des ramifications (cm)
PM797			
0	32.1 a	10.9 a	21.3 a
2	28.4 b	11.1 a	17.3 b
4	26.1 c	10.3 ab	15.8 b
6	21.9 d	9.4 b	12.6 c
Beldi			
0	44.0 a	20.8 a	23.3 a
2	39.5 b	20.9 a	18.6 b
4	33.2 c	19.8 a	13.4 c
6	30.4 c	18.9 a	11.5 c
Baklouti			
0	39.1 a	19.3 a	19.9 a
2	37.3 b	19.6 a	17.7 b
4	34.2 c	19.0 a	15.2 c
6	32.7 c	19.1 a	13.6 d

Selon le test Duncan, les valeurs de la même colonne suivies des lettres distinctes sont significativement différentes au seuil 5%.

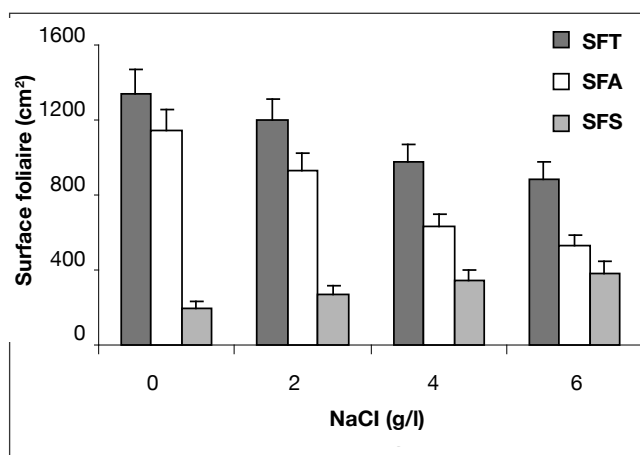


Figure 1: Effet des traitements de chlorure de sodium sur la surface foliaire; SFT: la surface foliaire totale; SFA: la surface foliaire active; SFS: la surface foliaire sénescence.

Surface foliaire par plante

La salinité a eu un effet très marqué sur la surface foliaire de la plante chez les trois variétés étudiées.

En effet, le stress salin a augmenté la surface foliaire sénescence et a diminué celle active (Figure 1). Cette dernière a accusé une réduction de l'ordre de 52% en passant du témoin à 6 g.l⁻¹ NaCl. Au niveau de cette concentration, la plus forte réduction de la surface foliaire s'est produite chez Beldi (59%), suivie par Baklouti (56%) alors que la réduction a été seulement de 41% chez 'PM797'. Chez cette dernière, la réduction coïncide avec une surface foliaire déjà petite chez les plantes témoins.

Production de biomasse

La production moyenne de biomasse sèche aérienne par plante de l'ensemble des variétés (Figure 2) est passée de 11,6 g pour le traitement témoin à 6,7 g en présence de 6 g.l⁻¹ NaCl, induisant ainsi une diminution significative de l'ordre de 42,2%. Toutes concentrations confondues, la biomasse sèche la plus élevée a été obtenue chez la variété Beldi, et la plus faible a été enregistrée chez la variété PM797.

La biomasse sèche racinaire des trois variétés testées a été significativement réduite par la salinité (Figure 2). Ces réductions ont été d'autant plus importantes que la concentration en sel était élevée. Ainsi, la présence de 6 g.l⁻¹ de NaCl dans l'eau d'irrigation a engendré une réduction moyenne de biomasse par plante de l'ordre de 23% par rapport au témoin. Les variétés PM797 et Baklouti se sont montrées plus sensibles au sel en accusant des réductions respectives de 21,8 et 27,2% par rapport au témoin. La variété Beldi s'avère moins sensible au traitement de longue durée par le sel, puisque le taux de réduction est de 17,7%.

Nombre de fruits et rendement

En conditions témoins (sans NaCl), le nombre de fruits par plante a varié de 13,8 chez la variété PM797 à 4,3 chez la variété Baklouti (Tableau 2). L'accroissement de concentration du sel dans l'eau d'irrigation a pour effet de réduire significativement le nombre de fruits chez les deux variétés locales. Chez PM797, aucune différence significative n'est détectée entre les différentes concentrations de NaCl.

