مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ــ (2008) ــ المجلد (24) ــ العدد 1 ــ الصفحات: 15 -28

تخفيف تأثير الملوحة في بادرات الذرة الصفراء (صنف غوطة1) باستخدام أملاح البوتاسيوم

عماد عبد الحميد[1]

الملخص

هدفت الدراسة إلى تقويم دور أملاح البوتاسيوم في تحمل الذرة الصفراء (غوطة 1) للملوحة من خلال رصد بعض الخصائص الشكلية وبعض الصفات الفيزيولوجية.

نُفذ البحث في المخبر، في أصص يحتوي كل منها على 3 كغ تربة طميية بنسبة 60% رملاً و24% سلتاً و16% طيناً، وبمعدل ثلاثة مكررات لكل معاملة، باستخدام تصميم القطع المنشقة لأكثر من مرة، واستمر ستة أسابيع.

رويت أُصص التجربة بنوعين من الماء: ماء الصنبور وموصليته الكهربائية 0.2 دسيسيمنز/م، ومحلول ملحي ناقليته الكهربائية 7.5 دسيسيمنز/م حُضر من خلال تمديد ماء البحر بواسطة جهاز Conductivity meter.

أضيف إلى كل مصدر من الماء ملح سلفات البوتاسيوم النقي لتحضير ثلاثة تراكيز هي صفر، و5 و10 ميلمول من البوتاسيوم.

بينت نتائج البحث أن زيادة ملوحة ماء الري أثرت سلباً في الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري، وفي المساحة الورقية، وفي محتوى الورقة من الكلوروفيل. كما أثرت سلباً في رطوبة الورقة من خلال معياري المحتوى الرطوبي النسبي في الورقة والمقدرة على الاحتفاظ بالرطوبة في حين أنها أثرت إيجاباً في معياري عجز الإشباع المائي والمقدرة على الامتصاص.

حسنت إضافة سلفات البوتاسيوم من الميزان المائي في الأوراق ومن المساحة الورقية ومن محتوى الورقة من الكلوروفيل ومن إنتاج المادة الجافة سواء بوجود الملوحة أو بغيابها.

الكلمات المفتاحية: ذرة صفراء ملوحة، بوتاسيوم، مادة جافة كلوروفيل رطوبة الورقة مساحة ورقية.

[1] أستاذ، قسم المحاصيل الحقلية كلية الزراعة جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

Reducing Salt Stress in Corn Seedlings (*Zea mays* L., var Gota 1) through Application of Potassium Salts

Abdulhamid Imad[(1)]

ABSTRACT

It is established that salinity disturbs corn plant growth by creating disturbance in plant water relations, and reduction of dry weight of shoots and roots.

This study was undertaken to observe whether external application of K_2SO_4 and KNO_3 mitigates the harmful effect of salinity during the seedling phase

Maize plants (var. Gota1) were grown in a pot at three levels of K_2SO_4; 0, 5 and 10 mM. The electrical conductivity (EC) of tap water and the respective solution was equivalent to 0.2 and 7.5 dS/m, respectively.

The experiment was conducted in the laboratory in pots containing 60% sand, 24% silt and 16% clay with three replicates in split- split plot design.

Three days after seedling establishment, salinity was raised to required levels and was maintained throughout the experiment. Plants were grown for six weeks.

Leaf water relations were measured on the 4th leaf. The fresh, turgid and dry weights of the leaves were taken and used to determine some parameters.

After 42 days of salt treatment, the seedlings were harvested, shoots were separated from roots and DM (g plant^{-1}) of shoots and roots were determined.

For dry mass determination, shoots and roots were left at 80°C for 2 days.

Analysis of variance showed significant salinity level × K_2SO_4 level interaction.

Salinity decreased seriously the relative water content (RWC) and water retention capacity (WRC), while increased the water saturation deficit (WSD), water uptake capacity (WUC), dry weight of shoots and roots, leaf area, and chlorophyll content in the leaf tissue.

Increasing levels of K_2SO_4 improved the plant water relationship in maize plant, and dry matter production.

The results suggest that supplementary K_2SO_4 can reduce the adverse effects of mild level of saline conditions on plant growth and physiological development

Key words: Maize, Potassium. Salinity, Leaf area, Chlorophyll content, Plant water relations, Dry weight.

[(1)] Professor, Field Crops Department, Faculty of Agriculture, Tichreen University, Lattakia, Syria.

المقدمة

يعدُّ نبات الذرة الصفراء المحصول النجيلي الثالث من حيث المساحة بعد القمح والشعير في سورية، وهو من النباتات الحساسة للملوحة (Z rb *et al.*, 2004).

