٣- القدرة على إنتاج وتراكم المركبات العضوية الذائبة المتوافقة فى السيتوبلازم.

٤- القدرة على تنظيم النتح.

٥- خصائص الأغشية الخلوية.

٦- القدرة على تحمل تواجد نسبة عالية من الصوديوم إلى البوتاسيوم فى السيتوبلازم.

٧- وجود الغدد الملحية التى تمكنها من التخلص من الأملاح المتراكمة فيها (Flowers & Flowers ٢٠٠٥).

معاملات يوصى بها للتغلب على شد الملوحة فى محاصيل الخضر

خفض معدل التسميد الآزوتى وزيادة التسميد باليوريا

يُفضل عندما تكون الملوحة أعلى من المستوى الحرج لنباتات الفلفل (< ٢,٠ ديسى سيمنز/م) خفض معدل التسميد الآزوتى عما يوصى به فى غياب الشدّ الملحى (< ٢,٠ ديسى سيمنز/م)، لكن الملوحة يسود تأثيرها ولا يكون خفض معدل التسميد الآزوتى مؤثرًا عندما تصل الملوحة إلى ٦,٠ ديسى سيمنز/م (Semiz وآخرون ٢٠١٤).

وعند المستوى المثالى من التسميد بالنيتروجين فى الفلفل (٢٧٠ كجم N/هكتار، أو حوالى ١٣٣ كجم/فدان) أدت زيادة ملوحة مياه الرى (EC_{iw}) عن ٢,٠ ديسى سيمنز/م إلى نقص المحصول، بينما لم ينخفض المحصول عندما كان التسميد بالنيتروجين منخفضًا (١٣٥ كجم/ هكتار، أو نحو ٥٧ كجمN /فدان) إلاّ عندما زادت ملوحة ماء الرى (EC_{iw}) عن ٤,٠ ديسى سيمنز/م. وعندما كانت ملوحة ماء الرى ٦,٠ ديسى سيمنز/م غطّى تأثير الملوحة السلبى على المحصول على تأثير مستوى التسميد بالنيتروجين. ويعنى ذلك أنه عند زيادة الملوحة عن الحد الحرج للمحصول تقل الحاجة للتسميد بالنيتروجين عن المستوى المناسب الذى يُعطاه فى غياب شد الملوحة (Semiz وآخرون ٢٠١٤).

ولم تكن لزيادة تركيز النترات فى المحلول المغذى من صفر إلى ٥، أو ٢٠ ملى

مولا أى فاعلية فى الحد من التأثير الضار لزيادة أيون الكلور من ٥ إلى ٤٠، أو ٧٥، أو ١٠٠ ملى مولا. وقد أدت الملوحة العالية إلى زيادة تركيز السكريات فى الأوراق، بينما ازداد تراكم البرولين – بصفة أساسية – عندما زيد تركيز النترات فى المحلول المغذى (Heuer & Feigin ١٩٩٣).

وقد وجدت علاقة عكسية بين تركيز النترات والكلور فى النموات الخضرية لنباتات الطماطم المعاملة بتركيزات صفر، و٧٠، و١٤٠ ملى مولا من كلوريد الصوديوم، كما لم توجد أى علاقة بين محتوى الأوراق من البروتين وتحمل الصنف للملوحة. وقد حدثت زيادة أولية فى تركيز مختلف الأحماض الأمينية – وخاصة البرولين – فى الصنف المتحمل للملوحة – بعد ثلاثة أسابيع من المعاملة بالملوحة – ولكن تساوت جميع الأصناف فى تراكم البرولين فى أوراقها بعد ١٠ أسابيع من بدء معاملة الملوحة أيًّا كان مستوى تحملها للملوحة (Pérez-Alfocea وآخرون ١٩٩٣).

وأدى التسميد باليوريا فى وجود شد أسموزى معتدل (٥٠) أو شديد (٧٥) ملى مول من المانيتول لمدة ١٥ يومًا إلى نمو نباتات الفاصوليا بصورة أفضل وتحملها للشد الأسموزى. وقد أُرجع ذلك إلى زيادة كفاءة استخدام النباتات المسمدة باليوريا للنيتروجين والتنظيم الأسموزى الجيد بها (Sassi-Aydi وآخرون ٢٠١٤).

زيادة التسميد البوتاسى

فى محاولة للتغلب على التأثير الضار للملوحة العالية فى المحاليل المغذية، مع الاحتفاظ بتأثيراتها المرغوبة على نوعية الثمار.. وجد Satti & Lobez (١٩٩٤) أن إضافة كلوريد الصوديوم بتركيز ٥٠ ملى مولا إلى محلول هوجلند المغذى أحدثت نقصًا جوهريًّا فى كل من طول الساق، ووزن الثمرة، والوزن الجاف الكلى للنبات، ولكنها أحدثت زيادة فى عدد الثمار/ نبات، ومحتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية، بينما لم يؤثر هذا المستوى من الملوحة على عدد الأوراق، أو نسبة عقد الثمار، أو وزنها

الجاف. وعندما أضيفت نترات البوتاسيوم بتركيز ٤، و٨ و١٦ ملى مولا إلى محلول هوجلند المغذى الملحى المحتوى على كلوريد صوديوم بتركيز ٥٠ ملى مولا كانت نسبة الصوديوم إلى البوتاسيوم فى المحلول المغذى ١٢,٥، و٦,٣، و٣,١ على التوالى، ووجد الباحثان أن النسبتين العاليتين (١٢,٥، ٦,٣) أحدثتا زيادة معنوية فى طول الساق، ونسبة عقد الثمار، وعدد الثمار/نبات، ووزن الثمرة، والوزن الجاف الكلى للنبات، بينما أنقصت نسبة الصوديوم إلى البوتاسيوم المنخفضة (٣,١) الوزن الجاف للنبات بشدة مقارنة بمعاملة الشاهد. كما لم تتأثر نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى الثمار بإضافة البوتاسيوم إلى المحلول المغذى الملحى. ومن بين خمسة أصناف طماطم استعملت فى الدراسة كان الصنف مونت كارلو أكثرها استجابة لإضافة البوتاسيوم.

وفى دراسة أخرى قام Satti وآخرون (١٩٩٤) بزراعة الطماطم فى محاليل مغذية جُعِلتْ ملحية إما بإضافة كلوريد الصوديوم — منفردًا — بتركيز ٥٠ ملى مولا (EC = ٥,٥ ملى موز/سم)، وإما بإضافة كلوريد الصوديوم بالتركيز السابق مع نترات البوتاسيوم بتركيز ٢ ملى مولا (EC = ٦,٨ ملى موز/سم)، أو بتركيز ٢٠ ملى مولا (EC = ٧,٥ ملى موز/سم)، أو مع كل من نترات البوتاسيوم ونترات الكالسيوم (EC = ٨,٠ ملى موز/سم). وقد وُجِدَ أن إضافة البوتاسيوم والكالسيوم إلى المحلول المغذى الملحى أدت إلى زيادة تراكم البوتاسيوم فى النباتات بمقدار ٣ إلى ٧ أمثال التركيز فى النباتات النامية فى المحلول المغذى الملحى المضاف إليه كلوريد الصوديوم فقط (معاملة الشاهد). وقد أدت الملوحة العالية إلى نقص طول الساق ونمو الأوراق، إلا أن إضافة البوتاسيوم أدت إلى تحفيز النمو. كذلك أدت الملوحة العالية إلى نقص عدد الأزهار بنسبة ٤٤٪ والمحصول بنسبة ٧٨٪ مقارنة بمعاملة الشاهد. وقد أدت إضافة البوتاسيوم — وبدرجة أقل الكالسيوم — إلى تقليل الأضرار التى أحدثتها الملوحة العالية على نمو وتطور نباتات الطماطم.

وقد أدت زيادة تركيز البوتاسيوم فى المحلول المغذى للطماطم إلى ١٦ ملى مول K^+ إلى جعل النباتات أكثر قدرة على التعايش مع شدٍّ ملحى بلغ ١٥٠ ملى مول NaCl (Fan وآخرون ٢٠١١).

كما أدت زيادة تركيز البوتاسيوم فى المحلول المغذى للفلفل من ٠,٢ إلى ٢,٠، و٧,٠، و ١٤ ملى مول K^+ – مع وجود تركيز ٣٠ ملى مول كلوريد صويدوم — إلى زيادة تحمل الفلفل للملوحة العالية؛ حيث ازداد الوزن الجاف لكل من الجذور والنموات الخضرية، وكان مرد ذلك إلى أن وجود البوتاسيوم بتركيز عالٍ أسهم فى زيادة المحتوى المائى للنباتات وفى زيادة نسبة البوتاسيوم إلى الصوديوم فيها (Rubio وآخرون ٢٠١٠).