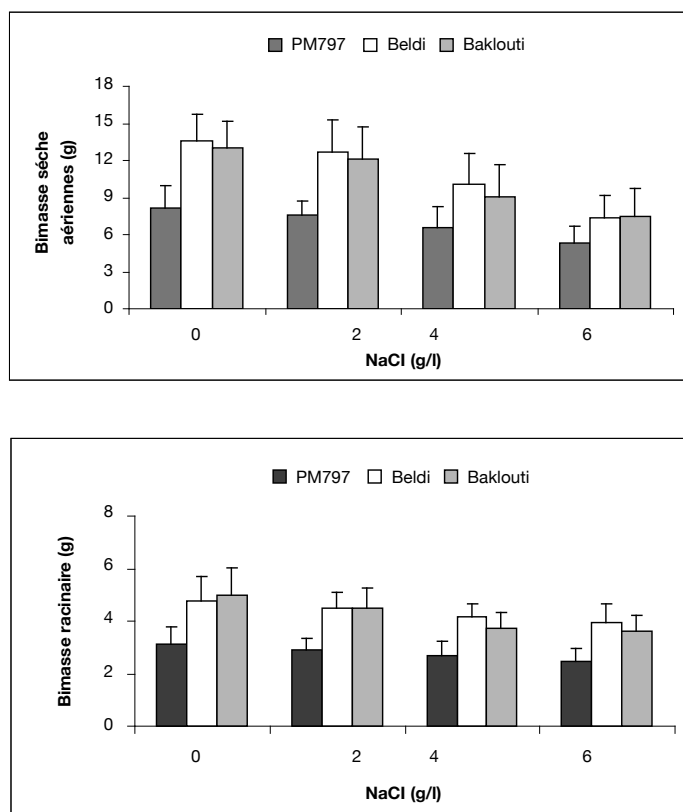


Figure 2: Effets du chlorure de sodium sur la biomasse sèche aérienne et racinaire par plante de trois variétés du piment.

Tableau 2
Effet des traitements de chlorure de sodium sur le nombre de fruits et le rendement (g) par plante de PM797, Beldi et Baklouti

Variétés / NaCl (g.l ⁻¹)	Nombre de fruits	Rendement (g)
PM797		
0	13.8 a	125.16 a
2	12.9 a	112.79 ab
4	12.0 ab	88.26 b
6	11.5 ab	76.33 b
Beldi		
0	11.0 a	186.7 a
2	11.1 a	151.2 b
4	7.5 b	98.6 c
6	6.8 b	71.4 c
Baklouti		
0	4.0 a	43.9 a
2	2.8 b	30.8 b
4	1.4 c	19.5 c
6	1.2 c	16.9 d

Selon le test Duncan, les valeurs de la même colonne suivies des lettres distinctes sont significativement différentes au seuil 5%.

Les rendements de trois variétés testées ont été significativement réduits par la salinité. Ces réductions ont été d'autant plus importantes que la concentration en sel était élevée (Tableau 2). Ainsi, la présence de 6 g.l⁻¹ de NaCl dans l'eau d'irrigation a engendré une réduction du rendement par plante chez PM797 de l'ordre de 39% par rapport au témoin. Les variétés Baklouti et Beldi se sont montrées plus sensibles au sel en accusant des réductions respectives de 61 et 62% par rapport au témoin non salé.

Caractères pomologiques du fruit

Au vu des résultats présentés dans le tableau 2, et tenant compte du nombre de fruits, seulement les deux variétés Beldi et PM797 ont été retenues pour étudier les caractéristiques des fruits. Le poids moyen du fruit, le poids sec, la longueur et le calibre du fruit sont présentés dans le tableau 3. Les résultats montrent que le poids moyen frais, la longueur et le diamètre des fruits ont diminué avec la salinité chez les deux variétés. Alors que le poids sec n'a diminué qu'à des concentrations élevées du NaCl.

Discussion

L'augmentation de la teneur en NaCl dans l'eau d'irrigation provoque la réduction de la hauteur de la plante, de la surface foliaire et des biomasses des variétés étudiées. Cet effet, fréquent chez les glycophytes, a précédemment été observé chez d'autres génotypes (4, 16). La diminution de la croissance de l'appareil végétatif observée chez les plantes de piment peut être expliquée par le fait que le NaCl agit par augmentation de la pression osmotique du milieu, ce qui empêche l'absorption de l'eau par le système racinaire. Ceci entraîne, par conséquent, une réduction de la croissance qui est le résultat, au niveau cellulaire, d'une baisse du nombre de divisions cellulaires (1). La réduction de la croissance peut résulter de l'augmentation de la concentration en acide abscissique dans la partie aérienne ou d'une réduction des concentrations en cytokinine (9). En plus du contrôle de la croissance par les signaux hormonaux, la réduction de croissance résulte de la dépense de ressources dans les stratégies d'adaptation (2). Ces stratégies, mises en œuvre pour maintenir l'homéostasie en condition de stress, sont consommatrices d'énergie et de ressources qu'elles détournent aux dépens de la croissance. Selon nos résultats, le stress salin entraîne un retard dans la croissance végétale. Il se traduit par une réduction de la hauteur de la plante et une diminution de la surface foliaire accompagnée des symptômes de stress tels que la chlorose et la nécrose foliaires, allant jusqu'à la mort des feuilles. Ce même comportement a été observé par Chartzoulakis et Klapaki, (4), comportement qui était expliqué par