تشكل ملوحة التربة وملوحة ماء الري أهم المشاكل التي تعاني منها الزراعة في سورية، وفي بقاع عديدة من العالم وخاصة المناطق الجافة ونصف الجافة (Pitman and Lauchli, 2002). ويشير بعضهم إلى أن 20% تقريباً من المساحة العالمية المزروعة و50% تقريباً من الأراضي المروية عالمياً تعاني من مشكلة الملوحة (Zhu, 2001).

تسبب الإجهادات المفروضة على النبات، كالجفاف والملوحة والحرارة المرتفعة والمنخفضة، إجهاداً أسموزياً وهذا يؤدي إلى سلسلة من التغيرات الشكلية والفيزيولوجية والكيمياحيوية والجزيئية في النبات (Zou *et al.*, 2006, Hilal *et al.*, 1998). تتم هذه التغيرات وفق ميكانيكية أو آلية معقدة تتيح للنبات التحمل والبقاء (Xiong *et al.*, 2002; Zhu, 2002).

يمكن مواجهة الملوحة، إما من خلال البحث عن طرز وراثية متحملة أو أكثر تحملاً للملوحة بواسطة التحسين الوراثي (Flowers *et al.*, 1995). أو باستخدام بعض التقانات الزراعية، ومنها ما يتعلق بعملية التسميد المعدني ومنه التسميد البوتاسي خاصة أن الملوحة تحد من محتوى النبات من البوتاسيوم كما تظهر ذلك الدراسات المتنوعة والمتعددة (Mansour *et al.*, 2005).

يؤدي عنصر البوتاسيوم دوراً في محافظة الورقة على انتباجها (Weimberg, 1987) وقد أظهر (Subbarao *et al.*, 2000) انخفاض المحتوى المائي للورقة مع انخفاض محتوى الأوراق بالبوتاسيوم عند الشوندر الأحمر. كما أشير إلى أن البوتاسيوم يقلل من عملية النتح، ويؤدي دوراً مهماً في العلاقة بين الماء والنبات ولاسيما ضمن ظروف الإجهاد الملحي (Mengel and Kirkby, 1982). يساعد البوتاسيوم على زيادة محتوى الكلوروفيل (Kaya *et al.*, 2001a).

بيّن (Shirazi and *et al.*, 2005) أن إضافة البوتاسيوم حسنت من طول المجموع الجذري والخضري عند نبات القمح بغياب الملوحة أو بوجودها.

أظهرت دراسات أخرى أن الأثر المفيد لإضافة البوتاسيوم كان أكثر وضوحاً على الجذور منه على المجموع الخضري كما في الذرة (Izzo *et al.*, 1993) وفي البندورة (Lopez and Satti, 1996).

أشار Cerda وزملاؤه (1995) إلى أن إضافة البوتاسيوم إلى المحلول الغذائي المضاف إليه 50mM NaCl لم تخفف من تأثير الملوحة في نمو نبات الذرة. في حين تبين أن ارتفاع معدل K^+/Na^+ في محلول التربة المحيطة بالجذور حسن من تحمل الملوحة ومن نمو الذرة (Botella *et al.*, 1997)، ونظراً لندرة الدراسات المحلية التي تناولت موضوع الأثر المتبادل للملوحة والبوتاسيوم في نمو نبات الذرة الصفراء، ودور البوتاسيوم المحتمل في التخفيف من تأثير الملوحة، نُفّذ هذا البحث.

مواد البحث وطرائقه

مواد البحث

استخدم صنف الذرة الصفراء غوطة1 وهو صنف تركيبي معتمد، وقد تم الحصول على الحبوب من محطة1 أيار لبحوث الذرة الصفراء والبيضاء والدخن التابعة لهيئة البحوث الزراعية العلمية في دمشق.

رويت التجربة بنوعين من الماء :

- ماء الصنبور وموصليته الكهربائية 0.2 دسيسيمنز/م.

- ومحلول ملحي موصليته الكهربائية 7.5 دسيسيمنز/م حُضّر من خلال تمديد ماء البحر بواسطة جهاز Conductivity meter.

خصص 20 لتراً من ماء الصنبور ومثلها من ماء البحر الممدد. أضيف إلى كل مصدر من الماء 1.5 ملمولر من ملح نترات الكالسيوم، فضلاً عن ملح سلفات البوتاسيوم النقي لتحضير ثلاثة تراكيز هي صفر، و5، و10 ميلمول من البوتاسيوم.

طرائق البحث

أجري البحث ضمن درجة حرارة المخبر مع مراعاة المحافظة على الإضاءة ليلاً وقد بلغت 600 واط/م2. تراوحت حرارة النهار بين 23 -26مْ، وحرارة الليل بين 15 -18مْ .

عقمت الحبوب قبل الزراعة بمحلول من هيبوكلوريت الصوديوم 1% مدة 8 دقائق (Ashraf &McNeilly, 1990)، ثم غسلت بالماء.

