مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ــ (2007) ــ المجلد (23) ــ العدد 1 ــ الصفحات: 53 -66

تحمل الملوحة عند صنفين من الذرة الصفراء بوجود الآزوت

عماد عبد الحميد[1]

الملخص

نُفذ البحث في الظروف المخبرية، في أصص يحتوي كل منهـا 3 كغ تربة رمليـة، وبمعـدل ثلاثـة مكررات لكل معاملة باستخدام تصميم القطع المنشقة مرتين.

زرع صنفان من الذرة الصفراء، صنف التركيبي غوطة 1 وهجين الزوجي باسل 2. خضعت النباتات للري بماء ناقليته الكربائية 6 $dS.m^{-1}$، ويحتوي الآزوت على شـكل نتـرات NO_3^- أو أمونيـوم NH_4^+ بتركيز 10 ميليمولر .

أظهر الصنفان تحملاً أفضل لملوحة ماء الري بوجود النترات خاصة الصنف غوطة 1.

تأثر نمو المجموع الجذري بسبب الملوحة بدرجة أقل من تأثر المجموع الخضري، ونمـت النباتـات التي رويت بوجود شاردة الأمونيوم بدرجة أقل وأعطت معدل جذور على مجموع خضري أقل بالمقارنـة مع الري بوجود شاردة النترات.

أدت الملوحة وكذلك وجود شاردة الأمونيوم إلى انخفاض محتوى الأوراق بالبوتاسيوم، وإلى زيـادة المحتوى بالصوديوم مما أدى إلى ازدياد نسبة شوارد الصوديوم إلى البوتاسيوم في نسيج الورقة.

أدى الري بوجود شاردة الأمونيوم إلى انخفاض محتوى الجذور بالبوتاسيوم والصوديوم.

تشير النتائج إلى أن الآزوت النتراتي أفضل من الآزوت الأمونياكي بوجود الإجهاد الملحي.

الكلمات المفتاحية: ذرة صفراء ملوحة الماء، نترات أمونيوم.

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

Salt tolerance of two maize cultivars in response to the form of nitrogen

Abdulhamid Imad[(1)]

ABSTRACT

Two maize genotypes (*zea mays* L. cv. Gota1 and cv. Albassel 2) were grown in the laboratory in pots containing sandy soil, with three replicates in split-split plot design.

Plants were subjected to two levels of salinity (control and 6 $dS.m^{-1}$) in nutrient solution containing either NH_4^+, or NO_3^- as the sole nitrogen source at a concentration of 10 mM. Saline water of ECe 6 $dS.m^{-1}$ was prepared by dilution of the sea water.

The two cultivars exhibited greater salt water tolerance under nitrate than under ammonium nutrition , particularly Gota 1,

Root dry weight was less reduced under saline conditions than shoot dry weight. Ammonium-fed plants were poorly developed with a distinctly lower root: shoot ratio compared with nitrate-fed plants. Both ammonium nutrition and salinity reduced the uptake of K^+, but increased the uptake of Na^+ by both cultivars; this led to increase Na^+/K^+ in the leaf tissues.

In addition, ammonium nutrition reduced the proportions of plant K^+, Na^+ retained by the root. The effect of ammonium nutrition on maize can thus be related to retarded uptake of K^+ and to enhanced uptake of Na^+. The results suggest that nitrate, rather than ammonium, is favored as a nitrogen source for Gota1 and cv. Albassel 2 of maize, particularly under salt stress.

Key words: Maize, Salinity of water, Nitrate, Ammonium.

[(1)]Prof., Dep., of Field crops, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

المقــدمـ ـة

تعدُّ الملوحة من المشاكل المهمة التي تحد من نمو النبات ومن عملية التوسع في الإنتاج الزراعي في المناطق المروية والجافة ونصف الجافة (Asch et al., 2000) ويشير بعضهم إلى أن نحو 77 مليون هكتار، والتي تعادل 5% من المساحة الزراعية العالمية، تعاني من هذه المشكلة (Munns et al., 1999).

وفي سورية، فإن ملوحة التربة تؤثر في 30% من حوض الفرات و 11.2 % من حوض حلب، وهذا عائد إلى أساليب زراعية مغلوطة منها أساليب الري، واستخدام المياه الجوفية بوصفها مصدراً مهماً لمياه الري على الرغم من ارتفاع ملوحتها في بعض المناطق وعدم صلاحية نسبة كبيرة منها للري حسب التصنيفات الدولية لمياه الري، وإن استمرار تملح الأرض على هذا المنوال سيؤدي إلى زيادة نسبة الأراضي المالحة المستبعدة من مجموع الأراضي القابلة للزراعة.