Tableau 3
Effets des traitements de chlorure de sodium sur le poids frais, sec, longueur et diamètre de fruit

Variétés /NaCl (g.l ⁻¹)	Poids frais (g)	Poids sec (g)	Longueur (cm)	Diamètre (cm)
PM797				
0	7.8 a	1.1 a	5.7 a	1.9 a
2	7.6 a	1.1 a	4.9 b	1.8 ab
4	5.9 b	0.9 a	3.7 c	1.6 bc
6	5.8 b	0.7 b	3.1 c	1.5 c
Beldi				
0	13.5 a	1.6 a	11.1 a	2.0 a
2	11.6 b	1.6 a	10.6 a	2.0 a
4	8.8 c	1.5 ab	7.8 b	1.8 ab
6	8.2 c	1.3 b	6.4 c	1.8 b

Selon le test Duncan, les valeurs de la même colonne suivies des lettres distinctes sont significativement différentes au seuil 5%.

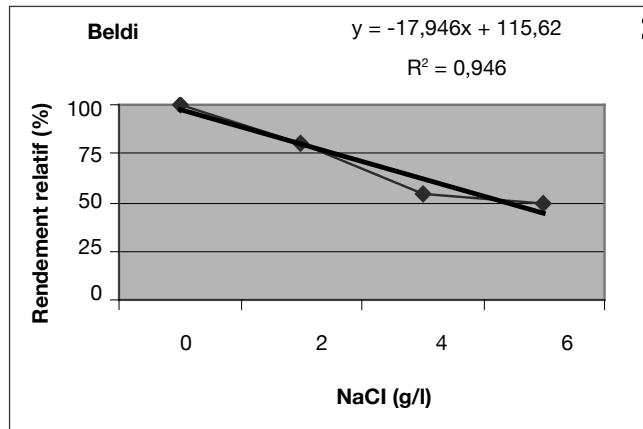
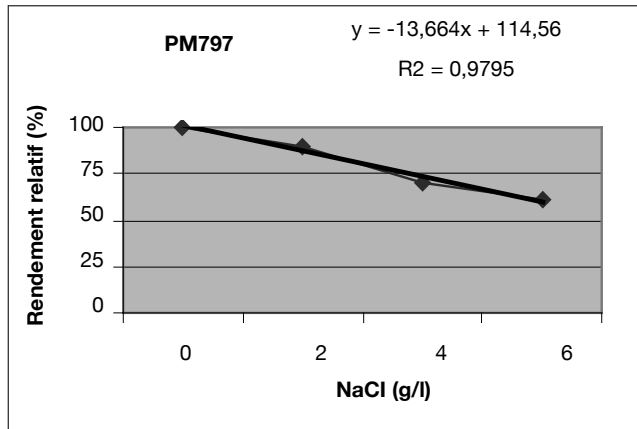
une nocivité spécifique des ions Cl⁻ accumulés à des niveaux excédant la capacité de compartimentage. Ces symptômes de toxicité ont réduit la surface active pour la photosynthèse et provoqué une réduction marquée de la croissance. Selon Munns (12) la croissance végétative, et particulièrement l'expansion des feuilles, sont sévèrement inhibées par le stress salin, les nouvelles feuilles se développent lentement et la sénescence des anciennes s'accélère.

On remarque aussi que la salinité a réduit davantage la croissance des parties aériennes du piment comparativement à celle des racines, ceci s'accordant bien avec les résultats des travaux de Van der Beek et Ltifi (16). Selon Zhu (18), la réduction de croissance des parties aériennes est une capacité adaptative nécessaire à la survie des plantes exposées à un stress abiotique. En effet, le retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour combattre le stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil où les dommages sont irréversibles.

