مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (7) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (7) 2013

تأثير إضافة الكالسيوم في التركيب الكيمائي لثمار عدة أصناف من البندورة المعرضة لإجهاد ملحي

الدكتور رمزي مرشد*
الدكتورة صفاء نجلا*

(تاريخ الإيداع 15 / 5 / 2013. قبل للنشر في 19 / 11 / 2013)

□ ملخّص □

طبق الإجهاد الملحي على ثلاثة أصناف مختلفة الحجم من البندورة (Picolino وLevovilو Marmara) من خلال زيادة ناقلية مياه الري الكهربائية من 3(الشاهد) إلى6.7dS/m(معاملة Na فقط وNa+Ca)، منذ مرحلة الورقة الحقيقية الثالثة إلى نهاية النمو. أدى الإجهاد الملحي لزيادة معنوية في محتوى ثمار Marmara وPicolino من فيتامينC (20.94 و29.28مغ/100غ) مقارنة مع الشاهد (16.62 و24.22مغ/100غ، على التوالي)، بينما لم يكن معنوياً في الصنف Levovil. كذلك ازدادت الحموضة الكلية معنوياً بنسبة 17%في Marmara وPicolino، بينما لم تؤثر في Levovil. ازداد محتوى الثمار المجهدة معنوياً من الفركتوز بمقدار 1.7 و1.4مرة مقارنة مع الشاهد (11.13 و18.8 غ/كغ) في Levovil وPicolino، على التوالي. انخفض محتوى الثمار من الآزوت في Levovil وPicolino عند تعريضها للإجهاد الملحي، بنسبة 33 و58% بالمقارنة مع الشاهد (0.12 و0.19%)، على التوالي، لكن إضافة الكالسيوم عدلت هذا التأثير بشكل معنوي. كما ازداد محتوى الثمار معنوياً منP في Levovil وPicolinoتحت تأثير الإجهاد، ولم تحدث المعاملة بالكالسيوم تغيراً يذكر. أدى الإجهاد الملحي لانخفاض معنوي في محتوى الثمار من البوتاسيوم في Levovil وPicolino فوصل إلى 0.22% و0.26%، على التوالي، بالمقارنة مع الشاهد (0.27% و0.29%، على التوالي)، بينما أدت إضافة الكالسيوم لتعديل تأثير الإجهاد الملحي. ظهرت زيادة معنوية في محتوى الثمار من الكالسيوم تحت الإجهاد في Marmara وPicolino وانخفاض معنوي في Levovil مقارنة مع الشاهد، بينما لم تؤثر إضافة الكالسيوم في هذا المعيار.

الكلمات المفتاحية: بندورة، ملوحة، Na^{+}، Ca^{++}،تركيب كيميائي، عناصر معدنية.

*مدرس – قسم علوم البستنة – كلية الزراعة – جامعة دمشق – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم البيولوجية المجلد (35) العدد (7) 2013
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Biological Sciences Series Vol. (35) No. (7) 2013

The effect of calcium addition on fruit chemical composition of some tomato cultivars grown under salt stress

Dr. Ramzi Murshed*
Dr. Safaa Najla*

(Received 15 / 5 / 2013. Accepted 19 / 11 /2013)

□ ABSTRACT □

A salt stress was applied from 3rd leaf stage until the maturation on three tomato cultivars (Marmara, Levovil and Picolino). The salt stress was achieved by increasing the solution EC from 3 (control) to 6.7 dS/m for, Na and Na+Ca treatments, respectively. The stress induced a significant increase in vitamin C of Marmara and Levovil fruit content (20.94 and 23.03 mg/100g) as compared to the control (16.62 and 19.43 mg/100g, respectively). The titratable acidity was increased significantly (17%) only in Marmara and Picolino. The fruit content of fructose was increased in Levovil and Picolino by 1.4 and 1.7 folds, respectively, as compared to control (11.13 and 18.8g/kg, respectively). While the content of N in Levovil and Picolino was decreased, under stress, by 33 and 58% as compared to the control (0.12 and 0.19%), respectively, the P content was increased. The salt stress decreased the K content in Levovil and Picolino to reach to 0.22 and 0.26% as compared to control (0.27 and 0.29%), respectively. The calcium addition modified the stress impact. A significant increase, was registered in Ca content under stress in Marmara andPicolino as compared to control, while the calcium addition did have any effect on.

Key word: Tomato, Salinity, Na^{+}, Ca^{+2}, Chemical composition, mineral elements

***Assistant Professor, Horticulture Science Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria.**

مقدمة:

تحتل البندورة .*Lyopersicumesculantum* L أهمية خاصة بين الخضار من حيث الإنتاج والاستهلاك العالمي. بلغت المساحة العالمية المزروعة من البندورة حوالي 4.5 هكتار بإنتاج قدره 34377.5 كغ/هكتار.على مستوى القطر العربي السوري، بلغت المساحة المزروعة من البندورة 12195هكتار، بإنتاج قدره 47000 كغ/هـ (FAO, 2010). بينت الدراسات والتحاليل الكيمائية أن أهمية ثمار البندورة إنما تعود لغناها بالمواد المغذية، حيث يحتوي 100غ من الثمار الطازجة على 5–9غ مادة جافة،تتكون من حوالي 4.7غ كربوهيدرات كلية و1.2غ بروتين و0.01 غ أحماض عضوية (حمض الماليك والستريك)، بالإضافة للعديد من المعادن مثل البوتاسيوم والفوسفور والحديد. كما تعد الثمار مصدراً هاماً لمضادات الأكسدة (USDA, 2010).

في الآونة الأخيرة، وبهدف تلبية حاجات ومتطلبات المستهلك، لم تقتصر الأبحاث على دراسة طرائق زيادة الإنتاج فحسب، بل توجهت لتحسين نوعية الثمار (حجم ولون وصلابة الثمار ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة ومضادات الأكسدة)، من خلال إدارة العمليات الزراعية، كاختيار الصنف (Binzel et al., 1988) وتأمين الظروف البيئية المناسبة وتطبيق بعض العمليات الزراعية مثل التطعيم (Fernandez-Garcia et al., 2004).

تعد الإدارة المثالية لناقلية مياه الري موضوعاً مثيراً للجدل في الكثير من الأبحاث، نظراً لأهميته في المحافظة على التوازن بين النمو الجذري والثمري للبندورة (Heuvelink, 2005). من جهة أخرى، فإن هذا العامل يلعب دوراً ليس في تحديد كمية الإنتاج فقط، بل في نوعية المحصول (Wu and Kubota, 2008). لقد أظهرت العديد من الدراسات أن ري نباتات البندورة بماء ذو ناقلية كهربائية عالية، يؤدي إلى خفض وزن الثمار بشكل ملحوظ (Leonardi et al., 2004; Fanasca et al., 2007; Najla et al., 2008) وكذلك عددها (Najla etal., 2008)، الأمر الذي يؤثر بكل الأحوال على الإنتاجية.

