

IMPACT DE LA SALINITE DES EAUX SUR QUELQUES PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES DES FRUITS DE TOMATE

S.A .SNOUSSI

Laboratoire de Biotechnologie
des Productions végétales
Université Blida 1– BP 270,
Route de Soumaa, Blida,
Algérie

M. ABBAD . Thésard.

Laboratoire de Biotechnologie
des Productions végétales
Université Blida 1– BP 270,
Route de Soumaa, Blida,
Algérie

Résumé

Les rares précipitations, l'évaporation élevée de la température en zone aride, l'irrigation par les eaux salines, et l'absence de drainage sont des facteurs principaux qui contribuent à la salinité croissante en zone aride. La salinisation secondaire, en particulier, aggrave le problème une fois que les superficies agricoles productives deviennent impropres à la culture due à la qualité médiocre de l'eau d'irrigation [1].

La présence des sels solubles dans le sol et dans les eaux d'irrigation affecte à partir d'une certaine concentration, les mécanismes physiologiques de la plante et constitue un facteur limitant de la productivité végétale et de la qualité des fruits [4] ; [5].

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, et organoleptiques mesurés.

Il y a une accumulation plus importante de sucres totaux dans les fruits des plantes qui sont arrosées par le traitement salin corrigé (T1C) où l'accroissement moyen du taux de sucre atteint 34,66% par rapport aux fruits issus des plantes irriguées par une solution nutritive standard T2. A l'inverse il a été remarqué une régression moyenne du taux de sucre de 23,0% au niveau du traitement salin naturel (T1) comparativement à celui mesuré sur les fruits issus des plantes arrosées par la solution nutritive standard. D'autre part, l'acidité titrable des fruits de tomate est améliorée en moyenne de 60,90% au niveau de la solution saline corrigée ou transformées en solutions nutritives.

Mots clés : tomate - stress salin - salinité –zone aride –sucres totaux – acidité – vitamine C

INTRODUCTION

Dans beaucoup de régions du bassin méditerranéen, notamment (Turquie, Syrie, Liban, Jordanie, Egypte, Algérie, Tunisie et Maroc) [2]. Les sols et les eaux présentent des niveaux de salinité de plus en plus élevés. Très souvent, cette situation résulte de la pratique d'une irrigation intensive, associée à une surestimation des besoins en eau des plantes cultivées et à l'absence d'un réseau de drainage [3]. La présence des sels solubles dans le sol et dans les eaux d'irrigation affecte à partir d'une certaine concentration, les mécanismes physiologiques de la plante et constitue

un facteur limitant de la productivité végétale et de la qualité des fruits [4] ; [5].

La salinité diminue le potentiel osmotique de la solution du sol et réduit par conséquent l'absorption de l'eau par les racines. Certains végétaux régulent leur pression osmotique interne par la synthèse d'osmoprotecteurs, entre autre les sucres solubles [6].

La tomate est la troisième espèce cultivée au monde, après la pomme de terre et la patate douce, et le deuxième légume le plus consommé [7]. Ce légume représente donc un enjeu économique, et est soumis à une concurrence importante.

Cet état hydrique altéré conduit à une croissance réduite et à la limitation de la productivité végétale. Depuis que le stress salin implique aussi bien le stress osmotique qu'ionique [8] l'arrêt de la croissance et la détérioration de la qualité des fruits sont directement reliés à la concentration des sels solubles ou au potentiel osmotique de l'eau du sol.

Matériel et méthodes

1. Matériel végétal testé

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 trois traitements dont un salin naturel, un

salin corrigé et un témoin (solution nutritive standard) disposés selon un dispositif expérimental en randomisation totale.

L'espèce utilisée durant notre expérimentation est la tomate (*Solanum lycopersicum*), variété Saint-pierre. Dès l'apparition de la cinquième feuille, nous avons procédé à l'application des différents traitements, soit 22 jours après semis.

2. 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.