وأحدث الشد الملحى (٢٥، و٥٠ ملى مول كلوريد صوديوم) للفاصوليا خفضًا جوهريًّا فى كل من عدد القرون/نبات، والوزن الطازج والجاف للقرون، والوزن الجاف للنمو الخضرى، وفى صبغات البناء الضوئى. وفى المقابل أدى توفير البوتاسيوم بمعدل ١٥٠ مجم K_2O/كجم تربة إلى التغلب على أضرار الملوحة العالية على محصول القرون وصبغات البناء الضوئى، كما أدت إلى زيادة تركيز البوتاسيوم ونشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة ونسبة البوتاسيوم إلى الصوديوم (Dawood وآخرون ٢٠١٤).

وكانت نباتات الفراولة النامية فى شد ملحى (٣٥ ملى مول كلوريد صوديوم) وpH عالى (٨,٥) أقل إنتاجًا للمادة الجافة، وأقل محصولاً، وأقل احتواء على الكلوروفيل مما كان عليه الحال فى النباتات التى استخدم فى زراعتها محلول مغذٍ عادى. وقد أدت إضافة مزيد من البوتاسيوم (٣ ملى مول كبريتات بوتاسيوم) إلى المحلول المغذى إلى إحداث زيادة فى كل من إنتاج المادة الجافة وتركيز الكلوروفيل ومحصول الثمار. ولقد كان التأثير الضار للملوحة العالية على النمو النباتى أكثر وضوحًا من تأثير الـ pH المرتفع. وازدادت نفاذية الأغشية البلازمية بزيادة الملوحة إلى ٣٥ ملى مول كلوريد صوديوم وبزيادة الـ pH من ٥,٥ إلى ٨,٥. وأدت إضافة كبريتات البوتاسيوم إلى تقليل نفاذية الأغشية البلازمية، وإلى زيادة محتوى النباتات من البوتاسيوم (Kaya وآخرون ٢٠٠٢أ).

وقد أدت زيادة تركيز كلوريد الصوديوم فى المحلول المغذى للباذنجان إلى ٥٠ ملى مول إلى ضَعْف النمو الخضرى، ونقص الوزن الجاف، وانخفاض محتوى السكر الكلى

ومحصول الثمار، ولكن مع زيادة فى تركيز الفينولات الحرة بالثمار. وأدى رش النباتات المعرضة للشدّ الملحى بفوسفات ثنائى البوتاسيوم di-potassium hydrogen orthophosphate (ورمزه الكيميائى: K_2HPO_4) بتركيز ١٠ ملى مول إلى التغلب على أضرار الملوحة على كل من النمو النباتى ومحصول الثمار والسكر الكلى بالثمار. هذا.. إلا أن محتوى الصوديوم الذى ازداد بفعل الشدّ الملحى لم ينخفض بمعاملة الرش بفوسفات ثنائى البوتاسيوم، ولكنها قللت من تراكم الصوديوم بالثمار. كذلك كان محتوى البوتاسيوم والكالسيوم فى جميع أجزاء النبات والفوسفور فى النموات الخضريةفى مستوى النقص تحت ظروف الشدّ الملحى، وأدت معاملة الرش بفوسفات ثنائى البوتاسيوم إلى تصحيح ذلك الوضع (Elwan ٢٠١٠).

زيادة التسميد بالكالسيوم

دور الكالسيوم فى تحمل الملوحة

يلعب الكالسيوم (Ca^{2+}) دورًا هامًّا فى تحمل الملوحة فى النباتات، ويوفر لها حماية فى الأراضى الصودية؛ لما يلعبه من دور أساسى فى العمليات التى تحفظ الكيان التركيبى والوظيفى للأغشية الخلوية، وحفظ تركيب الجدر الخلوية، وتنظيم انتقال الأيونات وانتقائيتها، والتحكم فى سلوك تبادل الأيونات، ونشاط الإنزيمات بالجدر الخلوية. ومن أهم وظائف الكالسيوم الأساسية العمل كمرسال ثانٍ فى إشارات الشدّ، حيث يدخل فى مجموعة من التفاعلات التى تقود إلى تدفق أيون الصوديوم Na^+ خارج السيتوبلازم أو حجزه فى الفجوات العصارية (Hadi & Karimi ٢٠١٢).

الطماطم

أدت إضافة مزيد من الكالسيوم أو البوتاسيوم أو كلاهما فى صورة ملح النترات إلى المحلول المغذى للطماطم فى ظروف الشدّ الملحى (٥٠ ملى مول كلوريد صوديوم) إلى جعل نباتات الطماطم أكثر قدرة على تحمل الآثار الضارة للملوحة؛ بزيادة حجم النمو

الجذرى، ووزنه الطازج، وتركيز الكالسيوم به، والوزن الطازج للأوراق ومحصول الثمار (Lopez & Satti ١٩٩٦).

وأدت إضافة الكالسيوم إلى المحلول المغذى الملحى (١٥٠ ملى مول كلوريد صوديوم) للطماطم فى صورة كبريتات كالسيوم — وليس كلوريد كالسيوم — إلى التغلب على حالة الشدّ الملحى؛ الأمر الذى قد يمكن تفسيره بعدم قدرة كلوريد الكالسيوم على الحد من امتصاص الكلوريد أو سميته. وقد تحسن النمو الخضرى فى وجود كبريتات الكالسيوم (Cains & Shennan ١٩٩٩).

كما وجد أن زيادة التسميد بالكالسيوم تؤدى إلى منع الأضرار السامة لزيادة تركيز الصوديوم على معدل البناء الضوئى بالأوراق، إلاّ أنها لا تجعل النبات يستعيد نموه الطبيعى (Montesano & van Iersel ٢٠٠٧).

الفلفل

أدت الملوحة العالية (٣٠ ملى مول كلوريد صوديوم) إلى خفض المحصول الكلى والمحصول الصالح للتسويق فى الفلفل بنسبة ٢٣٪، و٣٧٪، على التوالى، وكان مرجع الانخفاض فى المحصول الصالح للتسويق — أساسًا — إلى حدوث زيادة فى أعداد الثمار التى أُصيبت بتعفن الطرف الزهرى، وهى الظاهرة التى حدثت بين اليومين الثامن عشر والخامس والعشرين من تفتح الزهرة، حينما كانت الثمار فى أوج نموها. كذلك تأثرت جودة الثمار بزيادة الملوحة، حيث حدث نقص فى سمك وصلابة الجدر الثمرية؛ هذا.. بينما ازداد محتوى الثمار من كل من الفراكتوز والجلوكوز والـ myo-inositol. وفى ظروف الملوحة العالية أدت زيادة التسميد بالبوتاسيوم إلى خفض الوزن الطازج للثمرة، ونسبة الثمار التى أصيبت بتعفن الطرف الزهرى، والمحصول الصالح للتسويق. وفى نفس ظروف الملوحة العالية أدت زيادة تركيز الكالسيوم فى المحلول المغذى إلى زيادة إنتاج الثمار والمحصول الصالح للتسويق؛ نظرًا لما أحدثته معاملة الكالسيوم من انخفاض

فى حالات الإصابة بتعفن الطرف الزهرى (Rubio وآخرون ٢٠٠٩).

الكنتالوب

عندما نُميت نباتات الكنتالوب فى مستويين من الكالسيوم Ca^{2+} (٢، و٨ ملى مول)، ومستويين من الفوسفات (٠,٢، و١,٠ ملى مول)، ومستويين من ملوحة مياه الرى (١٠، و٨٠ ملى مول).. وجد أن زيادة تركيز أيون الكالسيوم فى المحلول المغذى فى ظروف الملوحة العالية عمل على تحسين النمو الخضرى ومحصول الثمار بنفس الدرجة. وأدت الملوحة العالية إلى تحسين جودة الثمار بزيادة صلابتها ومحتواها من السكر والمواد الصلبة الذائبة الكلية. كذلك عملت معاملة الكالسيوم العالية على زيادة محتوى السكروز والفراكتوز والجلوكوز فى الثمار، وكان ذلك التأثير أقوى فى ظروف الملوحة المنخفضة عما كان عليه فى ظروف الملوحة العالية. وفى كلتا معاملتى الملوحة.. كان أعلى تركيز للسكروز فى الثمار عندما كان تركيز الفوسفات فى المحلول المغذى ٠,٢ ملى مول (Navarro وآخرون ١٩٩٩).