من جهة أخرى، بينت الدراسات أن ري نباتات البندورة بتركيز معتدل من الماء المالح يمكن أن يحسن نوعية الثمار رغم تأثيره في خفض الإنتاجية (Belda et al., 1996; Wu and Kubota, 2008). يمكن أن يفسر هذا التحسن في نوعية الثمار بزيادة تركيز المادة الجافة والسكريات وربما الحموضة الكلية (Ehret and Ho, 1986; De Pascale et al., 2001; Dorais et al., 2001)، لكن ليس في محتوى الثمار من المركبات الطيارة (Petersen et al., 1998; De Pascale et al., 2001). فسرت العديد من الدراسات تأثير الناقلية الكهربائية المرتفعة لماء الري في محتوى الثمار من السكريات من خلال خفض تدفق الماء إلى الثمرة نتيجة لارتفاع الضغط الاسموزي لمحلول الري الناتج عن ارتفاع ناقليته الكهربائية (Wu and Kubota, 2008). كما بينت بعض الدراسات أن سكر الغلوكوز والفركتوز في ثمار البندورة قد ازداد بمقدار مرة ونصف عند زيادة الملوحة، مقارنة مع الشاهد (Wu and Kubota, 2008).

بينت الدراسات كذلك أن الملوحة تؤدي لزيادة محتوى الثمار من مضادات الأكسدة مثل الاسكوربات والليكوبين (De Pascale et al., 2001; Krauss et al., 2006; Dorais et al., 2008). مع ذلك، فإن تأثير الملوحة في محتوى الثمار من الاسكوربات لايزال غير واضح، ففي الوقت الذي بينت فيه الدراسات أن هذا المؤشر لم يزداد مع زيادة الملوحة (Fanasca et al., 2007)، أكدت دراسات أخرى حدوث هذه الزيادة (Petersen et al., 1998; Krauss et al., 2006)، مبينةً دور الأسكوربات كنظام غير انزيمي مكمل للأنظمة الأنزيمية التي تقوم بكبح الجذور الحرة الناتجة عن الإجهاد.

بينت الدراسات أن اختلاف محتوى الثمار من المركبات الكيمائية لا يعود فقط لطبيعة النبات الوراثية بلأيضاً إلى تركيب المحلول المغذي (Gautier et al., 2010) ومدى التنافس بين العناصر المعدنية ونقلها وتخزينها في

النبات (Grattan and Grieve, 1999). تشير الدراسات المتعلقة بمقاومة الإجهادات الملحية، إلى أن النباتات تستجيب من خلال تراكم أيونات معينة ضمن الخلايا أو استبعاد شوارد الصوديوم من أوراق النبات (Rajasekaran et al., 2000) أو تركيب بعض المواد العضوية الذائبة كطريقة للتأقلم (Greenway and Munns, 1980). بالإضافة لذلك هناك العديد من المورثات التي يبدو أنها ذات تأثير في مدى تحمل النبات للملوحة (Bohnert et al., 1999). بينما ربطت دراسات أخرى تأثير الملوحة الناتجة عن كلوريد الصوديوم بنقص بعض العناصر المعدنية مثل الكالسيوم (Ehret et al., 1990; Navarro et al., 2000). فمن المعلوم أن الكالسيوم يمكن أن يحسن من أداء النباتات المعرضة للملوحة (Ehret et al., 1990). وهذا ما وضحه كل منLopeza و Sattia (1996) حيث سجلواتأثير الملوحة في انخفاض حجم الجذور والوزن الرطب وبالنتيجة الغلة، بينما أدت إضافة الكالسيوم للتغلب على التأثيرات السلبية للملوحة. فسرت هذه النتائج من خلال دور الكالسوم كمنظم لبعض التفاعلات الاستقلابية ونشاط الأنزيمات (Busch, 1995). إضافة لذلك، يؤدي الكالسيوم دروامهماً في العمليات البنيوية والوظيفية الخاصة بأغشية الخلايا النباتية، من خلال المحافظة على ثبات بنية الجدر الخلوية وتنظيم خاصية نقل واختيار الأيونات وضبط عملية تبادلها (Marschner, 1995; Rengel, 1992).بما أن التركيز العالي من الكالسيوم يؤدي لخفض نفاذية الأغشية البلازمية لمرور Na^+، مما يؤدي لتقليل تراكم الأخير في الخلايا (Cramer et al., 1986; Kaya et al., 2002)، لذلك فإن المحافظة على وفرة معينة من الكالسيوم في الترب المالحة يعد عاملا هاماً في التحكم بالأثر السمي لبعض الأيونات وخاصة في المحاصيل التي تصنف ضمن المجموعة الحساسة لزيادة الصوديوم والكلوريد (Grattan and Grieve, 1999; Maas, 1993).

أهمية البحث وأهدافه:

على الرغم من أهمية تغيير محتوى ماء الري من العناصر المعدنية كعامل محدد لاستجابة النباتات للإجهادات، وبالتالي في تحديد كمية الإنتاج ونوعيته، هناك قلة في الأبحاث التي تركز على إضافة الكالسيوم لماء الري من أجل تعديل أثر الملوحة في نمو وانتاجية ونوعية محصول البندورة في سورية. ومن هنا كان هدف هذا البحث هو دراسة:

I. مقارنة مدى تأثر بعض أصناف البندورة المدخلة لمستويات مختلفة من الملوحة في مياه الري.
II. دراسة تأثير مستويات مختلفة من الإجهاد الملحي في التركيب الكيميائي للثمار.
III. دراسة تأثير إضافة الكالسيوم لماء الري في قدرة الأصناف المزروعة في البيوت المحمية لتحمل الإجهاد الملحي

طرائق البحث ومواده:

المادة النباتية:

تم دراسة تأثير الملوحة على ثلاثة أصناف مدخلة من البندورة ومختلفة في أحجام ثمارها ومزروعة في البيوت المحمية وهي: البندورة صغيرة الحجم (*Solanumlycopersicum*, cv. Picolino)، البندورة متوسطة الحجم (*Solanumlycopersicum*, cv. Levovil) والبندورة كبيرة الحجم (*Solanumlycopersicum*, cv. Marmara).

معاملات الملوحة وظروف النمو:

تمت زراعة بذور أصناف البندورة في داخل البيت المحمي في مزرعة أبي جرش في كلية الزراعة–جامعة دمشق في كانون الثاني عام 2010. بعد اسبوع تم تشتيل النباتات في الأرض الدائمة بمسافة 80 سم بين الخطوط و40 سم بين النباتات على الخط. رويت جميع النباتات بمحلول ملحي تم تحضيره مخبرياً، ناقليته الكهربائية3 dS/m، وعند وصول النباتات إلى مرحلة تشكل العنقود الزهري الثاني تم تطبيق الإجهاد الملحي، حيث استمر ري نباتات الشاهد (Control) بمحلول ناقليته الكهربائية 3 dS/m(ماء الري العادي)، بينما رويت بقية نباتات بمحلول ناقليته الكهربائية 6.7 dS/m. تم الحصول على هذه الناقلية إما بإضافة NaCl ($960\ mg.l^{-1}$، 1.5 dS/m) و$CaCl_2$ ($1350\ mg.l^{-1}$، 2.2 dS/m) (معاملة Na+Ca) أو بإضافة NaClفقط($2350\ mg.l^{-1}$، 3.7 dS /m) (معاملة Na)، إلى ماء الري العادي. تم ري النباتات بالتنقيط. تم إزالة جميع النموات الجانبية والأوراق الميتة للنباتات كل 15 يوم. تم تقليم العناقيد على 4، 5 و20 ثمرة في Marmara وLevovil وPicolino، على التوالي. تم ضبط درجة حرارة البيت المحمي على 18 و25 م°، في الليل والنهار على التوالي، بينما كانت الرطوبة النسبية بين 72–83 %.

