

# PRODUCTION DE PROLINE CHEZ LA TOMATE DANS UN ENVIRONNEMENT SALIN

Pr S.A. SNOUSSI.  
Laboratoire de  
Biotechnologie des  
Productions végétales  
Université Saad Dahlab  
Blida – Algérie

M. ABBAD . Laboratoire  
de Biotechnologie des  
Productions végétales  
Université Saad Dahlab  
Blida – Algérie

## Résumé

L'addition de nutriments à la solution saline naturelle a amélioré considérablement la croissance et le développement des plantes de Tomate notamment à travers la plus part des paramètres biométriques, éco-physiologiques mesurés.

Il y a une accumulation plus importante de proline dans les différentes parties de la plante (racine, tige, feuille basale, feuille médiane et feuille apicale) irriguée par des eaux salines corrigées et ce compte tenu l'osmolarité externe plus forte, ce qui nécessite pour la plante un ajustement de l'osmolarité interne encore plus forte ce qui se traduit par une production accrue de proline.

**Mots clés :** *tomate - stress salin - écophysiologie -proline .*

## Abstract

An addition of nutrients to the natural saline solution improved considerably the growth and the development of Tomato plants in particular for many variables such as biometric, eco-physiology parameters.

There are more important accumulation of the proline in the various parts of the plant (root, stem, basal sheet, median sheet and apical sheet) which are sprinkled by the corrected saline treatments and this taking into account the stronger osmolarity external, which requires for the plant an adjustment of the osmolarity interns even stronger what results in an increased production of proline.

**Key words:** *tomato - saline stress - ecophysiology -proline.*

## 1. Introduction

La salinité excessive affecte la rhizosphère et limite la répartition des plantes dans leur habitat naturel. Le fort éclaircissement et les rares pluies dans les régions semi-arides et arides qui représentent un tiers de la surface du globe, accentuent la salinisation des périmètres irrigués et les rendent impropres aux cultures [1].

La salinité diminue le potentiel osmotique de la solution du sol et réduit par conséquent l'absorption

de l'eau par les racines. La turgescence cellulaire est abaissée ce qui entraîne un phénomène de plasmolyse.

Certains végétaux régulent leur pression osmotique interne par la synthèse d'osmoprotecteurs, principalement des sucres solubles et acides aminés comme la proline et la glycinebétaine. La synthèse de proline est une mesure adaptative prise par les plantes et sa teneur est corrélée à la tolérance aux sels nocifs [3].

## Matériel et méthodes

### 1. Objectif d'expérimentation:

Le présent travail a pour objet de déterminer le ou les sels ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ ) les plus nocifs et les plus agressifs sur la croissance et le développement de la tomate (variété Saint –Pierre) cultivée en hors-sol et irriguée par trois eaux salines naturelles puis corrigées et un témoin (solution nutritive standard).

### 2. Matériel végétal :

L'espèce utilisée durant notre expérimentation est la tomate (*Solanum lycopersicum*), variété Saint-pierre.

L'expérimentation a été réalisée à la station expérimentale du département d'agronomie de Blida, dans une serre en polycarbonate selon un dispositif expérimental composé de sept traitements (trois eaux salines naturelles + trois eaux salines naturelles corrigées + une solution nutritive standard) soit 140 plants en randomisation totale.

Les jeunes plantules de tomate sont irriguées jusqu'à l'apparition des deux feuilles cotylédonaires par l'eau courant tiède pour favoriser la reprise des jeunes plantules. Après ce stade, les jeunes plantules sont irriguées par une solution nutritive standard (T4) composée des macros et des micros éléments et ce dans le but d'avoir un matériel végétal

vigoureux et homo-gène de départ.

Dès l'apparition de la cinquième feuille, nous avons procédé à l'application des différents traitements, soit 22 jours après semis.

### 3. Substrat et conteneurs:

Le substrat utilisé dans notre expérimentation est du gravier roulé d'oued 3 à 8 mm de diamètre préalablement lavé et désinfecté. Les conteneurs utilisés dans notre expérimentation sont des pots en plastique, ayant une capacité de 5000ml et présentant des orifices de drainage à leur base permettant l'évacuation de la solution nutritive excédentaire.