أُجريت التجربة ضمن أصص بلاستيكية في كل منها 3 كغ تربة فقيرة بالمادة العضوية والآزوت، وفقيرة جداً بالفوسفور، وضعيفة المحتوى من البوتاس. سعتها التبادلية جيدة. مكونة من 60% رملاً و24% سلتاً و16% طيناً.

زرع في كل أصيص سبع بذور، وبمعدل ثلاثة مكررات لكل معاملة. أضيف ماء الصنبور عند الزراعة، وبعد الإنبات رويت الأصص بالمحلول الملحي وبماء الصنبور بمعدل 200 سم^3 كل 4 -5 أيام. أوقفت التجربة بعد ستة أسابيع.

القياسات المسجلة

حسب الوزن الجاف للمجموع الخضري، فضلاً عن القياسات الآتية:

- نسبة الكلوروفيل: أخذت الورقة الخامسة، وتم الاستخلاص بواسطة الأستيون 80%. حسبت نسبة الكلوروفيل الكلي والكلوروفيل a، والكلوروفيل b بواسطة جهاز Spectrophotometer على طول الموجتين 646 و663 نانومتراً وفق المعادلات الآتية (Harborne, 1983):

Total chlorophyll (mg/l^{-1}) = 17.3 A 646 + 7.18 A663

Chlorophyll a (mg/l^{-1}) = 12.21 A 663 - 2.81 A 646

Chlorophyll b (mg/l^{-1}) = 20.13 A 646 - 5.03 A 663

- مساحة الورقة: الطول x العرض x 0.75 (Abdul hamid, 1986)

- مستوى الرطوبة في الأوراق: أخذت الورقة الرابعة وحُسب وزنها الرطب (Fresh weight)، ثم نقعت في الماء مدة 24 ساعة وسجل وزنها المشبع (Turgid weight)، ثم وضعت في المجفف ضمن حرارة 80 مْ مدة 48 ساعة لحساب الوزن الجاف (Dry weight). ثم رُصدت المعايير الآتية (Kabir *et al.*, 2004):

- المحتوى المائي النسبي:

$$\text{Relative Water Content (RWC)} = \frac{\text{Fresh weight-Dry weight}}{\text{Turgid weight-Dry weight}} \times 100$$

- عجز الإشباع المائي:

$$\text{Water Saturation Deficit (WSD)} = (100\text{-RWC})$$

- المقدرة على ربط الماء:

$$\text{Water Retention Capacity (WRC)} = \frac{\text{Turgid weight}}{\text{Dry weight}}$$

- المقدرة على امتصاص الماء:

$$\text{Water Uptake Capacity (WUC)} = \frac{\text{Turgid weight-Fresh weight}}{\text{Dry weight}}$$

تحليل النتائج

حللت النتائج إحصائياً وفق برنامج Stat view وتم اختبار تحليل التباين ANOVA-Factorial وحساب LSD 5% للتأثير المتبادل للملوحة والبوتاسيوم معاً.

النتائج والمناقشة

الميزان المائي للورقة

- المحتوى المائي النسبي:

الجدول (1) تأثير الملوحة والبوتاسيوم في الميزان المائي للورقة الرابعة

مستوى الملوحة	مستوى البوتاسيوم	محتوى نسبي RWC	عجز الإشباع المائي WSD	المقدرة على ربط الماء WRC	المقدرة على امتصاص الماء *WUC*
شاهد 0.2 ملموز/سم	0 مليمول	92.90	7.10	6.12	0.47
	5 مليمول	93.40	6.60	6.73	0.42
	10 مليمول	94.69	5.31	7.14	0.39
7.5 ملموز/سم	0 مليمول	85.07	14.93	4.19	0.76
	5 مليمول	85.37	14.63	4.89	0.69
	10 مليمول	89.12	10.88	5.76	0.49
LSD 5% (ملوحة X بوتاسيوم)		0.342	0.333	0.531	0.079

أدى الري بالماء المالح إلى انخفاض المحتوى المائي النسبي RWC في الورقة بمقدار 8.5%، وذلك عند غياب البوتاسيوم (جدول1).

انخفاض هذا المعيار تحت تأثير الملوحة يؤكد النتائج المشار إليها عند الشوندر السكري (Ghoulam *et al.*, 2002) وعند دوّار الشمس (Sayed and Gadallah, 2002) وعند الفصة (Serraj and Drevon, 1998)، وعند الذرة الصفراء (Cicek and Cakirlar, 2002).

تجدر الإشارة إلى أن الطرز الوراثية التي تحتفظ في أوراقها بمحتوى أعلى من الرطوبة مؤهلة لتحمل الجفاف بدرجة أفضل وإنتاج غلة أعلى (Atteya, 2003).