القراءات البيوكيميائية:

1. تحديد نسبة الأحماض القابلة للمعايرة (TA%):

أخذت القراءة على 5 ثمار/ مكرر.تم عصر الثمار باستخدام الخلاط الكهربائي ورشح العصير عبر قمع، ثم أخذ 5 مل من العصير، وأكمل الحجم حتى 100 مل ماء المقطر. ثم تمت المعايرة بمحلول ماءات الصوديوم (0.1n)، حتى الوصول إلى درجة pH=8.1 على أساس الحمض السائد وهو حمض السيتريك(ذو الوزنالمكافئ64) وحسبت الحموضة الكلية حسبAmerine وOugh (1998):

$$TA = \frac{NaOH\ volume * 0.1 * 64 * 100}{1000 * Sample\ volume}$$

حيث $NaOH\ volume$: الحجم المستهلك لإتمام المعايرة

$Sample\ volume$ حجم عينة العصير (5مل)

2. محتوى الثمار من فيتامين C:

تم تحديد هذا المؤشر حسبMurshedوزملاؤه (2008)، حيث أخذ 0.5 غ من مسحوق الثمار المجمدة والمطحونة في الآزوت السائل ووضعت في 1 مل من Trichloroacetic acid(TCA)(6 %). بعد التحريك الجيد تم وضعها في جهاز الطرد المركزي لمدة 15 دقيقة وبسرعة 12000 دورة /دقيقةوعلى درجة حرارة 4م°. لتقدير تركيز حمض الأسكوربيك، أخذ 100ميكرولتر من الرشاحة الناتجة أضيف إليها 1500ميكرولتر من الملون المحضر مباشرة قبل الاستعمال بخلط 500ميكرولتر من محلول TCA(10 %) مع 400ميكرولتر من H_3PO_4(42 %) و200ميكرولتر من محلول كلوريد الحديد (3 %) و400ميكرولتر من 2.2–bipyridyl(4 %) المذاب في الإيثانول (70 %). حرك المزيج جيداً ثم وضع على درجة حرارة 42م° لمدة 40 دقيقة، وتم قراءة امتصاص العينة للأشعة الضوئية على طول موجة 525 نانومتر بواسطة جهاز قياس الطيف الضوئي (Spectrophotometer). لحساب تركيز حمض الأسكوربيك في العينة، استخدم المنحنى المعياري الذي رسم باستخدام تراكيز معلومة من الأسكوربات التجاري.

3. تحديد محتوى الثمار من الأحماضالعضوية:

تم قياس محتوى الثمار من الأحماض العضوية حسب Koyuncu and Dilmacunal (2010). أخذ 10 غ من مسحوق الثمار المجمدة بالآزوت السائل وخلطت مع 10 مل من الماء المقطر (حيث ضبطت قيمة pH على 1.5) و10 مل من مركب تري فلوروأسيتيك أسيد، ثم تمت تصفية المستخلص بواسطة ورق الترشيح. يؤخذ 1.5 مل من الناتج ويضاف إليها 1.5 مل من محلول KH_2PO_4 (0.01M, pH 8.0). باستعمالجهاز HPLC ذو حساس الأشعة فوق البنفسجية ((UV–VIS detector (SPD–10AV VP) الذي ضبط على طول موجة 210 نانومتر، وعمود YMC Pack–ODS (250 mm x 4.6 mm I.D., 5 µm) بمعدل تدفق 0.4 مل/ دقيقة بدرجة حرارة الغرفة.

4. تحديد محتوى الثمار من السكريات:

تم قياس تركيز السكريات الذائبة (الغلوكوز والفركتوز) بحسب طريقة Gomez وزملاؤه (2007)، حيث تم الاستخلاص بإضافة 1 مل من الميثانول 50 % و0.3 مل من الكلوروفورم إلى 5 غ من الثمار المجمدة والمطحونة في الآزوت السائل. أخذت الرشاحة الناتجة بعد تحريك المزيج لمدة 30 دقيقة على درجة حرارة 4 م° والتثفيل لمدة 5 دقائق على سرعة 12000 دورة /دقيقة وعلى درجة حرارة 4 م° واستعملت لقياس تركيز السكريات بعد تجفيفها تحت التفريغ. تم قياس تركيز الغلوكوز والفركتوز بالطرائق الأنزيمية باستعمال kit خاص يحوي أنزيم (enzyme hexokinase)، ثم قياس تركيز الـ NADH الناتج عن التفاعل على طول موجة 340 نانومتر باستخدام جهاز قياس الطيف الضوئي (Spectrophotometer).

5. تحديد محتوى الثمار من العناصر المعدنية:

تم اجراء القياسات على الثمار المجففة في فرن على درجة حرارة 70 م° لمدة يومين. تم تحديد محتوى الثمار من الآزوت تبعاً لطريقة Kjeldahl (1883). تم ترميد العينات على درجة حرارة 550 م° لمدة 4 ساعات. مزج الرماد مع محلول HCl (2M) الساخن، ثم أكمل حجم الراشح إلى 50 مل بواسطة الماء المقطر. تم تحديد محتوى العينة من Ca^{+2} وK^{+} وNa^{+} وMg^{+} باستعمال بجهاز الامتصاص الذريAtomic absorption spectrophotometer (Unicam Solar 929)، بينما تم تحديد محتوى الكبريت S^{+4} باستعمال طريقة Indirect Flame Spectrophotometric. بينما تم قياس الفوسفور حسب Chapman و Pratt (1982) باستعمال Pye Unicam SP6–550UV/visible spectrophotometer. بينما تم قياس Cl^{-} بواسطة Electrometric titration بعد مزج 0.1 غ من رماد الثمار في 50 مل ماء منزوع الشوارد تبعاً لطريقة Guilliam (1971).

التحليل الإحصائي:

صممت التجربة وفق القطاعات العشوائية الكاملة. تحتوي كل معاملة ثلاثة مكررات ويتألف كل مكرر من 30 نبات. حللت النتائج بواسطة برنامج R–version 2.5.1 (The RProject for Statistical Computing, Lyon, France) لحساب متوسطات القيم والخطأ المعياري.