L'effet de la salinité sur les paramètres de production montre des variations génotypiques; la variété la plus précoce PM797 se maintient la plus tolérante par la stabilité de son rendement aux différents niveaux de salinité. Par opposition, chez la variété tardive Baklouti, le rendement est presque nul. Il est également important de souligner que la variété Beldi, la plus productive en conditions d'alimentation hydrique normale, sans NaCl, est la plus sensible à la salinité et ce, quel que soit le niveau de sel appliqué. La variété PM797, bien qu'elle ait produit des rendements plus faibles que Beldi, a été la moins sensible à la salinité. Ces résultats montrent l'utilité de caractère précoce dans la tolérance à la salinité. En effet, une croissance rapide confère aux plantes une bonne aptitude à diluer les ions toxiques Na⁺ et Cl⁻ et à protéger les tissus contre une accumulation

de ces ions à des niveaux toxiques (17). A l'inverse, un développement tardif favorise l'accumulation d'ions toxiques pouvant entraîner la mort des plantes avant la fin de leur cycle de développement (12). Dans cette étude, la variété tardive Baklouti se montre plus vigoureuse que la variété précoce PM797, cependant son rendement est trop faible. Ces résultats sont en conformité avec ceux de Munns (12), qui a constaté que, chez les cultivars tolérants, lorsque ceux-ci sont tardifs, l'accumulation progressive du sel dans la plante, affecte la formation et la viabilité des organes reproducteurs, réduisant ainsi la production en fruit. Les relations de régression du rendement relatif en fonction du traitement salin montrent bien l'intérêt du caractère précocité dans le criblage des variétés tolérantes à la salinité (Figure 3).

D'après le tableau 3, la salinité réduit significativement le rendement, dès la plus faible concentration en NaCl (2 g.l⁻¹), alors que son effet négatif sur le nombre de fruits se manifeste à des concentrations plus élevées. Ceux ci rejoignent les résultats de Cuartero et Fernandez-Munns (6), qui ont signalé que la réduction du rendement observé chez la tomate est aussi due à une diminution du poids frais unitaire des fruits et non du nombre de fruits par plante. La réduction du poids frais est plus sévère que celle du poids sec, ceci est attribué à la difficulté de l'absorption de l'eau par la plante. Par conséquent, les effets néfastes de salinité sur le rendement doivent être attribués à une restriction d'accumulation de l'eau dans le fruit. Comme il a été suggéré par Johnson *et al.* (10), sous les conditions de stress salin, le flux d'eau dans le fruit est restreint par un faible potentiel hydrique de la plante. La réduction de poids frais du fruit semble être liée à la diminution de son taux de croissance pendant la phase d'expansion cellulaire, généré par faible prélèvement de l'eau (15), suite à l'augmentation du potentiel osmotique dans le milieu racinaire (10) et à la réduction de développement du xylème du fruit (8).



Conclusion

Les résultats de cette expérimentation ont permis de rendre compte des différences génotypiques. En effet, les variétés Beldi et Baklouti se caractérisent par leur vigueur en absence comme en présence de sel. Cependant, la variété précoce PM797, se caractérise par la stabilité des paramètres de production, surtout le nombre de fruits, dans les conditions de stress salin imposées. Chez cette variété, la floraison et la fructification sont très précoces. Elle peut dès lors éviter le stress salin et limiter les mouvements ioniques de Na^+ vers les feuilles.

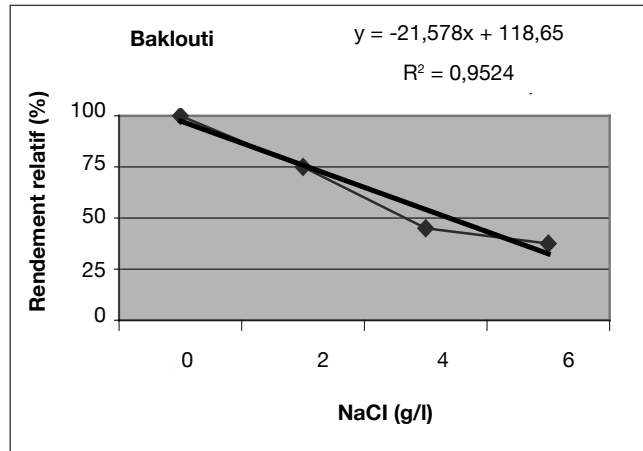


Figure 3: Relation entre le rendement relatif (% du témoin) et le traitement salin de trois variétés de piment.