تثبط الملوحة نمو النباتات من خلال ما تسببه من إجهاد اسموزي وعدم توازن غذائي وتسمم ببعض العناصر (Munns, 1993; Fortmeier and Schubert; 1995. Gunes et al., 1996; Cornillon and Palloix, 1997; Munns et al., 2000a .Silberbush and Ben-Asher, 2001).

تستطيع النباتات امتصاص الآزوت من التربة إما على شكل أمونيوم أو على شكل نترات، غير أن الشكل الأخير هو المفضل من قبل النباتات (Goyal and Huffaker, 1994).

يؤدي التسميد الآزوتي المناسب دوراً مهماً في جميع أنواع الأراضي، وخاصة الأراضي الملحية حيث يقلل الآزوت من تأثير الملوحة في نمو النبات وإنتاجه (Flores et al., 2001; Albassam, 2001; Soliman et al., 1994; Shen et al., 1994) وذلك بحسب نوع النبات ومستوى الملوحة وظروف الوسط المحيط (Grattan and Grieve, 1999).

من جهة أخرى، يؤثر شكل التسميد الآزوتي تأثيراً مهماً في نمو النباتات التي توجد تحت تأثير الإجهاد الملحي، فقد وجد أن التغذية بالنترات جعلت نبات القمح أقل حساسية للملوحة بالمقارنة مع التغذية بالأمونيوم (Lewis et al., 1989. Leidi et al., 1991).

بالمقابل، عند تطبيق الأمونيوم كشكل للتغذية الآزوتية ظهرت أعراض تسمم عند بعض النباتات ومنها الذرة الصفراء (Schortemeyer et al., 1997; Schortemeyer and Feil , 1996)، حيث أشير إلى أن وجود الأمونيوم أثر سلباً في معدل النمو النسبي

لبادرات بعمر أسبوعين لبعض هجن الذرة الصفراء الحساسة، بيد أن تأثير شكل الآزوت غاب بعد 4 أسابيع من التجربة.

من جهة أخرى، وجد Silberbush and Lips (1988) أن نمو نبات الفول السوداني ضمن ظروف الملوحة كان أفضل بوجود الأمونيوم منه بوجود النترات.

يؤثر شكل الآزوت في امتصاص عنصر البوتاسيوم، فقد بينت دراسة (1989) Martinez and Creda أن امتصاص البوتاسيوم قد ازداد ضمن ظروف الملوحة عندما كان الشكل النتراتي المصدر الوحيد للآزوت، في حين يحد الشكل الأمونياكي امتصاص البوتاسيوم وغيره من الكاتيونات (Knoepp et al., 1993)، فضلاً عن تأخيره لعملية التمثيل الضوئي (Cramer and Lewis, 1993)، وزيادته لاستهلاك نواتج التمثيل الضوئي من أجل تمثيل الآزوت(Schortemeyer and Feil , 1996).

ضمن هذا الإطار، ونظراً لندرة البحوث المحلية المتعلقة بالموضوع، رأينا أن ندرس التأثير المشترك لملوحة ماء الري وشكل الآزوت في النمو الأولي لبعض الطرز الوراثية لنبات الذرة الصفراء المعتمدة في سورية.

مواد البحث وطرائقه

أجري البحث عام 2005/2004 تحت درجة حرارة المخبر مع مراعاة المحافظة على الإضاءة ليلاً. تراوحت حرارة النهار بين 23 – 26مْ، وحرارة الليل بين 15 - 18مْ.

تمت الزراعة في أصص يحتوي كل منها 3 كغ تربة رملية، وبمعدل ثلاثة مكررات لكل معاملة باستخدام تصميم القطع المنشقة مرتين.

استخدم صنفان من الذرة الصفراء هما غوطة 1 وهو صنف تركيبي مبكر النضج، والباسل 2 وهو هجين زوجي متأخر النضج.

خضع نصف المكررات (12 أصيصاً) للري بماء مالح ناقليته الكهربائية 6 $dS.m^{-1}$ حُضّر من خلال تمديد ماء بحر بماء الصنبور وذلك باستخدام جهاز قياس الناقلية، ثم خصص 20 لتراً منه وأضيف الآزوت على شكل نترات NO_3^- بتركيز 10 ميليمولر، و20 لتراً أخرى أضيف إليها آزوت على شكل أمونيوم NH_4^+، بتركيز 10 ميليمولر (10 ميليمول/ لتر) أيضاً. وخضع النصف الآخر من المكررات للري بماء الصنبور (0.2 $dS.m^{-1}$) الذي أضيف إليه الآزوت بشكليه وبالتركيز نفسه، وقد كان بمنزلة الشاهد.