سمحت إضافة البوتاسيوم بزيادة المحتوى الرطوبي النسبي في الورقة زيادة معنوية، وقد كان التأثير أكثر وضوحاً في وجود الملوحة، فبوجود 10ملمكافىء من البوتاسيوم ارتفع المقياس الرطوبي المذكور بمقدار 1.9% عند الري بالماء العادي و4.7% عند الري بالماء المالح.

أظهر (Subbarao *et al.*, 2000) انخفاض المحتوى المائي للورقة مع انخفاض محتوى الأوراق بالبوتاسيوم عند الشوندر الأحمر، وهذا يؤكد أن عنصر البوتاسيوم يؤدي دوراً في محافظة الورقة على انتباجها (Weimberg,1987).

- المقدرة على الاحتفاظ بالماء: أدى الري بالماء المالح إلى انخفاض المقدرة على الاحتفاظ بالماء WRC بمقدار 31.5%، بغياب البوتاسيوم (جدول 1).

سمحت إضافة البوتاسيوم بزيادة المقدرة زيادة معنوية، وقد بلغت الزيادة 16.7% بوجود 5 مليمول بغض النظر عن مستوى الملوحة، ومع ارتفاع تركيز البوتاسيوم إلى 10 مليمول بلغت زيادة المقدرة 31.5% عند الري بالماء العادي و37.5% بوجود الملوحة.

- **عجز الإشباع المائي**: على العكس من القياسين السابقين، فإن عجز الإشباع المائي يزداد بوجود الملوحة، وقد أدى الري بالماء المالح إلى ازدياد عجز الإشباع WSD بمقدار 110% بغياب البوتاسيوم (جدول1).

كما أن إضافة البوتاسيوم تؤدي إلى انخفاض هذا القياس، وقد بلغ الانخفاض نحو 25%عند تركيز 10 مليمول بوجود الماء العادي، وكان هذا الانخفاض أكبر ضمن الظروف الملحية حيث بلغ نحو 27%، وهذا يتفق مع ما أشار إليه Orcutt and Nilsen (2000).

- **القدرة على امتصاص الماء:** أدت الملوحة إلى ارتفاع المقدرة على امتصاص الماء WUC بمقدار 61.7% بغياب البوتاسيوم (جدول 1).

بالمقابل، سمح وجود البوتاسيوم بانخفاض القياس المذكور، وقد بلغت نسبة الانخفاض 35.5% بوجود الملوحة مقابل 17% بوجد الماء العادي وذلك عندما كان تركيز البوتاسيوم 10 ملمكافىء.

- محتوى الأوراق من الكلوروفيل: أحد العوامل المسببة لشيخوخة الأوراق ضمن تأثير الملوحة هو انخفاض محتوى الكلوروفيل (Chen *et al.*, 1991). بالفعل، وجد أن الملوحة وبغياب البوتاسيوم أدت إلى انخفاض الكلوروفيل a بمقدار 29.7% والكلوروفيل b بمقدار 33% (جدول 2).

تتفق هذه النتائج مع نتائج Omar (1996) الذي أشار إلى انخفاض الكلوروفيل الكلي في أوراق الذرة الصفراء ضمن الظروف الملحية. وانخفاض تركيز الكلوروفيل بسبب الملوحة قد يعزى إلى ازدياد نشاط الأنزيمات المحللة للكلوروفيل (EL-Batanouny *et al.*, 1988).

إضافة البوتاسيوم إلى المحلول الغذائي من شأنها زيادة محتوى الكلوروفيل سواء بغياب الملوحة أو بوجودها وقد بلغت الزيادة في معدل الكلوروفيل a نحو 33% عند تركيز 10 مليمول، كما بلغت نسبة الكلوروفيل b عند التركيز نفسة61.6% بوجود الماء العادي و89% بوجود الملوحة. الدور الإيجابي للبوتاسيوم يتفق مع نتائج مسجلة عند نبات السبانخ (Kaya *et al.*, 2001a).

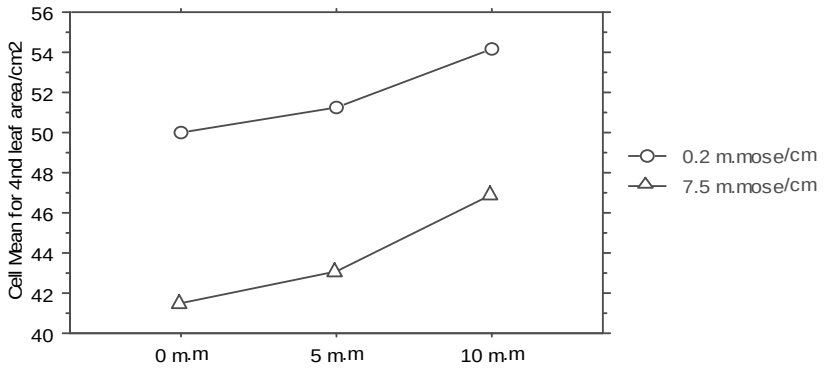
أشارت Magda وزملاؤها (2003) إلى أن الملوحة سببت انخفاض محتوى الكلوروفيل الكلي وزيادة معدل كلوروفيل a إلى كلورفيل b وخلصت إلى أن الكلوروفيل a أكثر ثباتاً من الكلوروفيلb ضمن تأثير الملوحة. بحساب المعدل المذكور (Cha/Chb)

ضمن ظروف تجربتنا لاحظنا ميل قيمة هذا المعدل إلى الزيادة بوجود الملوحة وإلى الانخفاض مع زيادة البوتاسيوم بيد أن الفروقات بقيت غير معنوية.