النتائج والمناقشة:

تبين النتائج تغير محتوى الثمار من فيتامين C والأحماض العضوية (حمض الماليك وحمض الستريك)، والحموضة الكلية وبعض السكريات مثل الفركتوز والغلوكوز في الثمار الناضجة (جدول 1)، تحت تأثير الإجهاد الملحي. بالنسبة لمحتوى الثمار من فيتامين C، يلاحظ أن هذا المؤشر يختلف حسب طبيعة الصنف، فقد سجلت زيادة معنوية في هذا المؤشر في ثمار الصنفPicolinoمقارنة مع بقية الأصناف. من جهة أخرى، تغير محتوى الثمار ضمن الصنف الواحد من فيتامين C باختلاف وسط النمو. في كل الأصناف لوحظ زيادة معنوية في محتوى الثمار من فيتامين C مع تطبيق الإجهاد الملحي في كل من الصنف Marmara و Picolino (20.94 و23.03مغ/100 غ) مقارنة مع الشاهد (16.62 و19.43مغ/100 غ). بينما لم تؤثر اضافة الكالسيوم إلى معاملة الملوحة في محتوى الثمار من الفيتامين في جميع الأصناف. إن تأثير الملوحة في محتوى الثمار من فيتامين C لايزال غير واضح، ففي الوقت الذي بينت فيه الدراسات أن هذا المؤشر لا يختلف بتأثير الملوحة (Fanasca et al., 2007)، أكدت دراسات أخرى ازدياده (Krauss et al., 2006; Dorais et al., 2008)، كونه نظام غير أنزيمي مكمل للأنظمة الأنزيمية التي تقوم بكنس الجذور الحرة الناتجة عن الإجهاد (Murshed et al., 2008).

بالنسبة لمحتوى الثمار الناضجة من الأحماض العضوية (جدول 1)، فقد لوحظ عدم تأثير معاملة الإجهاد الملحي في محتوى حمض الماليكفي جميع الأصناف، عدا الصنف Marmara، حيث لوحظ زيادة معنوية في محتوى الثمار من حمض الماليك (1.26 غ/كغ) مقارنة مع الشاهد (1 غ/كغ) تحت الإجهاد الملحي، إلا أن إضافة الكالسيوم إلى محلول الري في معاملة الإجهاد الملحي، لم يعدل من هذا التأثير. أما بالنسبة لحمض الستريك، لم يسجل أي فرق معنوي في محتوى الثمار من هذا الحمض في جميع الأصناف، مقارنة مع الشاهد. أظهرت النتائج تأثر محتوى الثمار من الحموضة الكلية باختلاف المعاملة بمحلول الري وكذلك طبيعة الصنف (جدول 1). فقد ازدادت الحموضة الكلية في الصنف Picolino (10.6%) مقارنة مع الأصناف المتبقية (5.9 و 9.12 % في الصنف Levovil و Marmara، على التوالي). كما أن معاملة الإجهاد الملحي زادت معنوياً بنسبة 17% من الحموضة الكلية في كل من الصنفMarmara و Picolino، بينما لم تؤثر في الصنف Levovil. من جهة أخرى، لم تعدل عملية إضافة الكالسيوم معنوياً من تأثير الإجهاد، بل كان لها تأثير الإجهاد في زيادة الحموضة الكلية مقارنة مع الشاهد، في جميع الأصناف. إن عدم تأثر محتوى الثمار من الأحماض العضوية تحت تأثير الملوحة في هذه الدراسة يتناقض مع ما تشير إليه دراسات سابقة حول انخفاض (Petersen et al., 1998) أو زيادة (Dorais et al., 2001) محتوى الثمار من الأحماض العضوية تحت تأثير الملوحة.

بالنسبة لمحتوى الثمار من السكريات، لوحظ أن ثمار الصنف Picolino كانت ذات محتوى أعلى من الفركتوز والغلوكوز (18.8 و21.76 غ/كغ، على الترتيب) مقارنة مع الصنف Marmara (12.78 و9.42 غ/كغ، على الترتيب) و Levovil (11.13 و14.8 غ/كغ، على الترتيب). أما بالنسبة لتأثير الإجهاد الملحي، فقد لوحظ زيادة معنوية في محتوى الثمار الناضجة من سكر الغلوكوز في جميع الأصناف ومن سكر الفركتوز في جميع الأصناف عدا الصنف Marmara. فقد ازداد محتوى الثمار من سكر الفركتوز بمقدار 1.7 و1.4 مرة مقارنة مع الشاهد (11.13 و18.8 غ/كغ، على الترتيب) في كل من الصنف Levovil و Picolino، على التوالي. بينما زاد محتوى الثمار من الغلوكوز بمقدار 1.6 و1.5 و1.3 مرة مقارنة مع الشاهد (9.42 و14.8 و21.76 غ/كغ، على الترتيب) في كل من الصنفMarmara و Levovil و Picolino، على التوالي. يشار إلى أن إضافة الكالسيوم لمحلول الري لم

يخفف من تأثير الإجهاد الملحي بالنسبة لمحتوى الثمار من الفركتوز والغلوكوز. بينت دراسات سابقة (Wu and Kubota, 2008)، أن الملوحة أدت إلى لزيادة محتوى الثمار الناضجة من سكر الفركتوز والغلوكوز بمقدار 1.6 مرة مقارنة مع الشاهد، بينما لم يلاحظ أي تأثير للملوحة في محتوى الثمار في مرحلة النمو أو النضج الوردي.

جدول 1:تأثير طبيعة الصنف وإضافة الكالسيوم إلى وسط الزراعة في محتوى الثمار الناضجة من فيتامين C (مغ/100غ) وحمض الماليك وحمض الستريك (غ/كغ) والحموضة الكلية (%) وسكر الفركتوز والغلوكوز (غ/كغ).

الصنف	المعاملة	فيتامين C (مغ/100غ)	حمض لماليك (غ/كغ)	حمض الستريك (غ/كغ)	الحموضة الكلية (%)	الفركتوز (غ/كغ)	الغلوكوز (غ/كغ)
Marmara	Control	16.62^{e}	1^{c}	7.38^{bc}	9.12^{c}	12.78^{cd}	9.42^{d}
	Na	20.94^{cd}	1.26^{b}	8.18^{ab}	10.7^{b}	18.6^{bc}	15.44^{c}
	Na+Ca	20.8^{cde}	1.34^{b}	8.40^{ab}	10.82^{b}	17.86^{bc}	15.02^{c}
Levovil	Control	19.43^{de}	1.77^{a}	3.27^{e}	5.9^{d}	11.13^{d}	14.8^{cd}
	Na	23.03^{cd}	1.97^{a}	4.47^{de}	6.87^{d}	19.03^{b}	22.33^{ab}
	Na+Ca	23.3^{cd}	1.83^{a}	6.1^{cd}	7.23^{d}	17.3^{bc}	21.03^{b}
Picolino	Control	24.22^{bc}	1.14^{bc}	8.24^{ab}	10.6^{b}	18.8^{b}	21.76^{b}
	Na	29.28^{a}	1.22^{bc}	8.9^{ab}	12.44^{a}	25.48^{a}	27.62^{a}
	Na+Ca	28.36^{ab}	1.24^{b}	9.06^{a}	12.26^{a}	25.76^{a}	27.28^{a}
	$LSD_{5\%}$	4.72	0.24	1.67	1.43	5.93	5.43

تشير الأحرف المتماثلة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 95%.