استخدم ملح نترات البوتاسيوم لتأمين التغذية على النترات، وملح سلفات الأمونيوم كمصدر للآزوت الأمونياكي.

عقمت الحبوب قبل الزراعة بمحلول من هيبوكلوريت الصوديوم 1% لمدة 8 دقائق (Ashraf and McNeilly, 1990)، ثم غسلت بالماء عدة مرات للتخلص من كل أثر

للمادة المعقمة. زرع في كل أصيص 8 حبوب، وبعد الإنبات تم الاحتفاظ بخمس بادرات فقط في كل مكرر.

أوقفت التجربة بعد ستة أسابيع.

القراءات:

قُدَّر الوزن الجاف للمجموع الخضري وللجذور بعد التجفيف مدة 48 ساعة في درجة حرارة 70مْ.

نقعت المادة الجافة للمجموع الخضري والجذور بحمض الآزوت وتمت معايرة الصوديوم والبوتاسيوم ضمن المحلول المستخلص بواسطة جهاز اللهب.

تحليل النتائج:

حللت النتائج إحصائيا وفق برنامج Stat view واختبار تحليل التباين ANOVA-Factorial. وقد حلل التأثير المشترك للملوحة وشكل الآزوت لكل صنف ولكل عضو نباتي بشكل مستقل.

النتائج والمناقشة

المادة الجافة للنبات

تظهر معطيات الجدول (1) أن ارتفاع الناقلية الكهربائية إلى 6 $dS.m^{-1}$ أدى إلى انخفاض الوزن الجاف للمجموع الخضري وللجذور، وأن شكل الآزوت في ماء الري أثر في نسبة الانخفاض المذكورة.

بغض النظر عن شكل الآزوت، بلغت نسبة الانخفاض 25% في المجموع الهوائي للصنف غوطة1، وعلى مستوى الجذور أدت الملوحة إلى انخفاض المادة الجافة بمقدار 21%.

عند الصنف باسل 2، انخفضت كمية المادة الجافة للمجموع الخضري تحت تأثير الملوحة بمقدار33.9% مقابل 26.5% في الجذور.

الجدول (1) تأثير الملوحة وشكل الآزوت في الوزن الجاف للمجموع الهوائي والجذور.

الصنف	شكل الآزوت	مستوى الملوحة	الوزن الجاف مجموع خضري غ/نبات	الوزن الجاف جذور غ/نبات	نسبة الجذور إلى المجموع الهوائي*
غوطة1	NH_4^+	شاهد	1.05 b	0.63 c	0.60 b
		$dS.m^{-1}$ 6	0.76 c	0.49 d	0.64 b
	NO_3^-	شاهد	1.35 a	1.26 a	0.93 a
		$dS.m^{-1}$ 6	1.04 b	1.01 b	0.97 a
		LSD 5%	0.19	0.10	0.21
باسل 2	NH_4^+	شاهد	0.98 b	0.58 c	0.59 b
		$dS.m^{-1}$ 6	0.61 d	0.41 d	0.67 b
	NO_3^-	شاهد	1.20 a	1.08 a	0.90 a
		$dS.m^{-1}$ 6	0.83 c	0.81 b	0.98 a
		LSD 5%	0.09	0.11	0.12

* المتوسطات المشتركة بحرف واحد متشابهة إحصائياً عند مستوى المعنوية 5%

أظهر شكل الآزوت في ماء الري تأثيراً واضحاً، فعند الصنف غوطة 1، بلغت نسبة الانخفاض في المجموع الخضري 27.6% بوجود الأمونيوم و23% بوجود النترات. وعلى مستوى الجذور أدت الملوحة إلى انخفاض المادة الجافة بمقدار 22.2% بوجود الآزوت الأمونياكي و 19.8 % بوجود الآزوت النتراتي.

عند الصنف باسل 2، كان تأثير عامل الملوحة وعامل شكل الآزوت أشد وضوحاً، حيث انخفضت كمية المادة الجافة للمجموع الخضري تحت تأثير الملوحة بمقدار 37.7% بوجود NH_4^+، و30.8% بوجود NO_3^-. وفي الجذور أدت ملوحة ماء الري إلى انخفاض المادة الجافة بمقدار 29.3 و25% بوجود الأمونيوم والنترات على التوالي.