الجدول (2) تأثير الملوحة والبوتاسيوم في كلوروفيل الورقة الرابعة

مستوى الملوحة	مستوى البوتاسيوم	aكلوروفيل مغ/غ ورقة خضراء	bكلوروفيل مغ/غ ورقة خضراء	معدل aكلوروفيل / bكلوروفيل
شاهد 0.2 ملموز/سم	0 مليمول	548.51	237.23	2.31
	5 مليمول	600.33	291.22	2.06
	10 مليمول	727.33	383.41	1.89
7.5 ملموز/سم	0 مليمول	385.38	158.75	2.42
	5 مليمول	426.61	210.44	2.03
	10 مليمول	515.32	300.11	1.71
LSD 5% (ملوحة X بوتاسيوم)		68.929	31.531	0.927

-المساحة الورقية: أدت الملوحة إلى انخفاض المساحة الورقية وكمثال عليها الورقة الرابعة، حيث بلغت نسبة الانخفاض نحو 17% بغياب البوتاسيوم، بيد أن وجود هذا العنصر الغذائي يبدو ضرورياً من أجل مساحة ورقية أفضل وخاصة عند ارتفاع التركيز إلى 10 مليمول، حيث تحسنت مساحة الورقة الرابعة بوجوده بمقدار 8.4% عند الري بماء الشاهد ونحو 13.2% عند الري بالماء المالح (شكل 1).



الشكل (1) تأثير الملوحة والبوتاسيوم في مساحة الورقة الرابعة

الآلية الفيزيولوجية للتأثير السلبي للملوحة في المساحة الورقية غير مفهومة تماماً (Lazof and Bernstein, 1998)، على الرغم من أن بعضهم يُعدُّ انخفاض المساحة الورقية ضمن تأثير الملوحة سببه تثبيط استطالة الأوراق (Munns *et al.*, 2000a . Munns *et al.*, 2000b). كذلك، تؤثر الملوحة في المساحة الورقية من خلال تقليل شدة النمو وتقصير طول منطقة الاستطالة في الورقة الموجودة في قاعدة الورقة بالقرب

من نقطة اتصال الورقة بالعقدة (Bernstein, *et al.*, 1993, Lazof and Bernstein 1998, Neves-Piestum and Bernstein, 2005.).

أيضاً، يترافق تثبيط النمو في الورقة بسبب الإجهاد الملحي أو المائي مع زيادة pH وانخفاض معدل حموضة في الفراغات الموجودة بين الخلايا (Apoplast). وقد أشير إلى أن معدل النمو الورقي يرتبط إيجاباً مع زيادة الحموضة في الفراغات الموجودة بين الخلايا (Peters *et al.*, 1998; Stahlberg and Van Volkenburgh, 1999)، لأن انخفاض الـpH في الفراغات الموجودة بين الخلايا يحفز تحلل جدار الخلية الذي يعد ضرورياً لتوسع الخلية ونموها (Cosgrove, 1997).

- إنتاج المادة الجافة: سببت الملوحة انخفاضاً في الوزن الجاف للمجموع الهوائي وصل إلى 28.7%، بيد أن البوتاسيوم أدى دوراً إيجابياً حيث سمح التركيز 10 ملمكافىء بزيادة المادة الجافة للمجموع الخضري بمقدار 17.3% و21.9%عند الري بالماء المالح والماء العادي على التوالي (جدول 3).

تأثر المجموع الجذري هو الآخر بالملوحة حيث انخفض الوزن الجاف للجذور بمقدار 25%. ومرة أخرى يؤدي البوتاسيوم دوراً إيجابياً عند ازدياد تركيزه في ماء الري بنوعيه، فقد بلغت نسبة تحسينه لوزن الجذور ضمن ظروف الري بالماء المالح 8.3% و27.7% عند التركيز 5 و10 مليمول على التوالي.

التأثير السلبي للملوحة في إنتاج المادة الجافة يؤكد الكثير من نتائج الأعمال السابقة ومنها ما سجل عند القمح الطري (Afzal *et al.*, 2005).