3. Composition des différents traitements : meq/l

Les sulfates, les chlorures, le sodium, le calcium et le magnésium sont les ions prédominants dans l'eau saline naturelle (T1) et l'eau saline corrigée (T2) s. La concentration du potassium est peu variable d'un site à l'autre. Elle oscille entre (0,00 et 4,35 cmol^l); celle des phosphates et de l'azote quelle que soit la forme est aussi négligeable dans l'eau saline naturelle T1 (Tableau 1).

Tableau 1 : Composition des milieux nutritifs testés en meq/l

Références eaux	pH	CE	NO3-	NH4+	PO43-	Cl-	S04--	Na+	Ca++	Mg++	K+
T1 Eau saline naturelle	7,80	2,87	0,35	0	0	14,86	9,40	9,90	9,25	9,20	0
T1C Eau saline corrigée	5,50	3,58	10,20	1,80	3,30	14,45	9,40	9,90	9,25	9,20	4,35
T2 Solution standard	5,80	1,56	10,20	1,80	3,30	0,60	1,50	1,30	5,10	1,80	4,25

Les traitements à l'exception de l'eau saline naturelle (T1) reçoivent du fer et des oligo-éléments. Le fer est apporté à raison de 5 ml l⁻¹ de solution prête à l'utilisation, de concentration 2 g.l⁻¹ sous forme de séquestrène de fer 138 Fe. Les oligo-éléments sont apportés à raison de 0,1 ml.l⁻¹ d'une solution concentrée. Il s'agit de :

(NH₄)₆ MO₇ O₂₄ 4H₂O. (0,5 g.l⁻¹) + H₃ BO₃ (15 g.l⁻¹) + MnSO₄. 4H₂O (20 g.l⁻¹) + CuSO₄. 5H₂O (2, 5 g.l⁻¹) + Zn SO₄. 7H₂O. (10 g.l⁻¹).

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

1. Hauteur finale des plantes [cm]:

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative (P<0,001) du facteur traitement sur la hauteur finale des plantes. Les résultats obtenus durant la coupe finale révèlent qu'il y a une augmentation de la hauteur des plants au niveau de la solution saline corrigée (T₁C) et ce par apport au traitement salin naturel. (Figure 1).

Ces observations peuvent s'expliquer par l'équilibre ionique parfait dans la solution saline corrigée et de sa richesse en éléments fertilisants, notamment la présence de l'élément d'azote, du phosphore, du potassium et la présence des oligoéléments.

A l'inverse, la solution saline

naturelle (T₁) présente les hauteurs des plants les plus faibles, ceci en raison de la présence d'une grande quantité de sel dans la solution d'irrigation provoquant ainsi la réduction de la division et de l'allongement cellulaire, et par conséquent une diminution de la croissance de la plante. Aussi, il est à noter le pH alcalin dans ce milieu salin naturel défavorable pour une meilleure absorption hydrominérale des plantes,

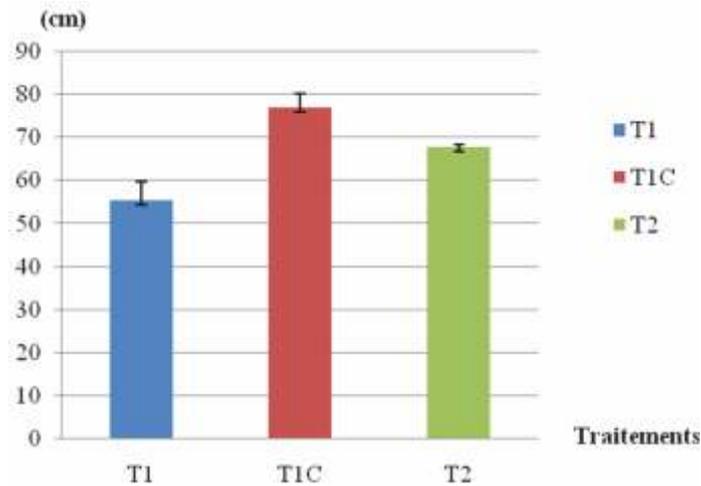


Figure 1: Hauteur moyenne des plantes en (cm)