لوحظ أن تأثر الجذور بالملوحة كان أقل من تأثر المجموع الخضري بغض النظر عن شكل الآزوت والصنف، حيث انخفضت كمية المادة الجافة للمجموع الخضري بالمتوسط بمقدار 29.8% مقابل 24.1% للجذور، وهذا ما يفسر ارتفاع نسبة وزن الجذور إلى وزن المجموع الخضري مع ارتفاع ملوحة ماء الري في ظروف تجربتنا.

من ناحية أخرى، يلاحظ أن نسبة الجذور إلى المجموع الهوائي بوجود الأمونيوم تراوحت بين 0.59 و 0.67 بحسب الصنف ومستوى الملوحة، وهي تقل عن تلك المسجلة بوجود النترات حيث تتراوح القيمة بين 0.90 و 0.98.

وبحساب معامل الملوحة، أو معامل تحمل الملوحة، على مستوى الوزن الجاف للمجموع الخضري وللجذور (جدول 2)، تبين أن القيم المسجلة مع التغذية النتراتية أعلى

بالمقارنة مع التغذية الأمونياكية، وأن القيم المتعلقة بالجذور أعلى من تلك المتعلقة بالمجموع الخضري، وذلك بغض النظر عن الصنف المدروس.

الجدول (2) معامل الملوحة بحسب العضو النباتي وشكل الآزوت

الصنف	شكل الآزوت	مجموع خضري	جذور
غوطة 1	NH_4^+	72.4	77.8
	NO_3^-	77.5	80.2
باسل 2	NH_4^+	62.2	70.7
	NO_3^-	69.2	75.0

المحتوى بالبوتاسيوم والصوديوم

يلاحظ من معطيات الجدول (3) أن الملوحة تؤثر سلبياً في المحتوى من البوتاسيوم، وأن انخفاض البوتاسيوم في الجذور أكثر حدة بالمقارنة مع المجموع الهوائي.

بغض النظر عن شكل الآزوت، بلغت نسبة الانخفاض بالمتوسط عند الصنف غوطة (1) 11.8% في المجموع الخضري و 38.8% في الجذور، مقابل 11.5% و 43.1% على التوالي عند الصنف باسل2 (جدول 4).

وعند دراسة شكل الآزوت في ماء الري، يلاحظ أن التغذية بالنترات، بالمقارنة مع التغذية بالأمونيوم وبغياب الملوحة، سمحت باحتفاظ العضو النباتي بمحتوىً أعلى من البوتاسيوم إذ بلغت نسبة الزيادة مقدار 42% في المجموع الهوائي و 100% على مستوى الجذور عند الصنف غوطة1. أما بوجود الملوحة، فقد سمح وجود النترات بزيادة مقدارها 25.8% و 117.9% في المجموع الهوائي والجذور على التوالي بالمقارنة مع الأمونيوم. والمعطيات التي تخص الصنف باسل 2 تصب في المنحى نفسه وإن اختلفت النسب بعض الشيء (جدول 4).

الجدول (3) تأثير الملوحة وشكل الآزوت في محتوى المجموع الهوائي والجذور من البوتاسيوم والصوديوم.

الصنف (غوطة 1)	شكل الآزوت	مستوى الملوحة	K^+ (غ/100غ مادة جافة)	Na^+ (غ/100غ مادة جافة)	*Na^+/K^+
المجموع الهوائي	NH_4^+	شاهد	1.68 c	0.42 c	0.25 c
		$dS.m^{-1}$ 6	1.59 c	2.61 a	1.64 a
	NO_3^-	شاهد	2.39 a	0.30 c	0.13 d
		$dS.m^{-1}$ 6	2.00 b	1.11 b	0.56 b
		LSD 5%	0.21	0.43	0.11
	شكل الآزوت	مستوى الملوحة	K^+	Na^+	Na^+/K^+
الجذور	NH_4^+	شاهد	0.97 c	1.02 c	1.05 c
		$dS.m^{-1}$ 6	0.56 d	2.24 a	4.00 a
	NO_3^-	شاهد	1.94 a	0.79 d	0.41 d
		$dS.m^{-1}$ 6	1.22 b	2.02 b	1.66 b
		LSD 5%	0.18	0.19	0.51

* المتوسطات المشتركة بحرف واحد متشابهة إحصائياً عند مستوى المعنوية 5%

على العكس من البوتاسيوم، فإن تراكم الصوديوم في المجموع الهوائي تحت تأثير الملوحة كان أكبر بالمقارنة مع الجذور. فبغض النظر عن شكل الآزوت، ازدادت نسبة الصوديوم في المجموع الهوائي للصنف غوطة 1 نحو 416.7% مقابل 135.4% في الجذور. عند الصنف باسل 2 (جدول 4)، بلغت الزيادة 427% و 105.6% في المجموعين الهوائي والجذري على التوالي.