الخيار

وجد أن التسميد بنترات الكالسيوم يفيد فى التغلب على أضرار الملوحة العالية على كل من محصول النبات وكتلته البيولوجية فى الخيار (Kaya & Higgs ٢٠٠٢).

الفراولة

أدى رش نباتات الفراولة النامية فى ظروف شد ملحى (٣٥ ملى مول كلوريد صوديوم/ لتر) – فى مزرعة رملية – بنترات الكالسيوم بتركيز ٩ ملى مول/لتر إلى تجنب أضرار الملوحة العالية على النمو النباتى والمحتوى الكلوروفيلّى ومحصول الثمار. كذلك ازدادت نفاذية الأغشية البلازمية فى ظروف الشد الملحى وانخفضت بالرش بنترات الكالسيوم (Kaya وآخرون ٢٠٠٢ب).

كما أدى تزويد المحاليل المغذية المضاف إليها كلوريد الصوديوم بتركيز ٣٥ ملى مول.. أدى تزويدها بمزيد من الكالسيوم (٥ ملى مول Ca على صورة كلوريد كالسيوم) إلى تحسين نمو وإنتاج القراولة النامية فيها. وقد انخفض استعمال النباتات للماء وازدادت نفاذية الأغشية البلازمية مع زيادة تركيز كلوريد الصوديوم فى المحلول المغذى، بينما ازداد استعمال النباتات للماء وانخفضت نفاذية الأغشية البلازمية مع إضافة الكالسيوم. هذا.. وقد كان تركيز الكالسيوم فى النباتات فى مدى النقص عندما كان نموها فى مستويات عالية من كلوريد الصوديوم، إلا أن ذلك النقص تم تصحيحه بزيادة الكالسيوم (Kaya وآخرون ٢٠٠٢ج).

الفاصوليا

يُعتقد بأن زيادة توفر الكالسيوم الميسر لامتصاص النبات يجعل الفاصوليا أكثر قدرة على التأقلم على ظروف الملوحة العالية (Cachorro وآخرون ١٩٩٣ ب). كما وجد أن زيادة توفر الفوسفور فى المحاليل المغذية من ٠,١ إلى ١٠ ميكرومول H_3OP_4 جعلت نباتات الفاصوليا أكثر قدرة على تحمل الزيادة فى تركيز كلوريد الصوديوم من ١٠ إلى ١٠٠ ملى مول، حيث عملت زيادة الفوسفور على زيادة النمو النباتى الجذرى والخضرى، وتقليل الأضرار التى تُحدثها الملوحة العالية بالنموات الخضرية (Zaiter & Saade ١٩٩٣).

ويبدو أن دور الكالسيوم فى زيادة قدرة النباتات على تحمل الملوحة (عند زيادة تركيزه فى المحلول المغذى من ٠,٥ إلى ٥,٠ ملى مول) وفى جعلها تستعيد قدرتها على النمو بعد تعريضها لتركيز مرتفع من كلوريد الصوديوم.. يبدو أن مرد ذلك إلى تمكين الكالسيوم النبات من عمل التغيرات الأسموزية اللازمة، والتى تتم من خلال نواتج أيضية عضوية بصورة أساسية يستنفذ إنتاجها قدرًا كبيرًا من الطاقة (Ortiz وآخرون ١٩٩٤).

الخس

دُرس تأثير زيادة تركيز كلوريد الكالسيوم فى المحاليل المغذية للمزارع المائية للخس ابتداء من ملوحة ٢,٥ حتى ٦,٣ ديس سيمنز/م، ووجد أن الشدّ الملحى المعتدل (حتى ٣,٥–٤,٤ ديسى سيمنز/م) لم يؤثر على المحصول جوهريًّا، إلاّ إن المحصول انخفض قليلاً فى ملوحة ٦,٣ ديسى سيمنز/م (٢٠ ملى مول كلوريد كالسيوم/م^{٣}). وانخفض تركيز النترات فى الأوراق مع زيادة تركيز كلوريد الكالسيوم فى المحلول المغذى، كما تأثرت صفات الجودة الأخرى إيجابيًّا بمعاملة كلوريد الكالسيوم، وخاصة فى الملوحة المعتدلة ٣,٥، و٤,٤ ديسى سيمنز/م (٥، و١٠ ملى مول كلوريد كالسيوم/م^{٣}). وازداد محتوى كلاً من الفينولات وقوة مضادات الأكسدة فى المستويات المعتدلة من الملوحة، بينما انخفضت فى الملوحة العالية ٦,٣ ديسى سيمنز/م. كذلك لم تُحدث زيادة تركيز كلوريد الكالسيوم عدم توازن غذائى فى النبات؛ حيث استمرت نسبة الـ K إلى الصوديوم ثابتة فى مختلف تركيزات كلوريد الكالسيوم، وكذلك استمر تركيز مختلف العناصر المغذية الصغرى ثابتًا (Borghesi وآخرون ٢٠١٣).

المعاملة بالحديد المخلبى

أدت إضافة الحديد المخلبى مع الأحماض الأمينية: Fe(II)-EDTA، و Fe (arginine)2، و Fe (glycine)2، و Fe (histidine)2 كمصدر للحديد فى المحلول المغذى للطماطم إلى التغلب على الآثار السلبية للملوحة العالية (٤٠، و٨٠ ملى مول كلوريد صوديوم) على النمو الخضرى. وبينما أحدثت الملوحة العالية زيادة جوهرية فى أكسدة الدهون وخفضًا فى تركيز مجموعات الـ sulfhydryl، وخفضًا فى محتوى النمو الخضرى من الحديد والزنك والنيتروجين والبوتاسيوم، فإن تلك العناصر ازدادت بالمعاملة بالحديد المخلوب على الأحماض الأمينية، كما أدت المعاملة إلى زيادة نشاط الكاتاليز catalase، والأسكوربيت بيروكسيديز ascorbate peroxidase بأوراق النباتات المعرضة للشدّ الملحى. ويُستفاد مما تقدم أن الآثار السلبية للملوحة على الطماطم يمكن تجنبها جزئيًّا بالمعادلة بالحديد المخلوب على الأحماض الأمينية (Ghasemi وآخرون ٢٠١٤).

المعاملة بمتعددات الأمين

أدى تعريض بادرات الخيار لشدٍّ ملحى إلى زيادة نشاط إنزيما البيروكسيديز peroxidase، والسوبر أوكسيد دسميوتيز superoxide dismutase، وإلى منع نشاط إنزيم الكاتاليز catalase فى الجذور، وأحدثت المعاملة بالاسبرميدين spermidine زيادة أكبر فى كل من البيروكسيديز والسوبر أوكسيد دسميوتيز، وإلى تنشيط الكاتاليز فى الأوراق والجذور. ويُستدل من ذلك على أن الشد الملحى يحفز نشاط إنزيمات مضادات الأكسدة، وخاصة البيروكسيديز والسوبر أوكسيد دسميوتيز، وأن المعاملة بالاسبرميدين تزيد من هذا النشاط المضاد للأكسدة (Du وآخرون ٢٠١٠).

وأدت معاملة نباتات الخيار بتركيز عالٍ من كلوريد الصوديوم (٧٥ ملى مول كلوريد صوديوم) فى المحلول المغذى مع رش الأوراق بمحلول ١ ملى مول من الاسبرميدين spermidine إلى الحد من إنتاج النباتات للإثيلين (الأمر الذى يحدث لدى تعرضها للملوحة العالية) بتثبيط معاملة الاسبرميدين لتمثيل ونشاط الإنزيم 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase؛ وبذا.. تُزيد معاملة الاسبرميدين من تحمل النباتات للشدِّ الملحى (Li وآخرون ٢٠١٣).

كما أحدث تعرض البصل لشدٍ ملحى قدره ١٥٠ ملى مول كلوريد صوديوم زيادة كبيرة فى نفاذية الأغشية البلازمية، لكن المعاملة بأى من الاسبرميدين spermidine، أو الاسبرمين spermine أدت إلى حماية الأغشية البلازمية فى ظروف الشد الملحى، بينما لم تكن المعاملة بالبوترسين putrescine فعالة (Mansour & Al-Mutawa ١٩٩٩).