الجدول (3) تأثير الملوحة والبوتاسيوم في إنتاج المادة الجافة

مستوى الملوحة	مستوى البوتاسيوم	الوزن الجاف مجموع خضري غ/نبات	الوزن الجاف جذور غ/نبات
شاهد 0.2 مليموز/سم	0 مليمول	0.73	0.48
	5 مليمول	0.81	0.50
	10 مليمول	0.89	0.60
7.5 مليموز/سم	0 مليمول	0.52	0.36
	5 مليمول	0.56	0.39
	10 مليمول	0.61	0.46
LSD 5% (ملوحة X بوتاسيوم)		0.056	0.047

يمكن شرح انخفاض المادة الجافة التي كونها النبات ضمن تأثير الملوحة ودور البوتاسيوم في الحد من هذا التأثير السلبي من خلال عدد من الآليات ومنها:

- انخفاض المساحة الورقية، وانخفاض محتوى الأوراق من الرطوبة، وانخفاض معدل الكلوروفيل كما سبق ورأينا في الفقرات السابقة.

- إحدى آليات حدوث هذا الانخفاض هو أن الاستجابة للملوحة تكون من خلال انغلاق الثغور للحد من الفقد المائي، وهذا من شأنه الحد من دخول ثاني أكسيد الكربون إلى داخل الورقة ومن ثم انخفاض معدل تثبيت ثاني أكسيد الكربون وعملية التمثيل الضوئي ككل (Hasegawa and Bressan,2000. Ashraf *et al.*, 2002). وقد وجد بعضهم أن تعرض بادرات الذرة الصفراء مدة أسبوع فقط للملوحة أدى إلى انخفاض عملية التمثيل الضوئي بفعل انخفاض المردود الكمي للمنظومة الضوئية الثانية Photosystem II (Szalai *et al.*, 2005)

- ازدياد نفاذية الأغشية الخلوية ضمن تأثير الملوحة وهذا ما يسرع من شيخوخة الأوراق، وإضافة البوتاسيوم من شأنها التخفيف من هذا التأثير (Kaya *et al.*, 2001b).

- يعدُّ ارتفاع معدل البوتاسيوم في الستروما في الجسيمة الصانعة الخضراء ضرورياً من أجل الحفاظ على معدل أعلى للتمثيل الضوئي ضمن ظروف الإجهاد (Chow *et al.*, 1990).

- يعدُّ البوتاسيوم من الشوارد المساعدة على تحمل النبات للملوحة من خلال الحد من الضغط الحلولي في الجذور الذي يعدُّ شرطاً أساسياً لامتصاص الماء والعناصر الذائبة وانتقالها داخل النبات عن طريق الخشب، فضلاً عن دوره في تنشيط الانزيمات المساعدة على تشكل البروتين في النبات (Marschner, 1995).

الخلاصة

بينت نتائج البحث أن زيادة ملوحة ماء الري أثرت سلباً في الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري، وفي المساحة الورقية، وفي محتوى الورقة من الكلوروفيل. كما أثرت سلباً في رطوبة الورقة من خلال معياري المحتوى الرطوبي النسبي في الورقة، والمقدرة على الاحتفاظ بالرطوبة في حين أنها أثرت إيجاباً في معياري عجز الإشباع المائي والمقدرة على الامتصاص.

حسنت إضافة البوتاسيوم من الميزان المائي في الأوراق، ومن المساحة الورقية، ومن محتوى الورقة من الكلوروفيل، ومن إنتاج المادة الجافة سواء بوجود الملوحة أو بغيابها.

على الرغم من أن التجارب المخبرية لا تعطي تصوراً دقيقاً ومن الضروري إجراء الدراسات الحقلية للوقوف على مصداقية المؤشرات الفيزيولوجية المخبرية، غير أنه من الواضح أن الأسمدة البوتاسية يجب أن تؤخذ بالحسبان عند زراعة الذرة الصفراء في ظروف من الجفاف الفسيولوجي الناتج عن الملوحة، نظراً لقدرة البوتاسيوم في التخفيف من تأثير الإجهاد الملحي.

REFERENCES

Abdul Hamid, I. (1986). Influence de la qualité semencière sur la germination, la croissance hétérotrophe et le devenir des plantules de Maïs (*Zea mays* L.). Thèse de doctorat. Université de Rennes 1. 148p. France.

Afzal, I,; Shahzad, M.; Basra, A. and Iqbal, A. (2005). The effect of seed soaking with plant growth regulators on seedling vigor of wheat under salinity stress. J. Stress Physiology and Biochemistry. 1(1): 6-14.

Ashraf, M.; Karim, F. and Rasul, E. (2002). Interactive effects of gibberellic acid (GA_3) and salt stress on growth, ion accumulation and photosynthetic capacity of two spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars differing in salt tolerance. Plant Growth Regulation. 36(1):49-59.