وعند فحص تأثير شكل الآزوت، يلاحظ أن التغذية بالنترات أدت إلى محتويات أدنى بالصوديوم سواء في المجموع الهوائي والجذري. بمعنى آخر، تحسن امتصاص الصوديوم بوجود الأمونيوم وخاصة ضمن ظروف الإجهاد الملحي، وعلى سبيل المثال، بلغ المحتوى 2.61 و2.24 غ/100 غ مادة جافة في المجموعين الهوائي والجذري عند الصنف غوطة1 (جدول 3).

إن تراجع المحتوى بالبوتاسيوم وازدياد المحتوى بالصوديوم أدى إلى زيادة معدل الصوديوم على معدل البوتاسيوم Na^+/K^+ مع ازدياد ملوحة ماء الري، وكان ازدياد المعدل المذكور أكبر بوجود الأمونيوم ولاسيما في الجذور حيث وصلت النسبة إلى 4 عند الصنف غوطة (1) وإلى 4.3 عند الهجين باسل (2).

الجدول (4) تأثير الملوحة وشكل الآزوت في محتوى المجموع الهوائي والجذور من البوتاسيوم والصوديوم.

الصنف (باسل 2)	شكل الآزوت	مستوى الملوحة	K^+ (غ/100غ مادة جافة)	Na^+ (غ/100غ مادة جافة)	*Na^+/K^+
المجموع الهوائي	NH_4^+	شاهد	1.82 c	0.43 c	0.24 c
		$dS.m^{-1}$ 6	1.65 c	2.71 a	1.64 a
	NO_3^-	شاهد	2.35 a	0.31 c	0.13 c
		$dS.m^{-1}$ 6	2.04 b	1.19 b	0.58 b
		LSD 5%	0.18	0.49	0.20
	شكل الآزوت	مستوى الملوحة	K^+	Na^+	Na^+/K^+
الجذور	NH_4^+	شاهد	1.03 b	1.01 b	0.98 c
		$dS.m^{-1}$ 6	0.51 c	2.19 a	4.29 a
	NO_3^-	شاهد	1.52 a	0.75 b	0.49 d
		$dS.m^{-1}$ 6	0.94 b	2.22 a	2.36 b
		LSD 5%	0.22	0.53	0.41

* المتوسطات المشتركة بحرف واحد متشابهة إحصائياً عند مستوى المعنوية 5%

المناقشة

يعدُّ نبات الذرة الصفراء من النباتات الحساسة للملوحة (Fortmeier and Schubert, 1995). أظهر البحث أن ملوحة ماء الري بمعدل 6 ملموز/سم أثرت سلبياً في إنتاج المادة الجافة، وأن تأثير الملوحة كان أكبر في نمو المجموع الهوائي منه في المجموع الجذري بغض النظر عن الصنف وشكل الآزوت. تتفق هذه النتيجة مع نتائج أشير إليها عند القمح والذرة الصفراء (Lewis *et al*., 1989)، وعند الشعير (Cramer et al., 1989) وعند الأرز (Misra *et al*., 1997)، وعند البندورة (Dalton *et al*., 1997) وعند الذرة الصفراء (Lohaus et al., 2000).

انخفاض نمو المجموع الهوائي تحت تأثير الملوحة سببه تثبيط استطالة الأوراق (Munns et al., 2000a. Munns et al., 2000b. Passioura and Munns 2000) ويمكن أن يكون بسبب بعض الهرمونات التي يفرزها المجموع الجذري ضمن ظروف الإجهاد المائي الناتج (Munns, 2002).

كان تأثير الأمونيوم أكثر حدة في نمو الجذور منه في نمو المجموع الهوائي، وهذا يتفق مع ما أشارت إليه بعض البحوث (Cruz et al., 1997. Ericsson 1995).