وأدت معاملة بادرات صنفا الطماطم Chaoguan (المتحمل للملوحة)، و Zhongza No 9 (الحساس للملوحة) بالاسبيرميدين spermidine إلى الحد من النقص فى النمو الناشئ عن التعرض لشد الملوحة والقلوية معًا، وخاصة فى الصنف الحساس. ويبدو أن ذلك التأثير الإيجابى لمعاملة الاسبرميدين حدث من خلال تخفيفها للاضطرابات فى أيض النيتروجين الذى يُحدثه شد الملوحة والقلوية (Zhang وآخرون ٢٠١٣).

وقد أضيف البوترسين putrescine إلى المحلول المغذى للخيار بتركيز ١٠٠ ميكرومول قبل ثلاثة أيام من تعريض بادرات الخيار لكلوريد الصوديوم بتركيز ١٠٠ ملل مول، وأدت معاملة البوترسين إلى التغلب على الآثار الضارة لمعاملة الملوحة؛ حيث ساعدت فى خفض امتصاص الصوديوم، مع زيادة فى تراكم البوتاسيوم فى الجذور، كما ساعدت معاملة البوترسين فى التغلب على مشكلة الشد الأسموزى التى أحدثتها معاملة الملوحة، وكذلك مشاكل الانخفاض الذى أحدثته معاملة الملوحة فى كل من معدل البناء الضوئى وتوصيل الثغور. ويُستفاد مما تقدم بيانه أن البوترسين يلعب دورًا هامًّا فى حماية نباتات الخيار من شدِّ الملوحة (Shi وآخرون ٢٠٠٨).

التطعيم

يمكن أن يمثل التطعيم وسيلة فعَّالة لتجنب أو الحد من النقص فى المحصول الذى يسببه شدُّ الملوحة فى محاصيل العائلتين الباذنجانية والقرعية؛ علمًا بأن كلا من الأصل والطعم يمكن أن يسهما فى تحمل النباتات المطعومة للملوحة. وغالبًا ما أظهرت النباتات المطعومة النامية فى ظروف الشدِّ الملحى نموًّا أفضل ومحصولاً أعلى، وقدرة أكبر على البناء الضوئى، ومحتوى أعلى من الماء بالأوراق، ونسبة أكبر من الجذور إلى النمو الخضرى، وتراكمًا أعلى للمركبات المتوافقة التى تحفظ الضغط الأسموزى (compatible osmolytes)، وحامض الأبسيسك ومتعددات الأمين بالأوراق، وقدرًا أكبر من المركبات والإنزيمات المضادة للأكسدة، وتراكمًا أقل للصوديوم والكلورين بالأوراق، وذلك مقارنة بالوضع فى النباتات غير المطعومة أو المطعومة على نفس نوعها وصنفها (Colla وآخرون ٢٠١٠).

الطماطم

وجد فى الطماطم المطعومة والنامية فى وسط ملحى أن تراكم الصوديوم فى الأوراق لا يتأثر بالتركيب الوراثى للطعم، وإنما يتحكم فيه — بصورة أساسية — التركيب الوراثى للأصل، كما وجد أن خصائص الأصل تجعل من الممكن حث الطعم على تحمل الملوحة تبعًا للتركيب الوراثى للطعم (Santa-Cruz وآخرون ٢٠٠٢).

وقد أدى تطعيم الطماطم على الأصل AR-9704 إلى تقليل تركيز أيونا الكلوريد والصوديوم فى أوعية وأوراق النباتات المطعومة عما فى نباتات الكنترول غير المطعومة (Frenández-Garcia وآخرون ٢٠٠٢).

كما أدى تطعيم الطماطم على الأصل: صنف Radja إلى زيادة محصول الثمار، وإحداث تحسن فى محتوى الثمار من كل من المواد الصلبة الذائبة الكلية والحموضة المعايرة فى ظروف الشدّ الملحى (Flores وآخرون ٢٠١٠).

ووجدت زيادة فى نمو ومحصول الطماطم عندما طُعِّمت الطماطم الحساسة Moneymaker على أصل الطماطم المتحمل للملوحة Pera، عندما كان الرى بماء بلغت ملوحته ٥٠ ملى مول كلوريد صوديوم، وذلك مقارنة بالوضع فى حالة عدم التطعيم أو عند التطعيم على Moneymaker. كما وجدت نتائج مماثلة عندما طعم صنف الطماطم الحساس للملوحة Jaguar على أى من الأصول: Radja ، و Volgogradskij ، وPera، و Volgogradskij × Pera عندما كان الرى بماء بلغت ملوحته ٧٥ ملى مول كلوريد صوديوم، إلاّ أن التأثير الإيجابى على تحمل شدّ الملوحة الذى أحدثه الأصل كان أقل فى تركيز ٢٥ ملى مول كلوريد صوديوم عما كان فى تركيز ٥٠ أو ٧٠ ملى مول كلوريد صوديوم. وبصورة عامة .. فإن تحمل الطُعم للملوحة يتوقف على مدى تحمل الأصل، إلاّ أن التأثير الإيجابى للأصل قد يظهر بدرجات مختلفة تبعًا لمدى قدرة الطعم على استبعاد أيونى الصوديوم والكلور (Colla وآخرون ٢٠١٠).

ووُجد فى ظروف الملوحة المعتدلة (٢٠ ملى مولى كلوريد صوديوم) أن تطعيم الطماطم الحساسة للملوحة على أصول متحملة للملوحة، مثل الصنف Arnold — ذات القدرة على خفض تركيز الصوديوم فى الأوراق الحديثة وفى معظم الأوراق النشطة — قد يؤدى إلى زيادة المحصول والقيمة الغذائية للثمار بخفض محتواها من الصوديوم (di Gioia وآخرون ٢٠١٣).

الباذنجان

دُرست استجابة الباذنجان المطعوم على الأصل المتحمل للملوحة *Solanum torvum* لزيادة تركيز نترات الكالسيوم حتى ٨٠ ملى مول/لتر فى المحلول المغذى، ووجدت زيادات جوهرية فى تركيز متعددات الأمين polyamines، وفى نشاط الإنزيمات: سوبر أوكسيد ديسميوتيز superoxide dismutase، وأسكوربيت بيروكسيديز ascorbate peroxidase، جلوتاثيون ردكتيز glutathione reductase فى أوراق النباتات المطعومة، وكان لتلك الزيادات فى البرولى أمينات والإنزيمات المضادة للأكسدة فى بادرات الباذنجان دورها فى حمايتها من الزيادة الكبيرة فى تركيز نترات الكالسيوم فى المحلول المغذى (Wei وآخرون ٢٠٠٨).

وتحسَّن نمو ومحصول صنف الباذنجان Suqiqie فى ظروف الشدّ الملحى عندما طُعِّم على الأصل Torvum vigor، وهو من *Solanum torvum* (Colla وآخرون ٢٠١٠).

الكنتالوب

دُرس تأثير مستويات مختلفة من البورون (من ٠,٢ إلى ١٠ مجم/لتر) والملوحة (EC من ١,٨ إلى ٤,٦ ديسى سيمنز/م) على نباتات الكنتالوب المطعومة على أصل *Cucurbita* وغير المطعومة، والنامية فى البرليت فى أصص. وقد وجد أن النباتات المطعومة تراكم فيها بورون أقل من النباتات غير المطعومة، وأن كلتاهما — المطعومة وغير المطعومة — امتصتا كميات أقل من البورون عندما كان ريهما بمياه ملحية. ويبدو أن أصل الـ *Cucurbita* استبعد امتصاص جزءًا من البورون؛ الأمر الذى قلل تركيزه فى النباتات المطعومة، وأن ضعف امتصاص البورون فى ظروف الملوحة كان مرده إلى انخفاض معدل النتح فى تلك الظروف. هذا.. وقد أدت زيادة الملوحة إلى تقليل حساسية النباتات المطعومة وغير المطعومة لزيادة تركيز البورون فى الأوراق (Edelstein وآخرون ٢٠٠٥).