Références eaux	pH	CE	$\text{NO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{PO}_4^{3-}$	$\text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Na}^+$	$\text{Ca}^{++}$	$\text{Mg}^{++}$	$\text{K}^+$
T1 Oued chélif naturelle	7,80	2,87	0,35	0	0	14,86	9,40	9,90	9,25	9,20	0
T1C Oued chélif corrigé	5,50	3,58	10,20	1,80	3,30	14,45	9,40	9,90	9,25	9,20	4,35
T2 Oued chélif naturelle	7,80	2,87	0,35	0	0	15,65	8,20	9,90	9,25	9,20	0
T2C Oued chélif corrigé	5,80	3,58	10,20	1,80	3,30	14,15	8,20	9,90	9,25	9,20	4,35
T3 Oued chélif naturelle	7,80	2,87	0,35	0	0	14,45	9,40	9,90	9,25	9,20	0
T3C Oued chélif corrigé	5,80	3,58	10,20	1,80	3,30	14,45	9,40	9,90	9,25	9,20	5,85
Eau de Blida Corrigée	5,80	1,56	10,20	1,80	3,30	0,60	1,50	1,30	5,10	1,80	4,25

## 4. Composition des différents traitements

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

### 1. Biomasse fraîche et sèche

### produite par plante (g):

Les solutions salines non corrigées à savoir (T1, T2, T3), ont donné respectivement, des valeurs faibles du poids frais et sec total par apport aux autres traitements salins

corrigés. Ceci peut être expliqué par le fait que la diminution de la croissance est une réponse à la déshydratation. Elle contribue à la conservation des ressources en eau, ce qui permet la survie de la plante. (tableau 1).

**Tableau 1:** Biomasse fraîche et sèche totale [g]:

	T1	T1C	T2	T2C	T3	T3C	T4
Biomasse fraîche	31.48 ± 0.23 c	261.22 ± 2.60 b	23.80 ± 0.09 c	318.72 ± 3.73 a	41.51 ± 5.52 c	264.71 ± 2.62 b	248.26 ± 1.46 b
Biomasse sèche	5.07 ± 0.47 e	35.36 ± 2.21 c	3.89 ± 0.09 e	42.56 ± 0.54 a	5.32 ± 0.18 e	29.26 ± 2.00 d	38.77 ± 0.78 b

[131], confirme que dans un milieu saumâtre (milieu riche en sels), la répartition spatiale des racines est réduite et le développement de ces organes est inhibé.

Aussi, la conductivité électrique (CE) très élevée, associée à un pH alcalin causent un déséquilibre ionique des milieux nutritifs et une mauvaise alimentation hydrominé-

rale suite à une pression osmotique très élevée du milieu extérieur. [57], confirme que la salinité des eaux d'irrigation inhibe la croissance des organes de la partie aérienne se répercutant très visiblement sur l'ossature de ces plantes entraînant un faible taux de la biomasse totale produite.

## 2. Paramètre physiologique:

Quantité de proline dans les organes de la plante [ g/g MF]:

On remarque que cet osmoprotecteur migre remarquablement vers les tissus foliaires de manière progressive. (tableau 2).

**Tableau 2:** Quantité du proline dans les différentes organes de la plante [ g/g MF]:

	T1	T1C	T2	T2C	T3	T3C	T4
Racines	0.11 ± 0.01	0.42 ± 0.00	0.15 ± 0.01	0.26 ± 0.01	0.18 ± 0.00	0.18 ± 0.00	0.06 ± 0.00
Tiges	0.15 ± 0.01	0.46 ± 0.00	0.44 ± 0.03	0.56 ± 0.01	0.18 ± 0.00	0.47 ± 0.00	0.19 ± 0.02
Feuilles basales	0.18 ± 0.01 cd	0.31 ± 0.03 b	0.16 ± 0.01 cd	0.25 ± 0.07 bc	0.18 ± 0.00 cd	0.51 ± 0.00 a	0.11 ± 0.01 d
Feuilles médianes	0.32 ± 0.01	0.74 ± 0.02	0.18 ± 0.00	0.97 ± 0.01	0.42 ± 0.00	0.69 ± 0.04	0.13 ± 0.00
Feuilles apicales	0.52 ± 0.01	0.86 ± 0.01	0.49 ± 0.00	0.73 ± 0.02	0.37 ± 0.00	0.90 ± 0.00	0.20 ± 0.00

Cet acide aminé s'accumule de préférence dans les feuilles apicales lorsque la concentration du milieu augmente. On note également que, les feuilles apicales de la tomate sont plus riches en proline que les autres organes, aussi bien dans les plantes alimentées par les solutions salines corrigées qui ont été révélés des quantités de proline les plus élevées que celles issues de la solution nutritive standard (T4).