لوحظ أن محتوى الثمار الناضجة من العناصر المعدنية قد تغير حسب طبيعة الصنف والعوامل المتعلقة بتغذية النبات (جدول 2). تبين النتائج أن محتوى الآزوت في الثمار الناضجة كان أعلى في الصنف Picolino (0.19%) مقارنة مع الصنف Levovilو Marmara (0.12%). ضمن الصنف الواحد، لوحظ أن معاملة الإجهاد الملحي في الصنف Marmaraلم تؤثر معنوياً مقارنة مع الشاهد، إلا ان إضافة الكالسيوم إلى محلول الري أدتلزيادة محتوى الثمار من الآزوت فبلغت 0.13% بالمقارنة مع الشاهد (0.12%). بينما لوحظ في الصنف Levovil و Picolino حدوث انخفاض معنوي في محتوى الثمار من الآزوت عند تعريضها للإجهاد الملحي، بنسبة 33 و58% بالمقارنة مع الشاهد (0.12 و0.19%)، على التوالي. كما أن إضافة الكالسيوم في هذين الصنفين أدت إلىزيادة معنوية (0.12 و0.18 %، على التوالي) في محتوى الثمار المعرضة للإجهاد والشاهد. أشارت بعض الدراساتإلى أن محتوى النترات يختلف حسب طول فترة الإجهاد وطبيعة النبات الوراثية (Tuna et al., 2007). لوحظ انخفاض محتوى النباتات من الآزوت تحت الاجهاد الملحي في العديد من النباتات مثل البندورة والخيار (Cerda and Martinez, 1988) والشعير (Shen et al., 1994). فسرت بعض الدراسات انخفاض الآزوت تحت تأثير الملوحة، نتيجة فقدان الأغشية النباتية لقطبيتها (Suhayda et al., 1990) الأمر الذي يؤدي لفقد النترات لقدرتها التنافسية (Hawkins and Lewis, 1993) وخاصة بين أيونات NO_3/Cl (Cram, 1983).

بالنسبة لمحتوى الثمار من الفوسفور (جدول 2)، فقد تغير حسب الصنف. فقد أظهرت النتائج أن Picolino قد سجل محتوىً أعلى من الفوسفور مقارنة بالصنف Marmara (270ppm) و Levovil (235ppm). بالنسبة لتأثير المعاملة ضمن الصنف الواحد، لم يلاحظ أي تغير معنوي في معاملة الإجهاد الملحي بالمقارنة مع الشاهد ومعاملة إضافة الكالسيوم لمحلول الري، في Marmara. أما بالنسبة للصنف Levovil، فقد لوحظ تفوق معاملة الإجهاد الملحي بنسبة 12 % بالمقارنة مع الشاهد (235ppm)، كما لم تؤد المعاملة بالكالسيوم إلى أي تغير يذكر بالمقارنة مع الشاهد ومعاملة الإجهاد الملحي. كما تفوقت معاملة الإجهاد الملحي، في الصنف Picolino، معنوياً بنسبة 36 % بالمقارنة مع الشاهد (308ppm). كما أظهرت المعاملة بالكالسيوم تفوقاً معنوياً على الشاهد بنسبة 37 % بينما لم تظهر أي فروق معنوية مع معاملة الإجهاد الملحي.

بينت النتائج وجود فروق معنوية بين الأصناف من حيث محتوى ثمارها من البوتاسيوم (جدول 2). فقد سجل الصنف Picolino تفوقاً معنوياً (0.29%) على بقية الأصناف (0.27% في Levovil و Marmara). ضمن Marmara، لم تؤثر معاملة الإجهاد الملحي في محتوى الثمار من البوتاسيوم بالمقارنة مع الشاهد، بينما ازداد معنوياً هذا المؤشر في معاملة الكالسيوم فوصل إلى 0.28 % مقارنة مع الشاهد ومعاملة الإجهاد الملحي (0.27 %). في الصنف Levovil، أدى الإجهاد الملحي لانخفاض معنوي في محتوى الثمار من البوتاسيوم فوصل إلى 0.22% بالمقارنة مع الشاهد الذي بلغ 0.27 %. هذا وأدت إضافة الكالسيوم لتعديل تأثير الإجهاد الملحي فأصبح محتوى الثمار من البوتاسيوم كالشاهد (0.27 %). بينما أدى الإجهاد الملحي لانخفاض معنوي في محتوى الثمار من البوتاسيوم، في الصنف Picolino، حيث وصل إلى 0.26% بالمقارنة مع الشاهد (0.29 %)، إلا أن إضافة الكالسيوم أدت إلى زيادة في هذا المؤشر ليصل إلى 0.3 %، حيث كانت هذه الزيادة معنوية بالمقارنة مع الشاهد ومعاملة الإجهاد الملحي. توافقت هذه النتائج مع دراسات سابقة أشارت بعض الدراسات إلى أن انخفاض تركيز البوتاسيوم في أنسجة النبات، عند تراكيز مرتفعة من الملوحة، قد يعود لتنافس كل من البوتاسيوم والصوديوم للدخول عبر الجذور إلى النبات (Gorham, 1993; Khatun and Flowers, 1995). وهنا لابد من الإشارة إلى أن تنظيم الأيونات هو الآلية الأساسية التي تختص فيها نباتات البندورة لزيادة قدرتها في تحمل تركيز معين من الملوحة (Tuna et al. 2007)، حيث يتم ضبط تراكم الصوديوم في النبات، من خلال استراتيجية استبعاد الشوارد، ورفع نسبة K^+/Na^+ وCa^{2+}/Na^+ في الفروع (Al-Karaki, 2000).