وقد تمت زراعة الصنف Cyrano من *C. melo* إما غير مُطَّعم أو مطعم على الأصل التجارى P360 (وهو هجين نوعى: *C. maxima* × *C. moschata*)، وذلك فى الخفاف البركانى pumice، وتم تزويد النباتات بمحاليل مغذية ذات درجات توصيل كهربائى EC مقدارها ٢,٠، ٤,٠، ٥,٩، ٧,٨، ٩,٧ ديسى سيمنز/م. وكان للمحاليل المغذية الملحية (تلك التى كان الـ EC فيها أعلى عن ٢,٠ ديسى سيمنز/م) نفس التركيب بالإضافة إلى ٢٠ أو ٤٠ أو ٦٠ أو ٨٠ ملى مول كلوريد صوديوم، على التوالى. أحدثت زيادة تركيز الملوحة نقصًا خطيًا فى المحصول الصالح للتسويق مقارنة بمحصول نباتات الكنترول، وهو الأمر الذى كان مرده إلى حدوث انخفاض فى كل من عدد الثمار المنتجة وحجمها. وكان محصول الثمار الصالحة للتسويق أعلى بمقدار ٤٤٪ فى النباتات المطعومة عما فى النباتات غير المطعومة. وقد أحدثت زيادة الملوحة تحسنًا فى صفات جودة الثمار، بزيادتها لكل من صفات الصلابة، ومحتوى المادة الجافة، والحموضة، ومحتوى المواد الصلبة الذائبة الكلية. وكانت تلك الصفات — فى المقابل- باستثناء صفة الصلابة — أقل فى ثمار النباتات المطعومة عما فى النباتات غير المطعومة. أما صفتا الصلابة واللون فكانتا أفضل فى ثمار النباتات المطعومة عما فى غير المطعومة. وقد أدى التطعيم إلى خفض محتوى الأوراق من تركيز أيون الصوديوم — فقط — دون الكلورين، إلاّ أن الحساسية للملوحة كانت متماثلة فى حالتى التطعيم وعدم التطعيم (Colla وآخرين ٢٠٠٦).

وكانت نباتات الكنتالوب المطعمة على ثلاثة هجن من *C. moschata* × *maxima* *Cucurbita* والنامية فى ملوحة ٤,٦ ديسى سمينز أكثر تحملاً للملوحة وأعلى محصولاً عما كان عليه الحال فى النباتات غير المطعومة أو تلك التى طعمت على نفس صنفها (Colla وآخرون ٢٠١٠).

وقورن تراكم الصوديوم والكلور فى النموات الهوائية المطعومة وغير المطعومة على أصل من الكنتالوب صنف Arava أو من الهجين النوعى للقرع العسلى: *Cucurbita maxima* × *C. moschata*، فى كل من الكنتالوب والقرع العسلى.

وقد وجد أن تركيز الصوديوم الكلى فى النموات الهوائية كان أقل من ٦٠ مللى مول/كجم فى حالة أصل الهجين النوعى للقرع العسلى، وأكثر من ٤٠٠ مللى مول/كجم فى حالة استعمال أصل الكنتالوب، أيًّا ما كان الطعم. وفى المقابل.. لم تظهر اختلافات فى محتوى النموات الخضرية من الكلورين أيًّا ما كان الأصل أو الطعم. وجد كذلك أن تركيز الصوديوم فى إفرازات الأسطح المقطوعة من السيقان مع القرع العسلى كأصل شديدة الانخفاض (أقل من ٠,١٨ مللى مول)، بينما تراوح تركيز الصوديوم فى الإفرازات التى ظهرت مع الكنتالوب كأصل بين ٤,٧، و٦,٢ مللى مول، وكانت قريبة التماثل مع تركيز الصوديوم فى ماء الرى. وقد كان تركيز الصوديوم فى الجذور ١١,٧ ضعف تركيزه فى النموات الخضرية عندما استعمل القرع العسلى كأصل، بينما كانت القيمتان متماثلتين عندما استخدم الكنتالوب كأصل. ويبدو أن تلك الحالة كان مردها إلى إقصاء أو استبعاد جذور أصل القرع العسلى لامتصاص الصوديوم، مع حجز المتص منه فى الجذور. وقد وجد بالفعل أن جذور القرع العسلى استبعدت ٧٤٪ من الصوديوم المتاح، بينما لم يحدث تقريبًا أى استبعاد للصوديوم بواسطة جذور الكنتالوب. كذلك وجد أن جذور القرع العسلى حجزت — فى المتوسط — ٤٦,٩٪ من الصوديوم — الذى امتصته — فيها؛ فلم ينتقل إلى النموات الخضرية؛ بينما لم يحدث أى جحز للصوديوم فى حالة أصل الكنتالوب (Edelstein وآخرون ٢٠١١).

البطيخ

دُرس تأثير ملوحة المحلول المغذى فى مزرعة مائية (EC = ٢,٠ أو ٥,٢ ديسى سيمنز/م، وحُصِلَ على التركيز الأخير بإضافة ٢٩ مللى مول من كلوريد الصوديوم للمحلول المغذى القياسى) مع التطعيم على أحد أصلين، هما: الصنف Macis من *Lagenaria siceraria*، والهجين النوعى *Cucurbita maxima* × *Cucuarbita moschata* ، ومع استعمال صنف البطيخ Tex كطعم. وقد أدت زيادة الملوحة فى المحلول المغذى إلى نقص المحصول الكلى؛ بسبب تأثير الملوحة على متوسط وزن الثمرة وليس على أعداد الثمار. كما

كان محصول الثمار الكلى أعلى بنسبة ٨١٪ فى حالة التطعيم، مقارنة بعدم التطعيم. وأدى التطعيم إلى تحسين جودة الثمار بما أحدثته من زيادة فى محتواها من كل من المادة الجافة والجلوكوز والفراكتوز والسكروز والمواد الصلبة الذائبة الكلية. كذلك أدى التطعيم إلى خفض محتوى الأوراق من الصوديوم وليس الكلور. هذا.. إلاّ أن الحساسية للملوحة تساوت بين النباتات المطعومة وغير المطعومة، وكان مرد زيادة المحصول فى حالة التطعيم إلى التطعيم فى حد ذاته (Colla وآخرون ٢٠٠٦).

كما دُرس تأثير تطعيم صنف البطيخ Crimson Tide على أصول من كل من الجورد *Lagenaria siceraria*، و *Cucurbita maxima* فى ظروف الملوحة العالية تراوحت فيها ملوحة مياه الرى (الـ EC) من ٠,٥ (الكنترول) حتى ١٦ ديسى سيمنز/م، وذلك لمدة ٣٠ يوم، ووجد أن النباتات المطعومة أظهرت نموًا أفضل عن نمو غير المطعومة، كما ازداد محتوى الفوسفور فى النموات الخضرية للنباتات المطعومة بنحو الضعف (Uygur & Yetisir ٢٠٠٩).

ولوحظ أن صافى معدل البناء الضوئى فى البطيخ ينخفض بزيادة الملوحة من ٢,٠ إلى ٥,٢ ديسى سيمنز/م فى كل من التركيبين Tex على Macis، و Tex على Ercole، وخاصة فى نباتات الصنف Tex غير المطعومة، إلاّ أن النباتات المطعومة أظهرت قدرًا أعلى من معدل البناء الضوئى، وتوصيل الثغور، وتركيز ثانى أكسيد الكربون بين الخلايا تحت ظروف الشدّ الملحى عما فى حالة النباتات المطعومة على نفس صنفها. وعمومًا فإن معدل البناء الضوئى يزداد انخفاضه بزيادة تركيز الملوحة ويكون ذلك مصاحبًا فى النباتات المطعومة بزيادة جوهرية فى درجة توصيل الثغور فيها (Colla وآخرون ٢٠١٠).

كما دُرس تأثير تطعيم البطيخ على سلالة من *Cucurbita maxima* وسلالتين من *Lagenaria siceraria* فى مزرعة مائية مع الرى بمحلول مغذٍ تبلغ فيه درجة

التوصيل الكهربائى EC إما ٠,٥ (الكنترول)، وإما ٨,٠ ديسى سيمنز/م (كمعاملة للشدّ الملحى)، ووجد أن النباتات المطعومة كانت دلائل نموها أعلى عن دلائل نمو النباتات غير المطعومة فى ظروف الشدّ الملحى. وكان الانخفاض فى الوزن الجاف للنموات الخضرية فى ظروف الشدّ الملحى ٤١٪ فى النباتات غير المطعومة، بينما تراوح الانخفاض من ٢٢٪ إلى ٠,٨٪ فى النباتات المطعومة. وكان تراكم الصوديوم Na^+ أعلى فى النباتات غير المطعومة عما فى المطعومة، وحدث الأمر ذاته فى جميع حالات التطعيم بالنسبة لكل من الكالسيوم Ca^{++} والمغنيسيوم Mg^{++}. واحتوت النباتات غير المطعومة تركيزًا أعلى من البوتاسيوم K^+ عما فى النباتات المطعومة فى ظروف الشدّ الملحى. وكانت نسب كل من Ca^{++} إلى Na^+، وK^+ إلى Na^+، Mg^{++} إلى Na^+ أقل فى النباتات غير المطعومة عما فى النباتات المطعومة فى ظروف الشدّ الملحى (Yetisir & Uygur ٢٠١٠).