يتصف توزع الكربون (المادة الجافة) بين المجموع الهوائي والمجموع الجذري بالمرونة والتغير، وهو خاضع بدرجة كبيرة لعوامل الوسط المحيط (Dalton *et al*., 1997). وانخفاض نسبة الجذور إلى المجموع الهوائي بوجود الأمونيوم يعود إلى أن هذا الأيون، على العكس من النترات، لا يخزن في خلايا الجذر ولا ينتقل إلى المجموع الخضري، بيد أنه يدخل في عملية تمثيل غذائي أو استقلاب (Metabolism) وهذا يخلق حالة منافسة على الكربوهيدرات بين عملية تمثيل الأمونيوم من جهة ونمو الجذور من ناحية ثانية، مما يزيد من تنفس الجذور لتلبية الطلب المتزايد على الكربون (Schortemeyer and Feil , 1996) ومن ثم انخفاض وزن الجذور.

ترافق انخفاض النمو تحت تأثير الملوحة والأمونيوم مع انخفاض امتصاص البوتاسيوم، وكان انخفاض البوتاسيوم في الجذور أكثر حدة بالمقارنة مع المجموع الهوائي، وهذا يتماشى مع نتائج مسجلة عند الشعير (Soltani et al., 1993)، وعند البطيخ (Botia et al., 1998).

وقد لوحظ أن التغذية بالنترات سمحت باحتفاظ العضو النباتي بمحتوىً أعلى من البوتاسيوم، وهذا يتفق مع دراسة (1989) Martinez and Creda التي أشارت إلى أن امتصاص البوتاسيوم قد ازداد تحت ظروف الملوحة عندما كان الشكل النتراتي هو المصدر الوحيد للآزوت، وأن إضافة الآزوت على شكل نتراتي وأمونياكي معاً قللت من امتصاص البوتاسيوم.

والمنافسة بين الأمونيوم والصوديوم من جهة والبوتاسيوم من جهة أخرى أشارت إليها أعمال عديدة (Knoepp et al., 1993. Mehne-Jakobs and Gülpen M, 1997. Peuke and Jeschke ,1993)، كما أُشير إلى الدور الذي يؤدي البوتاسيوم في امتصاص النترات (Jarvis et al., 1990. Knoepp et al., 1993).

أيضاً، ترافق انخفاض النمو تحت تأثير الملوحة والأمونيوم مع زيادة امتصاص الصوديوم. وعلى العكس من البوتاسيوم، فإن تراكم الصوديوم في المجموع الهوائي تحت تأثير الملوحة كان أكبر بالمقارنة مع الجذور، وهذا عائد إلى أن الأوراق أكثر حساسية من الجذور تجاه تراكم الصوديوم (Tester and Davenport. 2003)، فضلاً عن أن الجذور لديها القدرة في التحكم في معدل الصوديوم سواء من حيث توجيهه باتجاه المجموع الهوائي أو باتجاه التربة (Munns 2002).

وقد تحسن امتصاص الصوديوم بوجود الأمونيوم ولاسيما ضمن ظروف الإجهاد الملحي. هذه النتيجة تتفق مع نتائج بحوث منفذة على القمح وخاصة على مستوى

المجموع الهوائي للنبات (Al-Mutawa and El-Katony .2001)، وعلى أوراق الفول السوداني (Silberbush and Lips, 1988).

تراجع المحتوى بالبوتاسيوم وازدياد المحتوى بالصوديوم أدى إلى زيادة معدل الصوديوم على معدل البوتاسيوم Na^+/K^+ مع ازدياد ملوحة ماء الري، وكان ازدياد المعدل المذكور أكبر بوجود الأمونيوم ولاسيما في الجذور. بالاعتماد على ما أشار إليه Munns(1993)، فإن استجابة النمو للإجهاد الملحي تتضمن مرحلتين، الأولى عبارة عن إجهاد مائي بسبب ارتفاع الضغط الاسموزي المحيط بالجذور، والثاني، إجهاد أيوني بسبب ارتفاع معدل Na^+/K^+ ، أو ارتفاع الأيونات السامة كالصوديوم، وهذا من شأنه تعطيل عمل عديد من الأنزيمات وتركيب البروتين وتثبيت tRNA على الريبوزومات (Blaha et al.,2000).

مهما يكن ، فإن قدرة النباتات على حجز الصوديوم في السيتوبلاسم والحفاظ على نسبة منخفضة من Na^+/K^+ يمكن أن يكون واحداً من العناصر الأساسية في تحمل الملوحة (Maathuis and Amtmann 1999)، ويبدو من خلال نتائجنا أن التسميد النتراتي يساعد على تحقيق ذلك.