Des résultats similaires ont été rapportés par [9], qui confirment que les deux principales manifestations de la salinité sont la réduction de la taille des plantes, et l'apparition de nécroses foliaires aux concentrations plus élevées, signes d'une toxicité par excès d'accumulation de sel dans les feuilles,

2. Paramètres de qualité :

2.1. Quantité de sucres totaux dans les fruits [%]

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence hautement significative de l'effet du milieu sur la

quantité des sucres totaux dans les fruits de tomate. Le test de Newman-Keuls au seuil $\alpha = 5\%$ fait ressortir trois groupes homogènes, (Figure 2),

Les fruits récoltés à partir des plantes traitées par l'eau saline corrigée (TIC) a permis d'accroître la teneur en sucres totaux des fruits de 45% par rapport à ceux récoltés au niveau de l'eau saline naturelle (T1). Autrement dit la correction de l'eau saline améliore de manière remarquable la quantité de sucres totaux des fruits de 34% par rapport aux fruits de tomate issus du

traitement témoin T2, tandis que le paramètre mesuré est réprimé de 17% au niveau de l'eau saline naturelle T1 et ce par rapport au témoin T2.

Cette amélioration de la teneur en sucres totaux des fruits est due selon [10], à une baisse d'utilisation des sucres pour la croissance, et donc dépend de l'aptitude de la plante à croître en conditions de salinité corrigée avec un rapport ionique équilibré.

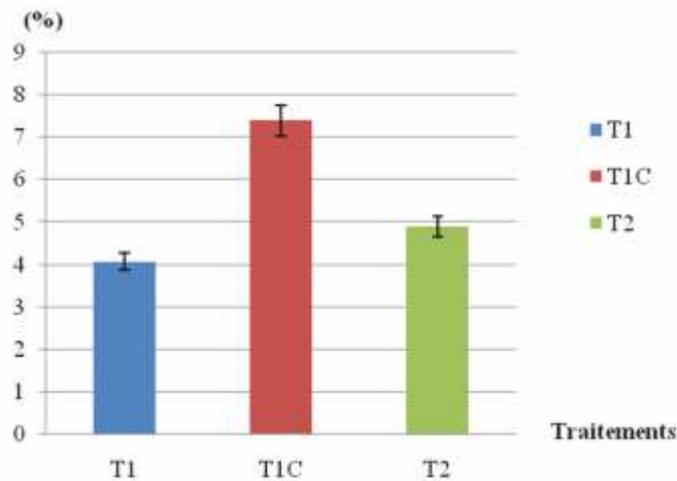


Figure 2: Quantité de sucres totaux dans le fruit (%)

A l'inverse, la salinité du milieu naturel T1 manifeste un effet négatif sur le paramètre mesuré, De ce fait, les plantes traitées par le traitement (T₁) produisent des fruits les moins sucrées étant donné que cet osmo-régulateur est utilisé pour la survie des plantes,

Dans ce contexte, [10] montre que l'excès de sel peut provoquer des problèmes d'inhibitions enzymatiques ou un dysfonctionnement métabolique général, d'où une photosynthèse réduite induisant une réduction de la synthèse

glucidique,

2.2 Taux de vitamines « C » dans les fruits [%] :

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence hautement significative du facteur traitement sur la quantité de la vitamine « C » dans les fruits de tomate, Le test de Newman et keuls au seuil $\alpha = 5\%$ fait ressortir trois groupes homogènes (Figure N°03),

Les fruits récoltés à partir des plantes arrosées par le traitement salin corrigé

(T₁C) sont les plus riches en acide ascorbique avec une valeur de 39,01%, soit une amélioration de 60% par rapport aux fruits issus du traitement salin naturelle (T1).

Les résultats obtenus peuvent être justifiés par un déclenchement de l'activité enzymatique qui dégrade l'amidon en sucres et en vitamines en quantité très importante surtout chez les plantes qui reçoivent une alimentation hydrominérale saline mais équilibrée, tel est le cas du T1C.