تميزت الأصناف باختلاف محتوى ثمارها من الكالسيوم (جدول 2)، حيث كان هذا الاختلاف معنوي. فقد بلغ أعلى حد في الصنف Picolino (65ppm) تلاه في ذلك الصنف Levovil (61ppm) فالصنف Marmara (45.2ppm). ضمن الصنف Marmara والصنف Picolino، ظهرت زيادة معنوية في المؤشر المدروس بنسبة 10 و35 %، على التوالي، في معاملة الإجهاد الملحي مقارنة مع الشاهد (45.2 و 65 ppm، على التوالي)، بينما سجلت المعاملة بالكالسيوم (52 و87 ppm، على التوالي) فروق معنوية مع الشاهد ولكن ليس مع معاملة الإجهاد. من جهة أخرى، اختلفت استجابة الصنف Levovil لمعاملة الإجهاد وإضافة الكالسيوم، فقد انخفض محتوى الثمار من الكالسيوم معنوياً في حالة الإجهاد الملحي الناتج عن زيادة مستوى الصوديوم (58ppm) مقارنة مع الشاهد (61ppm)، بينما لم تسجل أية فروق معنوية لمعاملة الكالسيوم مقارنة مع الشاهد ومعاملة الإجهاد الملحي. يمكن تفسير ازدياد محتوى الثمار من الكالسيوم مع زيادة الملوحة (سواء بوجود أو عدم وجود الكالسيوم)في الصنف Picolino، على العكس من الأصناف ذات الثمار الأكبر حجماً والتي لم يتغير فيها محتوى الكالسيوم، من خلال

صغر حجم المجموع الخضري لهذا الصنف الكرزي مقارنة مع حجم المجموع الخضري لكل من Marmaraو Levovil، بالنتيجة يكون معدل النتح في أوراق الصنف الكرزي أقل،مما يسمح بتجمع الكالسيوم في ثمار Picolino مقارنة مع ثمار الأصناف الأكبر حجماً. تتطابق هذه النتائج مع ما توصل إليه Gautier وزملاؤها (2010)، حيث أكدوا أن اختلاف حجم المجموع الخضري للنبات يؤدي دوراً مهماً في محتوى الثمار من الكالسيوم. إضافة لذلك، عزت بعض الدراسات العلاقة بين نقل الكالسيوم في الثمار ومعدل النتح إلى نسبة الرطوبة خلال النهار (Adams and Holder, 1992).

بالنسبة للمنغنزيوم، تفوق الصنفين Marmara (83.6ppm) وPicolino (82ppm) على الصنف Levovil (63ppm) في محتوى الثمار من المغنزيوم (جدول 2). هذا ولم تظهر أية فروق معنوية بين المعاملات ضمن الصنف Marmara، بينما تفوقت معاملة الإجهاد الملحي (78ppm) ومعاملة إضافة الكالسيوم (76ppm) على الشاهد (63ppm) دون وجود فروق معنوية بين المعاملتين السابقتين في الصنف Levovil. أما في الصنف Picolino فقد تفوقت المعاملة بالكالسيوم (113ppm) معنوياً على الشاهد (82ppm) ومعاملة الإجهاد الملحي (106ppm).

اختلفت محتوى الثمار من الصوديوم باختلاف طبيعة الأصناف (جدول 2). تميزت ثمار الصنف Marmara بأعلى محتوى من الصوديوم (20ppm) مقارنة مع ثمار الصنف Levovil (14.9ppm) وPicolino (17ppm). عموماً، كانت الفروق معنوية بين الأصناف من حيث محتواها من الصوديوم. في جميع الأصناف، أدى الإجهاد الملحي لزيادة معنوية في محتوى الثمار من الصوديوم بالمقارنة مع الشاهد، لكن إضافة الكالسيوم مع محلول الري في حالة معاملة الإجهاد، أدى للتخفيف من شدة تأثير الإجهاد في هذا المؤشر. ففي الأصناف Marmara وLevovil وPicolino أدت المعاملة بالإجهاد الملحي لزيادة معنوية بمحتوى الثمار من الصوديوم بمقدار 11 و20 و9 مرة مقارنة مع الشاهد (20 و14.9 و17ppm، على التوالي)، لكن هذه الزيادة خفضت إلى 2 و4 و2 مرة، على التوالي، في حالة إضافة الكالسيوم. تطابقت هذه النتائج مع ما توصلت إليه بقية الدراسات (Sattia and Al-yahyai, 1995; Kaya et al., 2002) والتي بينت انخفاض محتوى الثمار من الصوديوم عند إضافة الكالسيوم إلى محلول الري، وفسر ذلك من خلال دور الكالسيوم في تنظيم خاصية نقل واختيار الايونات وضبط عملية تبادلها (Marschner, 1995; Rengel, 1992)، بالاضافة للمنافسة بين Ca^{++}و Na^{+}.

تشابه المنحى العام الخاص بمحتوى الثمار من الكلور مع ذلك المتعلق بالصوديوم (جدول 2). فقد اختلف محتوى الثمار من الكلور معنوياً بين الأصناف، حيث تميزت ثمار الصنف Marmara بأعلى محتوى من الكلور (273ppm) مقارنة مع ثمار الصنف Levovil (245ppm) وPicolino(232ppm). في جميع الأصناف قيد الدراسة، أدى الإجهاد الملحي لزيادة معنوية في محتوى الثمار من الكلور بالمقارنة مع الشاهد، بينما أدت إضافة الكالسيوم مع محلول الري في حالة معاملة الإجهاد، للتخفيف من شدة تأثير الإجهاد. ففي الأصناف Marmara وLevovil وPicolino أدت المعاملة بالإجهاد الملحي لزيادة معنوية بمحتوى الثمار من الكلور بمقدار 2.7 و3.5 و2.8 مرة مقارنة مع الشاهد (273 و245 و232ppm، على التوالي)، لكن هذه الزيادة انخفضت إلى 1.4 و1.5 و1 مرة، على التوالي، في حالة إضافة الكالسيوم. تتطابق هذه النتيجة مع نتائج سابقة (Maas, 1993 Grattan and Grieve, 1999;) بينت تأثير إضافة الكالسيوم في الترب المالحة في التحكم بالأثر السمي لبعض الأيونات كالصوديوم والكلور في المحاصيل الحساسة لزيادة تركيزهما.

بالنسبة لمحتوى الثمار من الكبريت، ظهرت فروق معنوية بين الأصناف قيد الدراسة. فقد بلغ محتوى الثمار من الكبريت أعلى قيمه (111ppm) في Picolino تلاه في ذلك الصنف Levovil (96ppm) ومن ثم Marmara (89ppm). في معظم الأصناف، أدى الإجهاد الملحي لزيادة محتوى الثمار من الكبريت وعززت هذه الزيادة عند إضافة الكالسيوم مع محلول الري. فقد بلغت الزيادة في محتوى الثمار من الكبريت عند تطبيق الإجهاد الملحي في Marmara و Picolino إلى 12 و19 % بالمقارنة مع الشاهد (89 و111ppm، على التوالي)، بينما ارتفع مقدار هذه الزيادة عند إضافة الكالسيوم لمحلول الري إلى 18 و 32 % بالمقارنة مع الشاهد، على التوالي. أما في Levovil، في الوقت الذي أدى فيه الإجهاد الملحي لنقص في محتوى الثمار من الكبريت بنسبة 28 % مقارنة مع الشاهد (96ppm)، أدت إضافة الكالسيوم لمحلول الري لزيادة هذا المؤشر بنسبة 12.5 % مقارنة مع الشاهد.

جدول 2: تأثير طبيعة الصنف وإضافة الكالسيوم إلى محلول الري في محتوى الثمار الناضجة من N و K (%) و P و Ca و Mg و Na و Cl و S(ppm).