الخلاصة

على الرغم من أن التجارب المخبرية لا تعطي تصوراً دقيقاً، بيد أنه يمكن القول: إن الأسمدة النتراتية أفضل في ظروف الإجهاد الملحي، وذلك في أطوار النمو الأولي لنبات الذرة الصفراء. أما الأسمدة النشادرية فيجب عدم الاعتماد عليها في الظروف المذكورة، نظراً لتأثير الأمونيوم السلبي في نمو الجذور، وقدرته على منافسة البوتاسيوم للامتصاص من قبل الجذور والادمصاص على غرويات التربة، فضلاً عن قدرة الأمونيوم على طرد الكاتيونات عن سطوح غرويات التربة وتعريضها للغسل مع مياه الصرف مايؤثر سلباً في بناء التربة ويؤدي إلى خلل في التوازن الكاتيوني في محلول التربة.

REFERENCES

Albassam, B. A. 2001. Effect of nitrate nutrition on growth and nitrogen assimilation of pearl millet exposed to sodium chloride stress. *Journal of Plant Nutrition*. 24:1325–1335.

Al-Mutawa, M., and T.. El-Katony. 2001. Salt tolerance of two wheat genotypes in response to the form of nitrogen. *Agronomie* 21 (2001) 259–266.

Asch, F., Dingkuhn, M., Miezan, K., and K. D rffling. 2000. Leaf K/Na ratio predicts salinity induced yield loss in irrigated rice. *Euphytica* 113, 109-118.

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

Blaha, G., Stelzl, U., Spahn, C. M. T., Agrawal, R. K., Frank, J., and K. H. Nierhaus. 2000. Preparation of functional ribosomal complexes and effect of buffer conditions on tRNA positions observed by cryoelectron microscopy. *Methods in Enzymology* 317: 292–309.

Botia, p., Cavajal, M., Cerda, A., and V. Martinez. 1998. Response of eight Cucumis melo cultivars to salinity during germination and early vegetative growth. *Agronomy* 18 :503-513.

Cornillon, P., and A. Palloix. 1997. Influence of sodium chloride on the growth and mineral nutrition of pepper cultivars. J. Plant Nutr. 20:1085–1094

Cramer, G., Epstein, E., and A. L uchli. 1989. Na-Ca interactions in barley seedlings: relationship to ion transport and growth. *Plant, Cell and Environment*. 12: 551–558.

Cramer, M. D., and O. A. M. Lewis. 1993. The influence of nitrate and ammonium nutrition on the growth of wheat (*Triticum aestivum*) and maize (*Zea mays*) plants . *Annals of Botany* 72: 359–365.

Cruz, C., Lips, S.H., and M. A. Martins-Louç o. 1997. Changes in the morphology of roots and leaves of carob seedlings induced by nitrogen source and atmospheric carbon dioxide . *Annals of Botany*. 80: 817–823.

Dalton, F. N., Maggio A., and G. Piccinni. 1997. Effect of root temperature on plant response functions for tomato: comparison of static and dynamic salinity stress indices. *Plant and Soil* 92, 307–319.

Ericsson, T. 1995. Growth and shoot: root ratio of seedlings in relation to nutrient availability. *Plant and Soil* 168/169 : 205–214.

Flores, P., M. Carvajal., A. Cerda., and V. Martinez. 2001. Salinity and ammonium/nitrate interactions on tomato plant development, nutrition, and metabolites. *Journal of Plant Nutrition*. 24:1561–1573

Fortmeier, R., and S. Schubert. 1995. Salt tolerance of maize (*Zea mays* L.): the role of sodium exclusion, *Plant Cell Environ*. 18: 1041–1047.

Goyal, S. S., and R.C. Huffaker. 1994. Nitrogen toxicity in plants, in: Hauck R.D. (Ed.), Nitrogen In Crop Production, Madison:ASA/CSSA/SSSA, pp. 97–118.

Grattan, S. R., and C. M. Grieve. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Science of Horticultural*. (Amsterdam) 78:127–157.

Gunes, A., A. Inal., and M. Alpaslan. 1996. Effect of salinity on stomatal resistance, proline, and mineral composition of pepper. *Journal of Plant Nutrition*. 19:389 .

Jarvis, S. C., Macduff, J. H., Webb, J., and A. Mosquera. 1990. Effects of nitrate supply and deprivation and/or defoliation on potassium absorption and distribution in ryegrass, *Journal of Experimental Botany*. 41: 1–10.

Knoepp, J. D., Turner, D. P., and D. T. Tingey. 1993. Effect of ammonium and nitrate on nutrient uptake and activity of nitrogen assimilating enzymes in western hemlock, *Forest. Ecol. Manag*. 59: 179–191.