الخيار

تتوفر صفة القدرة على تحمل الملوحة التى فى صنف الخيار Zaoduojia، بينما تتوفر صفة الحساسية للملوحة فى الصنف Jinchun No.2، وقد وجد أن تطعيم أى منهما على الأصل المتحمل Chaojiquanwang من *Cucurbita moschata* يؤدى إلى زيادة القدرة على تحمل الملوحة، وذلك من خلال تأثير الأصل على خفض تركيز الصوديوم ونسبة الصوديوم إلى البوتاسيوم وزيادة تركيز البوتاسيوم فى الأوراق، ومن خلال الحد من انتقال الصوديوم إلى الأوراق، علمًا بأن صفة تحمل الملوحة فى بادرات الخيار المطعومة ترتبط بالتركيب الوراثى للطعم (Zhu وآخرون ٢٠٠٨).

وقد أدت زيادة الملوحة من صفر إلى ٣٠، و٦٠ مللى مول كلوريد صوديوم إلى محلول هوجلند المغذى بنصف قوته إلى انخفاض محصول الخيار النامى فى بيئة تتكون من البيت موس والفيرميكيوليت بنسبة ١ : ١؛ بسبب ما تسببته الملوحة العالية من نقص

فى أعداد الثمار وفى متوسط وزن الثمرة. ووجد أن التطعيم على أى من *Cucurbita ficifolia* (صنف Figleaf Gourd)، أو *Lagenaria siceraria* (صنف Chaofeng Kangshengwang) لم يؤثر جوهريًا على المحتوى الرطوبى للأوراق، ولكنه أدى إلى زيادة أعداد الثمار والمحصول الصالح للتسويق والمحصول الكلى فى كل معاملات الملوحة؛ الأمر الذى ترافق مع زيادة تركيز البوتاسيوم وانخفاض تركيز الصوديوم والكلور بالأوراق، مقارنة بما كان عليه الوضع فى أوراق نباتات الخيار غير المطعومة. وقد حسَّنت الملوحة من جودة الثمار بزيادة محتواها من المادة الجافة، والسكر الذائب، والحموضة المعايرة، لكن لم يكن للملوحة تأثير جوهرى على محتوى الثمار من فيتامين C. كذلك حسَّن التطعيم – على أى من الأصلين – من جودة الثمار فى ظروف الملوحة؛ بسبب ما أحدثته الأصول من زيادة فى محتوى الثمار من كل من السكر الذائب والحموضة المعايرة وفيتامين C، وما أحدثته من خفض فى كل من محتوى الصوديوم والكلورين بالثمار، وخاصة فى مستوى ملوحة ٦٠ مللى مول كلوريد صوديوم. كذلك أدت الأصول إلى زيادة محصول الثمار فى ظروف الملوحة العالية (Huang وآخرون ٢٠٠٩).

إن تطعيم الخيار على أصول مناسبة يعد استراتيجية فعالة لزيادة تحمل الخيار للشدِّ الملحى. وفى دراسة طُعِّم فيها الخيار على أصل متحمل للملوحة من القرع العسلى *Cucurbita moschata* – أو العكس – وعُرِّضت لكلوريد الصوديوم بتركيز ١ أو ٩١ مللى مول، وقيس النمو النباتى وتركيز الصوديوم بعد ١٠، و ٣٠ يومًا من بدء معاملة الملوحة.. وجد أنه بعد ١٠ أيام من تعريض النباتات للشدِّ الملحى (٩١ مللى مول كلوريد صوديوم) انخفض نمو نباتات الخيار المطعومة على القرع العسلى بنسبة ٢٩٪، وتلك المطعومة على أصل من نفس صنف الخيار (معاملة الكنترول) بنسبة ٥٨٪. وفى المقابل.. حدث انخفاض فى نمو نباتات القرع العسلى المطعومة على أصل من الخيار بنسبة ٤٤٪، وتلك المطعومة على أصل من نفس صنف القرع العسلى (معاملة كنترول) بنسبة

٢٧٪. وقد انخفض تركيز أيون الصوديوم فى النموات الخضرية للخيار المطعوم على القرع العسلى بنسبة ٦٩٪، مقارنة بنباتات الخيار المطعومة على الخيار، بينما ازداد تركيز أيون الصوديوم فى النموات الخضرية للقرع العسلى المطعوم على الخيار بنسبة ٢٠٣٪، مقارنة بنباتات القرع العسلى المطعوم على القرع العسلى. وقد أظهرت الدراسة أن جذور القرع العسلى استبعدت ٥٠,٥٪ من أيون الصوديوم، بينما لم يحدث تقريبًا أى استبعاد للصوديوم بواسطة جذور الخيار. كذلك انخفض احتفاظ النموات الخضرية — للنباتات المطعومة على القرع العسلى — بأيون الصوديوم بنسبة ١٥,٩٪، بينما لم يلاحظ أى احتفاظ بالصوديوم فى النموات الخضرية لنباتات الخيار المطعومة على الخيار.

وعندما عُرِّضت النباتات للشد الملحى (٩١ مللى مول كلوريد صوديوم) لمدة ٣٠ يومًا فإن متوسط تركيز أيون الصوديوم فى عصير الخشب للنباتات المطعومة على أصل من القرع العسلى انخفض من ٦,٥ مللى مول فى الأصل إلى ١,٩ مللى مول فى الطعم، وهو انخفاض بنسبة ٧١٪. هذا إلاّ أن منطقة التحام الأصل بالطعم لم تكن عائقًا لانتقال أيون الصوديوم عندما استخدم الخيار كأصل.

ويُستفاد مما تقدم أن لأصل القرع العسلى قدرة عالية عن قدرة أصل الخيار على استبعاد أيون الصوديوم وللاحتفاظ به؛ مما يؤدى إلى انخفاض انتقال أيون الصوديوم إلى النموات الخضرية، وزيادة تحمل الخيار للملوحة. كذلك فإن نقص انتقال أيون الصوديوم من الأصل إلى الطعم — الذى يلزم لتحمل الخيار للملوحة — هو أمر يتحكم فيه الأصل (Huang وآخرون ٢٠١٣).

وقد أدى رى نباتات الخيار فى مزرعة رملية بمحلول مغذٍ يحتوى على ٢٠ مللى مول كلوريد كالسيوم، أو ٣٠ مللى مول كلوريد صوديوم، أو ١٠ مللى مول كلوريد كالسيوم + ١٥ مللى مول كلوريد صوديوم إلى إحداث خفض جوهرى فى محصول الثمار والكتلة البيولوجية للنمو الخضرى، مع ظهور تأثير أشدّ لكلوريد الكالسيوم، فى الوقت

الذى أدت فيه الملوحة – مقارنة – بمعاملة الكنترول – إلى تحسين صفات الثمار، وتمثل ذلك فى زيادة محتواها من المادة الجافة بنسبة ٨٪ والمواد الصلبة الذائبة الكلية بنسبة ٦٪. هذا .. إلا أن الانخفاض فى محصول الثمار والكتلة البيولوجية كان أقل وضوحًا عندما طُعِّمت النباتات على أصل الخيار التجارى Alfyne، أو الأصل P360 (وهو هجين *Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*)، وخاصة مع الأصل الأخير، كما استمر – مع التطعيم – التأثير الأشدّ لكلوريد الكالسيوم فى خفض محصول الثمار والكتلة البيولوجية، مقارنة بتأثير معاملات الملوحة الأخرى (Colla وآخرون ٢٠١٣).

المعاملة بالبرولين

أدت معاملة الكنتالوب فى مزرعة لا أرضية من البيت والبرليت والرمل (بنسبة ١ : ١ : ١) بكلوريد الصوديوم بتركيز ١٥٠ مللى مول.. إلى إحداث انخفاضات جوهرية فى كل من النمو النباتى، ومحصول الثمار، والمحتوى المائى النسبى، وكثافة الثغور، وامتصاص الكالسيوم والبوتاسيوم والنيتروجين، ومحتوى كلوروفيل a وb، مع إحداث زيادة جوهرية فى امتصاص الصوديوم، وتركيز البرولين، ونفاذية الأغشية. وأدت المعاملة ببوتاسيوم إضافى (إلى جانب ذلك المتوفر فى المحلول المغذى) بتركيز ٥ مللى مول نترات بوتاسيوم، أو بالبرولين بتركيز ١٠ مللى مول إلى التغلب على مختلف أضرار زيادة الملوحة (Kaya وآخرون ٢٠٠٧).