Cette augmentation varie au niveau des traitements salins corrigés d'environ 5 fois pour le (T3C), (T1C) et uniquement 4 fois pour le (T2C). Il a été précédemment constaté que les plantes irriguées par des eaux salines corrigées (T1C, T2C et T3C) poussent mieux que les plantes arrosées par les mêmes traitements mais sans correction.

Ces plantes issues des traitements salins corrigées produisent plus de proline. La correction de l'eau saline améliore l'absorption hydrominérale des plantes ce qui montre bien que le milieu nutritif n'est plus toxique pour la plante.

Les plantes n'ont pas ou peu de carences minérales, ni déshydratation de la biomasse produite. Cependant ces traitements corrigés (T1C, T2C et T3C) présentent une concentration en osmolytes plus forte dans les traitements salins naturels (T1, T2 et T3).

L'osmolarité externe est donc plus forte, ce qui nécessite un ajustement de l'osmolarité interne encore plus fort (pour ne pas se déshydrater car l'eau va du milieu de moins concentré vers le milieu le plus concentré) ce qui se traduit par une production accrue de proline.

En revanche, les plantes alimentées par les traitements salins bruts (T1, T2, et T3) accumulent moins de proline dans toutes les parties végétales testées. Ceci est dû au fait que les milieux sont chargés de sels

déséquilibre donc créés un potentiel osmotique externe plus fort.

Le stress osmotique perçu par les plantes des traitements (T1, T2 et T3) induit une réponse de défense qui est une production de proline pour ajuster l'osmolarité interne mais qui reste inférieure à celle produite par les plantes alimentées par les eaux salines corrigées.

Nous constatons également que, l'accumulation du composé azoté dans les racines est environ deux à trois fois moins élevée que dans les feuilles apicales. Comparativement, le traitement (T1C) accumule une quantité de proline la plus élevée au niveau des racines et cette plantes irriguées par le témoin (T4) (0,42 et 0,06 g/g MF respectivement).

Par contre au niveau des tiges, la teneur en proline la plus élevée est enregistrée chez les plantes alimentées par le traitement où le sodium est lié partiellement avec les sulfates et les chlorures. On signale par ailleurs, que la proline évolue régulièrement des racines vers les feuilles, aussi bien chez les plantes témoins que celles traitées par les solutions salines naturels ou corrigés. T1

### Discussion générale :

La réaction des plantes à la salinité se fait par des modifications adaptatives morphologiques, anatomiques, structurales et métaboliques. Pour détecter la tolérance des plantes à la salinité, il est intéressant de disposer de moyens précis et simples.

Chez toutes les espèces végétales, glycophytes comme halophytes, la salinité du milieu entraîne, à partir d'un certain seuil, une réduction de la biomasse.

Néanmoins, le degré d'inhibition de la croissance dépend du genre, de l'espèce, de la variété, ainsi que du stade de développement de la plante

et de la nature de l'organe (129).

L'irrigation avec les eaux salines conduit à l'augmentation de la salinité dans le milieu racinaire. Le déséquilibre ionique des traitements salins naturels testés (T1, T2 et T3) accentue l'effet de la salinité des milieux alimentaires, ce qui limite la croissance des plantes de tomate, et réduit en conséquence, la consommation hydrique et minérale qui est en relation avec l'évapotranspiration.

Par contre, la concentration élevée de sels dans les milieux nutritifs corrigés et dont l'équilibre ionique est parfait favorise le développement végétatif des plantes de tomate.