Leidi, E. O., M. Silberbush., and S. H. Lips. 1991. Wheat growth as affected by nitrogen type, pH and salinity. I. Biomass production and mineral composition. *Journal of Plant Nutrition*. 14: 235-246

Lewis, O. A. M., Leidi, E. O, and S. H. Lips. 1989. Effect of nitrogen source on growth response to salinity stress in maize and wheat. New Phytologist 111, 155–160.

Lohaus, G., M. Hussmann., K. Pennewiss., H. Schneider., Jian-Jun Zhu and B. Sattelmacher. 2000. Solute balance of maize (*Zea mays* L.) source leaf as affected by salt treatment with special emphasis on phloem retranslocation and ion leaching. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 51, No. 351, pp. 1721-1732

Maathuis, F. J. M., and A. Amtmann. 1999. K^+ nutrition and Na^+ toxicity: The basis of cellular K^+/Na^+ ratios . *Annals of Botany*. 84 : 123–133.

Martinez, V., and A. Cerda. 1989. Influence of nitrogen source on rate of Cl, N, Na, and K uptake by cucumber seedlings grown in saline condition. *Journal of Plant Nutrition*. 12: 971-983.

Mehne-Jakobs, B., Gülpen, M. 1997. Influences of different nitrate to ammonium ratios on chlorosis, cation concentrations and the binding forms of Mg and Ca in needles of Mg-deficient Norway spruce, *Plant and Soil* 188 (1997) 267–277.

Misra, A. N., Sahu, S. M., Meera, I., Mohapatra, P., Das, N., Misra, M., Dalton, F.N., Maggio, A., and G. Piccinni. 1997. Root growth of a salt-susceptible and a salt-resistant rice (*Oryza sativa* L.) during seedling establishment under NaCl salinity. *Journal Agronomic Crop Science* 178, 9–14.

Munns, R. 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant, Cell and Environment*. 16 :15–24.

Munns, R., Cramer, G.R.,and M.C. Ball. 1999. Interactions between rising CO_2, soil salinity and plant growth. In: Luo Y, Mooney HA, eds. *Carbon dioxide and environmental stress. London: Academic Press*, 139–167.

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

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

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment* 25: 239– 250.

Passioura, J.B., and R. Munns. 2000. Rapid environmental changes that affect leaf water status induce transient surges or pauses in leaf expansion rate. *Australian Journal of Plant Physiology* 27, 941–948.

Peuke, A.D., and W. D. Jeschke .1993. The uptake and flow of carbon, nitrogen and ions between roots and shoots in *Ricinus communis* L. I. Grown with ammonium or nitrate as nitrogen source, .*Journal of Experimental Botany*. 44: 1 167–1176.

Schortemeyer, M., and B. Feil. 1996. Root morphology of maize under homogeneous or spatially separated supply of ammonium and nitrate at three concentration ratios, *Journal of Plant Nutrition*. 19: 1083–1091.

Schortemeyer, M., Stamp, P., and B. Feil. 1997. Ammonium tolerance and carbohydrate status in maize cultivars. *Annals of Botany*. 79 : 25–30.

Shen, D., Q. Shen., Y. Liang., and Y. Liu. 1994. Effect of nitrogen on the growth and photosynthetic activity of salt-stressed barley. *Journal of Plant Nutrition*. 17:787–799.

Silberbush, M., and J. Ben-Asher. 2001. Simulation study of nutrient uptake by plants from soilless cultures as affected by salinity buildup and transpiration. *Plant and Soil* 233: 59–69.

Silberbush, M., and S.H. Lips. 1988. Nitrogen concentration, ammonium nitrate ratio and NaCl interaction in vegetative and reproductive growth of peanuts, Physiology of Plant. 74 : 493–498.

Soliman, M. S., H.G. Shalabi., and W. F. Campbell. 1994. Interaction of salinity, nitrogen, and phosphorus fertilization on wheat. *Journal of Plant Nutrition*. 17:1163–1173.

Soltani, A., Hajji, M., and C. Grignon. 1993. Effets de Na Cl et de Na_2SO_4 sur les bilans des échanges ioniques en milieux NO_3^-/ NH_4^+ et sur les coûts énergétiques de la croissance chez l'orge (Hordeum vulgare L.). Agronomie 13, 761-770.

Tester, M., and R. Davenport. 2003. Na^+ Tolerance and Na^+ Transport in Higher Plants . *Annals of Botany* 91: 503-527, 2003.

Received	2006/01/18	إيداع البحث
Accepted for Publ.	2006/04/18	قبول البحث للنشر