وأدى رش نباتات الفاصوليا النامية فى تربة ذات EC ١,٨٤، أو ٦,٠٣، أو ٨,٩٧ ديسى سيمنز/م (تمثل الأراضى المنخفضة والمعتدلة والعالية الملوحة، على التوالى) بالبرولين بتركيز ٥,٠ مللى مول بعد ٢٠، و ٣٠، و٤٠ يومًا من الزراعة إلى التغلب على الشدّ التأكسدى الذى أحدثته الملوحة، وحفَّزت نمو النباتات فى كل المعاملات. أدى البرولين – كذلك – إلى زيادة نشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة: سوبر أوكسيد ديسميوتيز superoxide dismutase،

وكاتاليز catalase، وبيروكسيديز peroxidase، وكذلك زيادة تركيز الكاروتينات، وحامض الأسكوربيك والبرولين الداخلى، وزيادة تركيز الفوسفور والبوتاسيوم وخفض تركيز الصوديوم، ومن ثم زيادة نسبة البوتاسيوم إلى الصوديوم. ويُستفاد مما تقدم بيانه أن المعاملة بالبرولين تفيد فى التغلب على التأثيرات السلبية للملوحة على الفاصوليا (Abdelhamid وآخرون ٢٠١٣).

كما أدت معاملة الباذنجان فى مزرعة مائية بـ ١٠ أو ٢٠ مللى مول من كلوريد الصوديوم إلى خفض معدل نمو النباتات، والبناء الضوئى، وكفاءة استخدام المياه، ومحتوى الجذور والنموات الخضرية من البوتاسيوم والكالسيوم. وبينما عادلت المعاملة بالبرولين رشًّا على النموات الخضرية التأثير الضار للملوحة على الوزن الطازج للنمو الخضرى، فإنها لم تكن مؤثرة فى معادلة التأثيرات السلبية الأخرى للملوحة (Shahbaz وآخرون ٢٠١٣).

المعاملة بالجليسين بيتين

أدى رش نباتات الفول الرومى المعرضة لشد ملحى من كلوريد الصوديوم أو كلوريد الكالسيوم بالبرولين بتركيز ٨,٧ ميكرومول، أو الجليسين بيتين glycinebetaine بتركيز ٨,٥ ميكرومول إلى تقليل الأضرار التى أحدثها الشد الملحى بالأغشية الخلوية، وتحسين النمو وامتصاص البوتاسيوم، كما أدت المعاملة إلى زيادة المحتوى الكلوروفيلى للأوراق (Gadallah ١٩٩٩).

ويفيد رش الفاصوليا بالجليسين بيتين بتركيز ١٠ مللى مول فى تحسين الوضع المائى للنباتات عندما تكون معرضة لمستوى متوسط من الملوحة (٥٠ مللى مول كلوريد صوديوم)، لكن تلك المعاملة لا تفيد فى المستويات الأعلى من الملوحة كما لا تفيد معها زيادة تركيز الجليسين بيتين (Lopez وآخرون ٢٠٠٢).

وقد أضر الشدُّ الملحى بالباذنجان فى صورة تثبيط واضح للنمو، ونقص فى المحصول وفى القدرة على البناء الضوئى، بالإضافة إلى انخفاض فى معدل النتح

وتوصيل الثغور، وفى محتوى الجذور والأوراق من البوتاسيوم والكالسيوم، وفى نسبة البوتاسيوم إلى الصوديوم. وأدت المعاملة بأى من مستخلص بنجر السكر أو بالجليسين بيتين النقى إلى التغلب على أضرار الشد الملحى هذه، لكن مستخلص بنجر السكر كان أفضل من الجليسين بيتين النقى فى تحسين النمو، ومعدل البناء الضوئى، والنتح، وتوصيل الثغور، والمحصول. ومن المعلوم أن مستخلص بنجر السكر يحتوى على كميات كبيرة من الجليسين بيتين بالإضافة إلى عناصر كثيرة هامة ومتنوعة؛ ولذا.. فقد كان تأثيره فى تحفيز النمو وبعض العمليات الفسيولوجية المفتاحية فى ظروف الملوحة أفضل من تأثير الجليسين بيتين النقى أو مماثلاً له؛ مما يجعل استخدامه فى الحد من أضرار الملوحة مفضلاً عن استخدام الجليسين بيتين؛ نظرًا لرخصه (Abbas وآخرون ٢٠١٠).

كما أدى نقع بذور الفلفل قبل زراعتها فى محلول جليسين بيتين بتركيز ٥ ملى مول إلى حمايتها جوهريًا من الشدّ الملحى (١٥٠ ملى مول كلوريد صوديوم). حفزت المعاملة كثيرًا من معدل البناء الضوئى ومن محتوى البادرات من الكلوروفيل والبرولين. حسّنت المعاملة — كذلك — من المحتوى المائى بالأوراق، ومن نشاط الإنزيم superoxide dismutase، بينما قللت من نفاذية الأغشية البلازمية ومن أكسدة الدهون، بالإضافة إلى أن المعاملة قللت من تراكم الصوديوم والكلورين بالأوراق ومنعت تسرب البوتاسيوم المستحث بالملح؛ أى إنها حافظت على نسبة أقل من الصوديوم Na^+ إلى البوتاسيوم K^+. وبذا.. فإن معاملة نقع بذور الفلفل فى محلول الجليسين بيتين قبل زراعتها يحمى البادرات من التأثيرات الضارة للملوحة العالية التى قد تتعرض لها بعد الإنبات (Korkmaz وآخرون ٢٠١٢).

معاملة البرايمنج وتقسية الشتلات

تمكن Wiebe & Muhyaddin (١٩٨٧) من تحسين إنبات بذور الطماطم تحت ظروف ملوحة عالية، وذلك بنقعها لمدة ثمانية أيام فى محلول مهوى من البوليثيلين جليكول ٤٠٠٠ بتركيز — ١٢ بارًا على (معاملة البرايمنج) حرارة ١٦°م قبل زراعتها فى التربة الملحية.

كذلك وجد Bano وآخرون (١٩٨٧) أن نقع بذور الطماطم فى محلول من كلوريد الكولين Choline Chloride (الكلورمكوات Chlormequat) بتركيز ٢ مللى مولار حسَّن إنباتها – بعد ذلك – فى أطباق بترى على بيئة هوجلند وأرنون Hogland & Arnon's Culture Medium أُضيف إليها كلوريد الصوديوم بتركيزات وصلت إلى ٥٠ مللى مكافئ/لتر.

كما وجد Szmidt & Graham (١٩٩١) أن إضافة البوليثيلين جليكول إلى بيئة زراعة الطماطم أدت إلى زيادة تحمل النباتات للتركيزات العالية من كلوريد الصوديوم؛ فعند تركيز ٢٠٠٠ جزء فى المليون من الملح فى المحلول المغذى كان محصول الثمار بعد ٢٣ أسبوعًا من الزراعة ١٩,٣، و١٦,٢، ١٢,٢، و٤,٢، وصفر ثمرة/ نبات عندما استعمل الهيدروجل hydrogel أوكسيد البوليثيلين Polyelhylene Oxide فى بيئة الزراعة الرملية بنسبة ١٠٠٪، و٧٥٪، و٥٠٪، و٢٥٪، وصفر٪، على التوالى.

كذلك فإنه بالإمكان زيادة قدرة النباتات على تحمل الملوحة فى مرحلة نمو البادرات بنقع البذور فى محاليل ملحية من كلوريد الصوديوم، حيث يتأقلم الجنين فسيولوجيًّا ويصبح أكثر تحملاً للملوحة بعد إنبات البذور. وقد وجد Cano وآخرون (١٩٩١) أن معاملة بذور الطماطم بالنقع فى محلول من كلوريد الصوديوم بتركيز مولارى واحد جعل نباتات الطماطم أكثر تحملاً للملوحة، ولكن هذا التحمل تناقص مع زيادة تركيز الملح فى وسط الزراعة بين ٣٥ و ١٤٠ مللى مولار من كلوريد الصوديوم. كما كان تأثير المعاملة أقوى عندما أجريت على البذور عما كان عليه الحال عندما أجريت على نباتات طماطم فى مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الرابعة. وقد ظهر تأقلم النباتات على الملوحة فى صورة زيادة فى محصول الثمار، ونقص فى تركيز أيونى الكلور والصوديوم فى النموات الخضرية، مع زيادة فى نسبة البوتاسيوم إلى الصوديوم.