La réponse biochimique, analysée à travers l'expression de l'accumulation de la proline montre que les plantes de tomate accumulent ce composé protéinique dans les différents organes (racines, tiges et feuilles) dans des proportions variables.

Cette accumulation varie d'un organe à un autre, d'une espèce à l'autre, selon la nature et l'intensité du stress.

Chez la variété de tomate Saint-Pierre, l'accumulation de la proline se fait dans le sens racines, tiges, feuilles basales, feuilles médianes et feuilles apicales aussi bien chez les plantes témoins que celles irriguées par des eaux salines naturelles et corrigées avec une accumulation plus importante chez les traitements salins corrigés que ceux naturelles.

On peut également noter que les milieux salins corrigés ne sont pas toxiques pour les plantes.

Une plante ne manifeste pas de carence minérale, ni de déshydratation et donc pousse convenablement. Cependant ces eaux corrigées présentent une concentration en osmolytes plus forte que dans les eaux salines naturelles.

L'osmolarité interne est donc plus forte, ce qui nécessite pour les plantes un ajustement de l'osmolarité interne encore plus fort pour ne pas se déshydrater car l'eau va de milieu le moins concentré vers le plus concentré ce qui traduit par une production accrue de proline dans les traitements salin corrigés. Les plantes alimentées par le traitement nutritif standard (T4) présentent le taux de proline le moins élevée suite à l'absence de stress osmotique.

## CONCLUSION

Dans les tissus foliaires, l'acide aminé étudié se concentre préférentiellement dans les feuilles apicales à des teneurs significativement élevées sont observées au niveau des traitements salins corrigés. Au niveau des tiges et des racines, la proline augmente d'une manière lente en fonction de la concentration des différents traitements salins.

Les plantes de tomates de la variété Saint-Pierre arrivent à croître et à se développer dans des conditions de salinité élevée grâce principalement au mécanisme d'ajustement osmotique. Elles adoptent aussi la même stratégie face à la contrainte saline en tolérant une accumulation plus élevée d'ions  $Mg^{+2}$ ,  $Na^{+}$ ,  $SO_4^{-2}$

et  $Cl^{-}$  principalement dans leurs tissus foliaires. La teneur en potassium, même assez faible, suffit à assurer les besoins de croissance. La forme de combinaison magnésium - sulfate participe à une meilleure résistance de la tomate aux conditions salines du fait que l'absorption hydrominérale est facilitée par rapport à celle de la combinaison chlorure-magnésium. Enfin, ces résultats seront d'un apport important pour participer à une meilleure conduite de la tomate dans les zones semi-arides et arides où la qualité des eaux fournies pour l'irrigation est défavorable à l'irrigation.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. M. Denden, T. Bettaieb, A. Salhi & M. Mathlouthi (2005) : Effet de la salinité sur la fluorescence chlorophyllienne, la teneur en proline et la production florale de trois espèces ornementales, *Tropicultura*, 220-225.

3. H. Cheikh M'hamed, R. Abdellaoui, K. Kadri, M. Ben naceur, S. Bel hadj ; (2008) : évaluation de la tolérance au stress salin de quelques accessions d'orge

(*hordium vulgare* L.) cultivées en Tunisie: approche physiologique, *Sciences & Technologie C- N°28* Décembre, pp.30-37.

57. Z. Bouzid, (2010) : Etude de l'effet de la salinité et de la présence du molybdène sur le comportement éco physiologique de deux variétés de plantes de l'espèce *Phaseolus vulgaris* L. Thèse Magister, Université Mentouri Constantine, 1178p.

128. B.A. Hela, A. Manaa, E. Zid, 2008 : Tolérance à la salinité d'une poacée à cycle court : la sétaire (*Setaria verticillata* L.) ; *Comptes rendus Biologies* 331 pp 164-170.

129. Snoussi, S.A., et Halitim, A., (1998) : Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale des plantes cultivées", *Etude et Gestion des Sols*, 5, 4, 289-298.

131. T-k. Ould Djeh, N. Dali, T. Bettaieb, A. Ben Salah ; (2006) : Influence métabolique du  $CO_2$  atmosphérique sur la tomate cultivée en milieu saumâtre. *Cahiers Agricultures*. Volume 15, Numéro 5, 441-7