Ashraf, M. and McNeilly, T. (1990). Improvement of salt tolerance in Maize by selection and breeding. Plant Breeding. 104: 101-107.

Atteya, A. M. (2003). Alteration of water relations and yield of corn genotypes in responses to drought stress. Bulg. J. Plant Physiol. 29(1-2): 63-76.

Bernstein, N.; Silk, W. K.; Lau, and Chli, A. (1993). Growth and development of sorghum leaves under conditions of NaCl stress: spatial and temporal aspects of leaf growth inhibition. Planta. 191: 433–439.

Botella, M. A.; Martinez, V.; Pardines, J. and Cerda, A. (1997). Salinity induced potassium deficiency in maize plants. J. Plant Physiol. 150: 200 - 205.

Cerda, A.; Pardines, J.; Botella, M.A. and Martinez, V. (1995). Effect of potassium on growth, water relations, and the inorganic and organic solute contents for two maize cultivars grown under saline conditions. J. Plant Nutr. 18: 839- 851.

Chen, C. T.: Li, C. C. and Kao, C. H. (1991). Senescence of rice leaves. xxxi. Changes of chlorophyll, protein and polyamine contents and ethylene production during senescence of a chlorophyll-deficient mutant. J. Plant Growth Reg. 10: 201–205.

Chow, W. S.; Ball, M. C. and Anderson, J. M. (1990). Growth and photosynthetic responses of spinach to salinity: Implications of K. nutrition for salt tolerance. Aust. J. Plant Physiol. 17: 563- 578.

Ciçek, N, and Cakirlar, H. (2002). The effect of salinity on some physiological parameters in two Maize cultivars. Bulg. J. Plant Physiol. 28(1–2): 66–74.

Cosgrove, D. J. (1997). Relaxation in a high-stress environment: the molecular bases of extensible walls and cell enlargement. Plant Cell. 9: 1031–1041

EL-Batanouny, K. H.; Hussein, M. M. and Abo EL-Kheir, M. S. A. (1988). Response of *Zea mays* to temporal variation of irrigation and salinity under farm conditions in the Nile Delta of Egypt. International Conference on plant Growth. Drought and Salinity in the Arab Region, Cairo Univ. Egypt. December. 3-7.

Flowers, T. J. and Yeo, A. R. (1995). Breeding for salinity resistance in crop plants: where next? Australian J. Plant Physiology. 22(6):875-884.

Ghoulam, C.; Foursy, A. and Fares, K. (2002). Effect of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. Env. Exp. Bot. 47: 39-50.

Greenway, H. and Munns, R. (1980). Mechanism of salt tolerance in non-halophytes. Ann. Rev. Plant Physiol. 31: 149-190.

Harborne, J. b. (1983). A guide to modern techniques of plant analysis. Phytochemical Methodes. 2nd ed. 288 p. Chapman and Hall.

Hasegawa, P. M. and Bressan, R. A. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. Ann. Rev.Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 5:463-469.

Hilal, M.; Zenoff, A. M.; Ponessa, G.; Moreno, H. and Massa, E. D. (1998). Saline Stress Alters The Temporal Patterns of Xylem Differentiation and Alternative Oxidative Expression in Developing Soybean Roots. Plant Physiol. 117: 695–701.

Izzo, R.; Scagnozzi, A.; Belligno, A. and Navari-Izzo, F. (1993). Influence of NaCl treatment on Ca, K and Na interrelations in maize shoots. *In*: Fragoso, M. A. C., van Beusichem, M. L. (Eds.), Optimization of Plant Nutrition. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 577-582.

Kabir, M. E.; Karim, M. A. and Azad, M. A. K. (2004). Effect of Potassium on Salinity Tolerance of Mungbean (*Vigana radiata* L. Wilczek). J. Biological sciences. 4(2): 103-110.

Kaya, C.; Higgs, D. and Kirnak, H. (2001[a]). The effect of high salinity (NaCl) and supplement tary phosphorus and potassium on physiology and nutrition development of spinach. Bulg. J. Plant. Physiol. 27(3-4): 47-59.

Kaya, C.; Kirnak, H. Higgs, D.(2001[b]). Enhancement of growth and normal growth parameters by foliar application of potassium and phosphorus on tomato grown at high (NaCl) salinity. J. Plant Nutr. 24(2): 357–367.

Lazof, D, and Bernstein, N. (1998). The NaCl-induced inhibition of shoot growth: the case for disturbed nutrition with special consideration of calcium nutrition. Adv Bot Res. 29: 113-189.

Lopez, M. V. and Satti, S. M. E. (1996). Calcium and potassium-enhanced growth and yield of tomato under sodium chloride stress. Plant Sci.114:19-27.