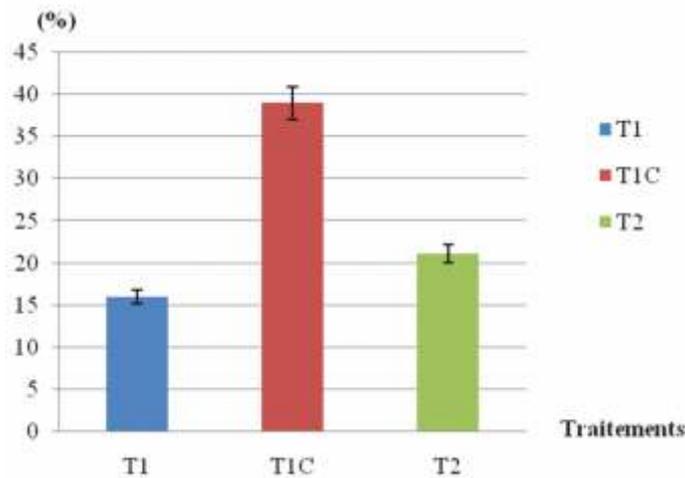


Figure 3: Taux de vitamines « C » dans les fruits [%]

2.3. Quantité d'acidité titrable dans les fruits:

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative du facteur milieu nutritif sur le paramètre mesuré, A cet effet, le test de Newman et keuls au seuil $\alpha = 5\%$ fait ressortir trois groupes homogènes, (Figure 4),

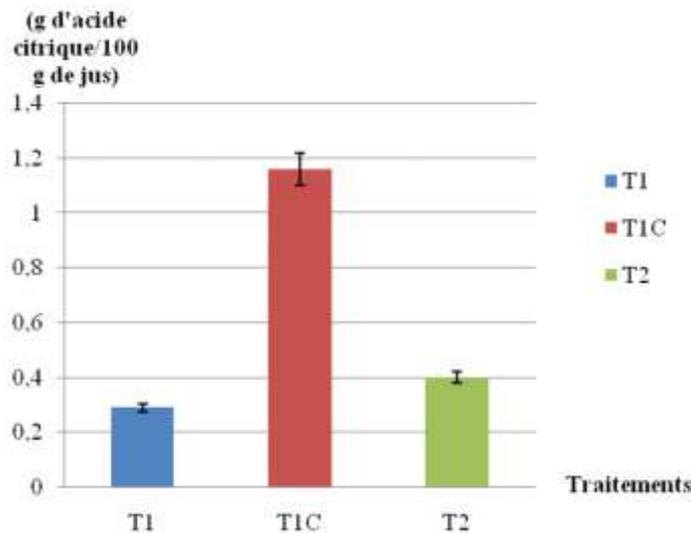


Figure 4: Quantité d'acidité titrable dans les fruits (g d'acide citrique/100g de jus)

Les fruits récoltés à partir des plantes alimentées par la solution saline corrigée (T1C) présentent l'acidité la plus élevée avec une valeur de 1,16g d'acide citrique/100g de jus, suivi par les plantes irriguées par le traitement témoins (T2) et enfin le traitement salin naturel (T1). L'accroissement enregistré entre les fruits issus de la solution saline naturelle et ceux de la solution saline corrigée est de 75%. En outre, l'acidité dans les fruits est maximale dans le traitement T1C en raison de la forte concentration du potassium dans le milieu alimentaire.