Références bibliographiques

- Benamar B., Daguin F. & Kaid-Harche M., 2009, Effet du stress salin sur la germination et la croissance *in vitro* du pistachier (*Pistacia vera* L.). Comptes Rendus Biologies, 332, 752-758.
- Binzel M.L., P.M. Hasegawa, A.K. Handa & Bressan R.A., 1985, Adaptation of tobacco cells to NaCl. Plant Physiology, 79,118-125.
- Boughalleb N. & El Mahjoub M., 2005, Effet de la solarisation sur *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan var. *parasitica* (Dastur) G.M. Waterhouse responsable d'un syndrome associant nécroses racinaires et flétrissement sur piment (*Capsicum annuum* L.) en Tunisie. Tropicultura, 23, 3, 169-176.
- Chartzoulakis K. & Klapaki G., 2000, Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. Scientia Horticulturæ, 86, 247-260.
- Cornillon P. & Palloix A., 1997, Influence of sodium chloride on the growth and mineral nutrition of pepper cultivars. Journal of Plant Nutrition, 20, 1085-1094.
- Cuartero J. & Fernández-Muñoz R., 1999, Tomato and salinity. Scientia Horticulturæ, 78, 83-125.
- Hachicha M. & Braudeau E., 1998, Irrigation et salinisation en Tunisie, sols de Tunisie, 18, 3-11.
- Ho L.C., Grange R.I. & Picken A.J., 1987, An analysis of the accumulation of water and dry-matter in tomato fruit. Plant Cell Environment, 10, 157-162.
- Itai C., 1999, Role of phytohormones in plant responses to stresses. In: Lerner H.R. (ed). Plant response to environmental stresses, from phytohormones to genome reorganization. Marcel Dekker Inc., Basel, NY, USA, pp. 287-301.
- Johnson R.D., Dixon MA. & Lee D.R., 1992, Water relations of the tomato during fruit-growth. Plant Cell Environment, 15, 947-953.
- Maas E.V. & Hoffman G.J., 1977, Crop salt tolerance-current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE 103 (IR2), 115-134.
- Munns R., 2002, Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environment, 25, 239-250.
- Munns R., James R.A. & Lauchli A., 2006, Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany, 57, 1025-1043.
- Navarro J.M., Garrido C., Flores P. & Martinez V., 2010, The effect of salinity on yield and fruit quality of pepper grown in perlite. Spanish Journal of Agricultural Research, 8, 142-150.
- Rubio J.S., Garcia-Sanchez F., Rubio F. & Martinez V., 2009, Yield, blossom-end rot incidence, and fruit quality in pepper plants under moderate salinity are affected by K^+ and Ca^{2+} fertilization. Scientia Horticulturæ, 119, 79-87.
- Van der Beek J.G. & Ltifi A., 1991, Evidence for salt tolerance in pepper varieties (*Capsicum annuum* L.) in Tunisia. Euphytica, 57, 51-56.
- Zaman-Allah M., Sifi B., L'Taief B. & El Aouni M.H., 2009, Paramètres agronomiques liés à la tolérance au sel chez le haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). Biotechnology, Agronomy, Society and Environment, 13, 113-119.
- Zhu J.K., 2001, Plant salt tolerance. Trends in Plant Science, 6, 66-71.
- Zid E. & Grignon C., 1991, Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides, AUPELF-UREF. Jon Libbey Eurotext, Paris, 91-108.

Samira Ibn Maaouia-Houimli, Tunisienne, Doctorante à l'Institut National Agronomique de Tunis, Tunisie.

M. Denden, Tunisien, Titulaire d'un Doctorat en Sciences Agronomiques de la Faculté des Sciences Agronomiques et Biologiques appliquées de Gand, Belgique. Maître de conférences à l'Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, Tunisie.

Bouthaina Dridi-Mouhandes, Tunisienne, Titulaire d'un Doctorat en Sciences Agronomiques de la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques et Biologiques appliquées de Gand. Maître assistant à l'Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, Tunisie.

Samia Ben Mansour-Gueddes, Tunisienne, Doctorante à l'Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, Tunisie.

AVIS DE CHANGEMENT D'ADRESSE

ADRESVERANDERING

CHANGING OF ADDRESS

CAMBIO DE DIRECCION

Tropicultura vous intéresse! Dès lors signalez-nous, à temps votre changement d'adresse faute de quoi votre numéro nous reviendra avec la mention "N'habite plus à l'adresse indiquée" et votre nom sera rayé de la liste.

You are interested in Tropicultura! Make sure to inform us any change of your address in advance. Otherwise your issue will be sent back to us with the postal remarks "Adresse not traceable on this address" and then you risk that your name is struck-off from our mailing list.

U bent in Tropicultura geïnteresseerd! Stuur ons dan uw adresverandering tijdig door, anders riskeert U dat uw nummer ons teruggezonden wordt met de vermelding "Woont niet meer op dit adres" en uw naam wordt dan automatisch van de adressenlijst geschrapt.

Si Tropicultura se interesa, comuniquenos a tiempo cualquier cambio de dirección. De lo contrario la publicación que Ud. recibe nos será devuelta con la mención "No reside en la dirección indicada" y su nombre será suprimido de la lista de abonados.