Magda, M.; Aly-Sabha, M.; El-Sabbagh, W.; El-Shouny, A. and Mohsen, K. H. E. (2003). Physiological Response of *Zea mays* to NaCl Stress with Respect to *Azotobacter chroococcum* and *Streptomyces niveus*. Pakistan J. Biological Sciences. 6(24): 2073-2080.

Mansour, M. M. F.; Salama, K. H. A.; Ali, F. Z. M. and Abou Hadid, A. F. (2005). Cell and plant responses to NaCl in *Zea mays* L. cultivrs differing in salt tolerance. Gen. Appl. Plant Physiology. 31(1-2): 29-41.

Marschner, H. (1995). Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, 889 pp.

Mengel, K. and Kirkby, E. A. (1982). Principles of Plant Nutrition. 3rd Ed. Int. Potash Inst. Bern, Switzerland.

Munns, R.; Guo, J.; Passioura, J. B. and Cramer, G. R. (2000a). Leaf water status controls day-time but not daily rates of leaf expansion in salt-treated barley. Australian J. Plant Physiology. 27:949–957.

Munns, R.; Passioura, J. B.; Guo, J.; Chazen, O. and Cramer, G. R. (2000b). Water relations and leaf expansion: importance of timescale. J. Experimental Botany. 51: 1495–1504.

Neves-Piestum, B. G. and Bernstein, N. (2005). Salinity-induced changes in the nutritional status of expanding cells may impact leaf growth inhibition in maize. Functional Plant Biology. 32: 141-152.

Omar, A. M. (1996). Response of maize crop (*Zea mays* L.) to Alar application under saline conditions. J. Agric. Tanta Univ. 22(1).

Orcutt, D. M. and Nilsen, E. T. (2000). The physiology of plants under stress. John Wiley and Sons, Inc., 605 Third Avenue, New York, NY 10158-0012, USA. pp: 177-235.

Peters, W. S.; Luthen, H.; Bottger, M. and Felle, H. (1998). The temporal correlation of changes in apoplast pH and growth rate in maize coleoptile segments. Aust J. Plant Physiol. 25: 21–25.

Pitman, M. G. and Lauchli, A. (2002). Global impact of salinity and agricultural ecosystems. *In*:Salinity: Environment-Plants Molecules. Eds. A. Lauchli, V. Luttge, Kluwer, The Netherlands, 3-20.

Sayed, S. A. and Gadallah, M. A. A. (2002). Effects of shoot and root application of thiamin on salt-stressed sunflower plants. Plant Growth Regulator. 36: 71-80.

Serraj, R. and Drevon, J. J. (1998). Effect of salinity and nitrogen source on growth and nitrogen fixation in alfalfa. J. Plant Nutr. 21:1805-1818.

Shirazi, M. U.; Ashraf, M. Y.; Khan, M. A. and Naqvi, M. H. (2005). Potassium induced salinity tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). International J. Environmental Science and Technologies. 2(3): Autumn 2005.

Stahlberg, R. and Van Volkenburgh, E. (1999). The effect of light on membrane potential, apoplastic pH and cell expan-Salinity, Leaf Growth Inhibition, and Apoplast Acidificationsion in leaves of *Pisum sativum* L. var. Argenteum. Planta 208: 188–195

Subbarao, G. V.; Wheeler, R. M.; Stutte, G. W. and Levine, L. H. (2000). Low potassium enhances sodium uptake in red beet under moderate saline conditions. J. Plant Nutr. 23: 1449-1470.

Szalai, G.; P ldi, E. and Janda, T. (2005). Effect of salt stress on the endogenous salicylic acid content in maize (*Zea mays* L.) plants. Acta Biologica Szegediensis .Volume 49(1-2):47-48.

Weimberg, R. (1987). Solute adjustment in leaves of two species of wheat at two different stages of growth in response to salinity. Physiol. Plant. 70:381- 388.

Xiong, L.; Schumaker, K. S. and Zhu, J. K. (2002). Cell signaling during cold, drought, and salt stress. Plant Cell. 14S:165–183.

Zhu, J. K. (2001). Plant salt tolerance. Trends Plant Sci. 6: 66-72

Zhu, J. K. (2002). Salt and drought stress signal transduction in plants. Annu. Rev. Plant Biol. 53: 247-273.

Z rb, C.; Schmitt, S.; Neeb, A.; Karl, S.; Linder, M. and Schubert, S. (2004). The biochemical reaction of maize (*Zea mays* L.) to salt stress is characterized by a mitigation of symptoms and not by a specific adaptation. Plant Science. 167:91–100

Zou, H.; Zhang, X.; Zhao, J.; Yang, Q.; Wu, Z.; Wang, F. and Huang, C. (2006). Cloning and characterization of maize *ZmSPK1*, a homologue to nonfermenting1-related protein kinase2. African J. Biotechnology. 5(6): 490-496.

Received	**2007/01/24**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2007/05/20**	**قبول البحث للنشر**