L'acidité du fruit et par conséquent sa saveur sont très liées à la teneur en potassium : plus l'acidité est élevée, plus le fruit a de la saveur,

Des résultats similaires sont observés par [11] où ils ont montré qu'une salinité associée à une meilleure alimentation des plantes, notamment en potassium, améliore l'accumulation des acides organiques tout en diminuant la teneur en eau des cellules, A cet effet, la plante peut maintenir la turgescence des cellules et répondre ainsi au stress salin modéré,

Un effet contradictoire est observé avec le traitement salin naturel (T₁) où l'on constate une teneur en acidité titrable la plus faible (0,29 g d'acide citrique/100g de jus), Ce qui représente un écart important de l'ordre de quatre fois moins par rapport aux fruits issus du traitement salin corrigé (T1C),

Conclusion

Les apports d'eau saline naturelle (T₁) et d'eau saline corrigée (T₁C) ont été effectués sur les plantes de tomate pour évaluer la croissance, le développement et la qualité des fruits récoltés. Les résultats expérimentaux illustrent les effets de la salinité de l'eau saline naturelle et de la correction de l'eau naturelle sur la tomate Saint pierre

(espèce moyennement sensible à la salinité): l'influence de la correction est significative sur la majorité des paramètres analysés. Autrement dit il y a une différence significative entre les paramètres représentatifs du traitement eau saline naturelle (T₁) et entre ceux de traitement salin corrigé (T₁ C) avec le témoin T2.

Les diminutions des paramètres de croissance des plantes et organoleptiques des fruits de tomate sont en relation directe avec la concentration des sels dans l'eau saline naturelle (T1). En effet, les plantes de tomate irriguées par l'eau saline naturelle T₁ présentent des paramètres de croissance et organoleptiques mesurés les plus faibles que ceux relatifs aux plantes irriguées par l'eau saline naturelle corrigée T2C et le témoin T2.

L'addition d'éléments nutritifs majeurs et mineurs à l'eau saline naturelle a conduit à un accroissement significatif des paramètres mesurés des plantes de tomate.

Les principaux résultats relatifs à la hauteur finale des plantes, le taux de sucres totaux, de l'acidité titrable et de la vitamine c mettent en évidence l'effet de la correction de l'eau saline naturelle sur la tomate : l'influence de la correction est significative dans la majorité des cas.

La correction de l'eau saline naturelle (T1C) a conduit à une utilisation supérieure de la fert-irrigation par rapport aux plantes traitées avec l'eau saline naturelle. Il existe alors des différences entre les deux séries de solution. La salinité du milieu naturelle agit sur la croissance en diminuant la hauteur finale des plantes et donc affecte négativement la biomasse totale produite en faisant tomber les feuilles qui atteignent le seuil d'accumulation toxique de Na⁺ 12 . Cette toxicité est observée au niveau

des plantes du traitement salin naturel (T₁) et peut être associée à des rapports Ca²⁺ / K⁺ très élevés (tableau x_s), caractéristique de l'état de sénescence foliaire. Ceci est en accord avec l'hypothèse de 13 selon laquelle la concentration saline accélère la sénescence, réduisant aussi la durée de vie des feuilles.

Autrement dit, la production de biomasse est maintenue avec l'eau saline corrigée très fortement salée, tandis qu'elle est réprimée par l'eau saline naturelles. La diminution de biomasse observée avec l'eau saline naturelle T1 très fortement salées est due surtout au dessèchement précoce et chute des feuilles des plantes alimentées par ce traitement. On déduit de cela, qu'en optimisant la fert-irrigation dans les eaux salines naturelles, il doit être possible d'obtenir des plantes de caractéristiques équivalents ou au moins voisines des plantes témoins. Un nouvel ajustement de l'offre minérale à la demande réelle de la plante devait permettre encore d'accroître significativement d'une part la croissance des plantes, et d'autre part la qualité organoleptiques des fruits récoltés.

La faiblesse des paramètres organoleptiques mesurés au niveau des fruits de tomate issus du traitement T1 peut être expliquée tout d'abord par une forte pression osmotique en raison d'une salinité particulièrement élevée qui inhibe l'absorption de l'eau. Elle peut être aussi expliquée par une concentration élevée de chlorure par rapport à celle du sulfate (Cl/SO₄ = 2,43). Les chlorures sont particulièrement importants à cet égard, car les plantes les absorbent en quantités supérieures à celles des sulfates ; en outre ils ne participent pas au métabolisme, et se retrouvent sous forme d'ions libres dans les vacuoles, souvent avec une concentration très forte (14).