الصنف	المعاملة	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	S
Marmara	Control	0.12^{bc}	270^{c}	0.27^{d}	45.2^{f}	83.6^{cd}	20^{f}	273^{g}	89^{f}
	Na	0.11^{cd}	261^{cd}	0.27^{d}	50^{e}	81^{cde}	209^{b}	726^{b}	100^{e}
	Na+Ca	0.13^{b}	269^{c}	0.28^{c}	52^{e}	86^{c}	87.6^{d}	509^{f}	105^{d}
Levovil	Control	0.12^{bc}	235^{e}	0.27^{d}	61^{c}	63^{f}	14.9^{h}	245^{h}	96^{e}
	Na	0.09^{d}	262^{cd}	0.22^{f}	58^{d}	78^{de}	296^{a}	868^{a}	69^{g}
	Na+Ca	0.12^{bc}	250^{de}	0.27^{d}	60^{cd}	76^{e}	69.7^{e}	561^{e}	108^{cd}
Picolino	Control	0.19^{a}	308^{b}	0.29^{b}	65^{b}	82^{cde}	17^{g}	232^{i}	111^{c}
	Na	0.12^{bc}	420^{a}	0.26^{e}	88^{a}	106^{b}	151.6^{c}	643^{c}	132^{b}
	Na+Ca	0.18^{a}	423^{a}	0.3^{a}	87^{a}	113^{a}	69.2^{e}	579^{d}	146^{a}
	$LSD_{5\%}$	0.02	15.34	0.004	2.99	6.31	1.71	1.89	4.12

تشير الأحرف المتماثلة ضمن العمود الواحد إلى عدم وجود فروق معنوية عند مستوى ثقة 95%.

الاستنتاجات والتوصيات:

- يختلف تأثير الإجهاد الملحي في محتوى الثمار من فيتامينC والأحماض العضوية (الستريك والماليك) والسكريات (غلوكوز وفركتوز)، تبعاً للصنف. ازداد، معنوياً، محتوى الثمار من فيتامينC في Marmara و Picolino، والحموضة في Marmara و Picolino، والسكريات الكلية في جميع الأصناف. لكنإضافة الكالسيوم لم تؤثر في محتوى الثمار من الفيتامين والسكريات والحموضة الكلية في جميع الأصناف.
- انخفض محتوى الثمار من الآزوت في Levovil و Picolino عند تعريضها للإجهاد الملحي، لكن إضافة الكالسيوم عدلت هذا التأثير بشكل معنوي.
- ازداد محتوى الثمار من الفوسفور معنوياً في Levovil و Picolino تحت تأثير الإجهاد، ولم تؤثر المعاملة بالكالسيوم تغيراً يذكر.

- أدى الإجهاد الملحي لانخفاض معنوي في محتوى الثمار من البوتاسيوم في Levovil و Picolino، وأدت إضافة الكالسيوم لتعديل تأثير الإجهاد الملحي.
- ظهرت زيادة معنوية في محتوى الثمار من الكالسيوم تحت الإجهاد في Marmara و Picolino وانخفاض معنوي في Levovil مقارنة مع الشاهد. لم تؤثر إضافة الكالسيوم في هذا المعيار.
- ازداد محتوى الثمار من الصوديوم في الأصناف Marmara و Levovil و Picolino، تحت تأثير الإجهاد، لكن هذه الزيادة انخفضت في حالة إضافة الكالسيوم.
- بناءً على النتائج، نوصي بإضافة الكالسيوم عند الزراعة في الترب المالحة أو استخدام مياه ري مالحة، وذلك للتخفيف من تأثير الملوحة في نوعية الثمار. مع العلم أنه يتوجب إجراء أبحاث مكثفة حول هذا الموضوع، من خلال استخدام تراكيز مختلفة من الكالسيوم، وطرق إضافة مختلفة (رش ورقي أو بالتسميد)، وعلى أصناف مختلفة من البندورة المزروعة في سورية.

المراجع:

1. ADAMS, P.; HOLDER, R. *Effects of humidity, Ca and salinity on the accumulation of dry matter and Ca by the leaves and fruit of tomat(Lycopersiconesculentum)*. J. Hort. Sci., 67, (1992), 137–142.
2. AL-KARAKI, G.N. *Growth, water use efficiency, and sodium and potassiumacquisition by tomato cultivars grown under salt stress.* J. Plant Nutr., 23, (2000), 1–8.
3. Amerine, M.A. and Ough C.S. Methods for analysis of musts and wines. John Wiley and Sons, New York, (1980), pp 341.
4. BELDA, R.M.; FENLON, J.S.; HO, L.C. *Salinity effects on the xylem vessels in tomato fruit among cultivars with different susceptibility to blossom-end rot*. J. Hort. Sci., 71, (1996), 173–179.
5. BINZEL, M.I.; HESS, F.D.; BRESSA, R.A.; Hasegawa, P.M. *Intracellular compartmentation of ions in salt adapted tobacco cells*. Plant Physiol., 86, (1988), 607–614.
6. BOHNERT, H.J.; SU, H.; SHEN, B. *Molecular mechanisms of salinity tolerance*. 1999. In: SHINOZAKI, K. 1st Ed., *Cold, Drought, Heat, and Salt Stress: molecular responses in higher plants*. R.G. Landes, Austin, pp. 29–60.
7. BUSCH, D.S. *Calcium regulation in plant cell and his role in signaling*. Annu. Rev. Plant Physiol., 46, (1995), 95-102.
8. CERDA, A.; MARTINEZ, V. *Nitrogen fertilization under saline conditions in tomato and cucumber plants*. J. Hortic. Sci., 63, (1988), 451–458.
9. CHAPMAN, H.D.; PRATT, P.F. *Methods of Analysis for Soils, Plants and Water.* Chapman Publisher, Riverside, California, 1982.
10. CRAM, W.J. *Chloride accumulation as a homeostatic system: set points and perturbation*. J. Exp. Bot., 34, (1983), 1484–1502.
11. CRAMER, G.R.; LAUCHLI, A.; EPSTIEN, E. *Effects of NaCl and $CaCl_2$on ion activities in complex nutrient solutions and root growth in cotton*. Plant Physiol., 81, (1986), 792-797.
12. DE PASCALE, S.; MAGGIO, A.; FOGLIANO, V.; AMBROSINO, P.; RITIENI, A. *Irrigation with Saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato.* J. Hort. Sci. Biotechnol., 76, (2001), 447-453.

13. DORAIS, M.; EHRET, D.; Papadopoulos, A.P. *Tomato (Solanumlycopersicum) health components; from the seed to the consumer*. Phytovhemistry Reviews, 7, (2008), 231-250.
14. DORAIS, M.; PAPADOPOULOS, A.P.; GOSSELN, A. *Influence of electrical conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality*. Agronomie, 21, (2001), 367–383.
15. EHRET, D.L.; HO, L.C. *The effects of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient film culture*. J. Horti. Sci., 61, (1986), 361-367.
16. EHRET, D.L.; REMANN, R.E.; HARVEY, B.L.; CIPYWNYK, A. *Salinity induced calcium deficiencies in wheat and barley*. Plant Soil, 128, (1990), 143-151.
17. FANASCA, S.; MARTINO, A.; HEUVELINK, E.; STANGHELLINI, C. *Effect of electrical conductivity, fruit pruning, and truss position on quality in greenhouse tomato fruit.* Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 82, (2007), 488-494.
18. FAOSTAT: Food And Agriculture Organization Of The United Nations. (2010). http://faostat.fao.org/.
19. FERNANDEZ-GARCIA, N.; MARTINEZ, V.; CERDA, A.; CARVAJAL, M. *Fruit qualityof grafted tomato plants grown under saline conditions*. J. Hort. Sci.Biotechnol., 79, (2004), 995–1001.
20. GAUTIER, H.; LOPEZ LAURI, F.; MASSOT, C.; MURSHED, R.; MARTY, I.; GRASSELLY, D.; KELLER, C.; SALLANON, H.; GENARD, M. *Impact of ripening and salinity on tomato fruit Ascorbate Content and enzymatic activities related to ascorbate recycling*. Functional Plant Science and Biotechnology, 4(1), (2010), 66-75.
21. GOMEZ, L.; BANCEL, D.; RUBIO, E.; VERCAMBRE, G. *The microplate reader: an efficient tool for the separate enzymatic analysis of sugars in plant tissues – validation of a micro-method.* Journal of the Science of Food and Agriculture, 87, (2007), 1893–1905.
22. GORHAM, J. *Genetics and physiology of enhanced K/Na discrimination*.In: RANDALL, P. (Ed.), *Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition*. Kluwer,Dordrecht, 1993, pp. 151–159.
23. GRATTAN, S.R; GRIEVE, C.M. *Salinity- mineral nutrient relations in horticultural crops*. Sci. Horti., 78, (1999), 127-157.
24. GREENWAY, H; MUNNS, R. *Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes*. Ann. Rev. Plant Physiol., 31, (1980), 149–190.
25. GUILLIAM, M.G. *Rapid measurements of chlorine in plant materials*. Soil Sci. Soc. Am. Pro., 35, (1971), 512–513.
26. HAWKINS, H.J.; LEWIS, O.A.M. *Effect of NaCl salinity, nitrogen form, calcium and potassium concentration on nitrogen uptake and kinetics in Triticumaestivum L. cv. Gametos*. New Phytologist, 124, (1993), 171–177.
27. HEUVELINK, E. *Tomates*. 1st Ed., Wageningen Agricultural University, Netherlands, 2005, pp. 157.
28. KAYA, C.; KIRNAK, H.; HIGGS, D.; SALTALI, K. *Supplementary calcium enhanced plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity*. ScientiaHorticulturae, 93, (2002), 65-74.
29. KHATUN, S.; FLOWERS, T.J. *Effects of salinity on seed set in rice*. Plant CellEnviron., 18, (1995), 61–67.

30. KJELDAHL, J. *A new method for the estimation of nitrogen in organic compounds. Z. Anal. Chem.,* 22 (1883). Pp.366.
31. KRAUSS, S.; SCHNITZLER, W.H.; GRASSMANN, J.; WOITKE, M. *The influence of different electrical conductivity values in a simplified recirculating soilless system on inner and outer fruit quality characteristics of tomato*. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 54, (2006), 441-448.
32. Koyuncu, M.A.; Dilmacunal, T. *Determination of vitamin C and organic acid changes in strawberry by HPLC during cold storage.*NotulaeBotanicaeHortiAgrobotanici Cluj-Napoca,38, (2010), 95-98.
33. LEONARDI C., MARTORANA M., GIUFFRIDA F., FOGLIANO V., PERNICE R. Tomato fruit quality in relation to the content of sodium chloride in the nutrient solution. Acta Hort., 659, (2004), 769–774.
34. LOPEZA, M.V; SATTIA, S.M.E. *Calcium and potassium enhanced growth and yield of tomato under sodium chloride stress.* Plant Science, 114, (1996), 19-27.
MAAS, E.V. *Salinity and citriculture*. Tree Physioogy, 12, (1993), 195–216.
MARSCHNER, H. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London, 1995.
35. MURSHED, R.; LOPEZ-LAURI, F.; KELLER, C.; MONNET, F.; SALLANON, H. *Acclimation to Drought Stress Enhances Oxidative Stress Tolerance in Solanumlycopersicum L. Fruits*. Plant Stress, 2, (2008), 145-151.
NAJLA, S.; VERCAMBRE, G.; PAGES, L.; GRASSELLY, D.; GAUTIER, H.; GENARD, M. *Effect of salinity on tomato plant architecture*. Acta Hort., 801, (2008), 1183-1190.
36. NAVARRO, J.M.; MARTINEZ, V.; CARVAJAL, M. *Ammonium, bicarbonate and calcium effects on tomato plants grown under saline conditions*. Plant Sci., 157, (2000), 89-96.
37. PELAYO, C.; EBELER E.; KADER A.A. *Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5°C in air or air + 20 kPa CO_2*. Postharvest Biology and Technology, 27 (2003), 171-183.
38. PETERSEN, K.K; WILLUMSEN, J.; KAACK, K. *Composition and taste of tomatoes as affected by increased salinity and different salinity sources*. J. Hortic. Sci. Biotechnol., 73, (1998), 205–215.
39. RAJASEKARAN, L.R.; ASPINALL, D.; PALEG, L.G. *Physiology mechanism of tolerance of Lycopersicon spp. exposed to salt*. Canadian Journal of Plant Science, 80, (2000), 151-159.
40. RENGEL, Z. *The role of calcium in salt toxicity*. Plant Cell Environ., 15, (1992), 625–632.
41. SATTIA, S.M.E.; AL-YAHYAI, R.A. *Salinity tolerance in tomato: implications of potassium, calcium and phosphorus*. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 26, (1995), 2749-2760.
42. SHEN, Z.; SHEN, Q.; LIANG, Y.; LIU, Y. *Effect of nitrogen on the growth and photosynthetic activity of salt-stressed barley.* J. Plant Nutr., 17, (1994), 787–789.
43. SUHAYDA, C.G.; GIANNINI, J.L.; BRISKIN, D.P.; SHANNON, M.C. *Electrostaticchanges in Lycopersiconesculentum root plasma membrane resulting fromsalt stress*. Plant Physiol., 93, (1990), 471–478.
44. TUNA, A.L.; KAYA, C.; ASHRAF, M.; ALTUNLU, H.; YOKAS, I.; YAGMUR, B. *The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress*. Environmental and Experimental Botany, 59, (2007), 173–178.

45. USDA: National Nutrient Database for Standard Reference. (2010). http://ndb.nal.usda.gov/.
46. WU, M.; KUBOTA, C. *Effects of high electrical conductivity of nutrient solution and its application timing on lycopene, chlorophyll and sugar concentrations of hydroponic tomatoes during ripening*. Scientia Horticulturae, 116, (2008), 122–129.