Comme le révèlent les résultats des analyses chimiques concernant la qualité organoleptique des fruits de tomate la correction de l'eau saline naturelle peut faire varier significativement la composition chimique des tomates. Nous avons vérifié que les fruits de tomate cultivés dans l'eau saline corrigée sont plus acides que ceux produits en solution saline naturelle. Il est également important de noter que l'acidité des fruits est très liée à la teneur du potassium [15] ce qui expliquerait l'acidité relativement élevée, dans les fruits de TIC où la concentration du potassium atteint $4,35 \text{ meq l}^{-1}$. A l'inverse, les tomates produites en solution saline naturelle contiennent moins de sucres totaux que celles produites avec les solutions salines corrigées. Ceci s'explique par le fait que ce dernier traitement renferme une teneur en K relativement nulle. Cet élément est reconnu fondamental dans l'amélioration de la saveur.

L'accroissement de teneur de K dans l'eau saline corrigée n'a fait qu'accroître les paramètres mesurés car il est le principal constituant minéral des fruits de tomate.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 Ashraf, M, Foolad M,R,(2005): Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions, *Advances in Agronomy*, 88: 223-271,
- 2 Chevrery.C., (1995) : Extension et diversité des phénomènes mettant en jeu les sels solubles CR. Acad.Agric.F2. 81.N°2.p42-46
- 3 Katerji. N., 1995.- Réponse des cultures à la contrainte hydrique d'origine saline : approches empiriques et mécanistes. C.R. Acad. Fr.81. p73-86.
- 4 Hamdy A ., Abdel-Dayem .S ., Abuzeid .M., 1993 .- Saline water management for optimum crop production.*Agricultural Water Management*,24 .p198-203
- 5 Snoussi. S.A ., 2001. – Valorisation des eaux salines pour la nutrition des plantes cultivées. Thèse Doctorat. D'état en sciences agronomiques I.N.A El-Harrach .Alger. Algérie . 152 p.
- 6 H, Cheikh M'hamed, R, Abdellaoui, K, Kadri, M, Ben naceur, S, Bel hadj (2008), : Evaluation de la tolerance au stress salin de quelques accessions d'orge (*hordium vulgare l.*) cultivées en Tunisie: approche physiologique, *Sciences& Technologie C*- N°28 pp,30-37,
- 7 De Broglie et Guéroult, 2005 : tomate d'hier et d'aujourd'hui, Paris, 134,
- 8 Hayashi et Murata, 1998: NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *Bruguiera arviflora*, in hydroponic cultures, *J, Plant Biol*, 45, 28–36,
- 9 B, A ,Hela, A, Manaa, E, Zid, 2008 : Tolérance à la salinité d'une poaceae à cycle court : la sétairie (*Setaria verticillata L.*) ; *Compte rendus Biologies* 331 pp 164–170,
- 10 Hopkins, W,, « Physiologie végétale », 2^{ème} édition, Ed de boeck et Larcier s,a, Bruxelles, 2003, 514P,
- 11 Qian Y,L., Wilhelm S,J., Marcum K,B,, 2001, Comparative responses of two Kentucky bluegrass cultivars to salinity stress, *Corp Science*, Vol, 41: 1895-1900,
- 12 Lachaâl. M., Abdelly. C., Grignon. C., Soltani. A., Hajji. M., 1996.- Variation de la sensibilité au sel en fonction du stade de développement chez la lentille (*Lens culinaris L.*). *Agronomie*. 16. Elsevier/INRA. p 381-390.
- 13 Yéo. A.R., Flowers. T.J., 1986.- Salinity resistance in rice (*Oryza sativa L.*) and pyramiding approach to breeding varieties for saline soils. *Aust. J. Plant physiol.* 13. P163-173.
- 14 Coïc. Y.,Lesaint.C., 1983.-Culture hydroponique, technique d'avenir. Ed. Maison Rustique.Paris.300 p.
- 15 Rey, Y., Costes, C., 1965,- La physiologie de la tomate, Etude bibliographique, Ed, INRA, Paris, 111p,