معاملة التظليل

قد يفيد التظليل بشبك أبيض يحجب نحو ٣٠٪ من الأشعة الساقطة فى السماح برى الطماطم بماء معتدل الملوحة دون حدوث تأثيرات يُعتد بها على فسيولوجيا النبات (Delfine وآخرون ٢٠٠٠).

الحقن (العدوى) بفطريات الميكوريزا

تباين تأثير فطريات الميكوريزا على نمو النباتات العشبية — تحت ظروف الملوحة الأرضية العالية — ما بين تثبيط النمو وتحفيزه؛ الأمر الذى قد يكون مرده إلى المصدر الذى عزلت منه فطريات الميكوريزا التى استخدمت فى حقن (عدوى) النباتات المختبرة؛ ذلك لأن تلك الفطريات تتباين تبعًا للظروف التى تتواجد فيها، والتى تكون قد تأقلمت عليها. وقد وجد Copeman وآخرون (١٩٩٦) أن حقن شتلات الطماطم بفطريات ميكوريزا سبق عزلها من تربة غير ملحية حفّز النمو الخضرى للنباتات، بينما أدى حقن الشتلات بميكوريزا سبق عزلها من تربة ملحية إلى تثبيط النمو الخضرى، ولكنها أدت فى الوقت ذاته إلى خفض تركيز الكلورين فى المستويات المتوسطة من الملوحة؛ الأمر الذى قد يفيد فى زيادة قدرة النباتات على البقاء فى الأراضى الملحية.

وقد أدت معاملة بادرات الطماطم قبل الشتل بالميكوريزا *Glomus mosseae* إلى جعل النباتات أكثر قدرة على تحمل الآثار السلبية للرى بمياه ذات ملوحة عالية (درجة توصيل كهربائى قدرها ٢,٤ ديسى سيمنز/م مقارنة بدرجة قدرها ٠,٥ ديسى سيمنز/م فى الكنترول)، حيث ازداد فيها النمو الجذرى والخضرى ومحصول الثمار، كما ازداد فيها محتوى النمو الخضرى من كل من الفوسفور والبوتاسيوم والزنك والنحاس والحديد، وانخفض فيها تركيز الصوديوم عما فى النباتات التى لم تلقح بالميكوريزا عند الشتل. وعلى الرغم من أن استعمار الميكوريزا للجذور عند الإزهار كان أقل فى النباتات المعاملة عما فى نباتات الكنترول، فإن الزيادة فى محصول النباتات التى لُقّحت

بالميكوريزا كانت ٢٩٪ عندما كان الرى بمياه منخفضة الملوحة، مقارنة بزيادة قدرها ٦٠٪ عندما كان الرى بمياه ملحية (Al-Karaki ٢٠٠٦).

وأدت معاملة جذور الطماطم بفطر الميكوريزا *Glomus mosseae* فى ظل تركيزات ملوحة أرضية: صفر أو ٥٠ أو ١٠٠ ملى مول كلوريد صوديوم إلى إحداث التغيرات التالية:

١-كان تركيز الفوسفور والبوتاسيوم أعلى فى وجود الميكوريزا عما فى حالة عدم وجودها فى كل من الظروف الملحية وغير الملحية.

٢-كان تركيز الصوديوم فى وجود الميكوريزا أقل مما فى حالة عدم وجودها فى كل من الظروف الملحية وغير الملحية.

٣-رافق استعمال الميكوريزا للجذور تحفيزًا لنشاط إنزيمات الـ superoxide dismutase، والـ catalase، والـ peroxidase، والـ ascorbate peroxidase فى أوراق النباتات فى كل من الظروف الملحية وغير الملحية.

ويعنى ذلك أن الميكوريزا قد توفر حماية للنباتات من أضرار الملوحة بالحد من الشد التأكسدى المستحث بفعل الملوحة (Abdel Latif & He ٢٠١١).

وقد دُرس تأثير المعاملة بالمنتج التجارى EndRoots الذى يحتوى على فطر الميكوريزا الداخلى التطفل *Glomus* spp. لجذور أصلىٍّ الطماطم Maxifort، وBeaufort بغمسها فى معلق منه لمدة يوم واحد قبل شتلها فى بيئة من البرليت أُعطيت محلول مغذٍ رُفعت فيه درجة التوصيل الكهربائى إلى ٦ ديسى سيمنز/مل باستعمال كلوريد الصوديوم. ولقد أدى التطعيم – خاصة على Maxifort – مع المعاملة بالميكوريزا إلى زيادة محصول صنف الطماطم الهجين 191 الذى استُعمل كطعم. وأدى التلقيح بالميكوريزا إلى زيادة الوزن الطازج والجاف للجذور. وبينما أدت المعاملة بالميكوريزا إلى زيادة محتوى الثمار من فيتامين C، فإنها تسببت فى خفض حموضتها

المعايرة. ويُستفاد كذلك من هذه الدراسة أن تحمل الملوحة يتحسن إذا لُقِّحت النباتات المطعومة بالميكوريزا (Oztekin وآخرون ٢٠١٣).

المعاملة بالبكتيريا المنشطة للنمو

أدى تلقيح بذور الخس بالـ Azospirillum إلى تحسين إنباتها فى كل من الظروف العادية وظروف الملوحة، مقارنة بالإنبات فى البذور التى لم تُلقح بالبكتيريا. وقد استمر النمو الخضرى بقوة أكبر فى النباتات التى نتجت من البذور المعاملة بالبكتيريا حتى مع تعرضها للملوحة، وذلك مقارنة بالنمو النباتى فى معاملة الكنترول (Barassi وآخرون ٢٠٠٦).

وقد أدت زيادة ملوحة وسط نمو جذور الفراولة إلى ٣٥ ملى مول كلوريد صوديوم — مقارنة بـ صفر ملى مول — إلى إحداث نقص فى محصول الثمار بنسبة ٥١,٦٪ وفى المحتوى المائى النسبى للأوراق بنسبة ٢١٪. وفى المقابل.. أدت المعاملة بالأنواع البكتيرية المنشطة للنمو: *Bacillus spharicus* GC subgroup B (السلالة EY30)، و*Staphylococcus kloosii* (السلالة EY37)، و*Kocuria erythromyxa* (السلالة EY43) فى ظروف الملوحة العالية إلى زيادة محصول الثمار جوهريًا بنسبة ٥٤,٤٪، و٥١,٧٪، و٩٤,٩٪، على التوالى، وذلك مقارنة بمحصول نباتات الكنترول التى لم تُعامل بهذه البكتيريا (Karlidag وآخرون ٢٠١١).

وأمكن الحصول على ثلاث عزلات بكتيرية من تربة عالية الملوحة، كانت كما يلى:

- العزلة EY2 من *Bacillus subtilis*.
- العزلة EY6 من *Bacillus atrophaeus*.
- العزلة EY30 من *Bacillus spharicus* GC subgroup B.

وبنقع بذور الفجل فى معلق من كل عزلة منها لمدة ساعتين على ٢٧°م ازدادت نسبة الإنبات وسرعته، مقارنة بما حدث فى البذور التى لم تنقع، كما أثرت المعاملة بتلك البكتيريا المنشطة للنمو إيجابيًّا على دلائل النمو، وأدت إلى زيادة المحتوى الكلوروفيلى وانخفاض التسرب الأيونى للنباتات فى ظروف الملوحة العالية (Yildrim وآخرون ٢٠٠٨).

وفى دراسة أخرى على الفراولة لُقِّحت الشتلات بالعزلات الثلاث المذكورة أعلاه، وكذلك بعزلتين إضافيتين، هما:

- العزلة EY37 من *Staphylococcus kloosi*.
- العزلة EY43 من *Kocuria erythromyxa*.

وقد أحدثت جميع المعاملات البكتيرية زيادات جوهرية فى كل من المحتوى الكلوروفيلى، ومحتوى كل العناصر بالنباتات (باستثناء الصوديوم والكلورين)، وفى محصول الثمار، كما خفضت المعاملة من التسرب الأيونى فى ظروف الشدّ الملحى، وأدت إلى زيادة المحتوى الرطوبى النسبى للنباتات. وكانت أكثر العزلات تأثيرًا EY43، وEY37، حيث ازداد مع المعاملة بهما المحصول بنسبة ٤٨٪، و٤٦٪، على التوالى. كما حدثت أعلى زيادة فى محتوى النباتات من عناصر النيتروجين والبوتاسيوم والفوسفور والكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت والمنجنيز والنحاس والحديد بالمعاملة بالعزلة E43، وذلك فى ظروف الملوحة العالية وتلتها فى هذا التأثير العزلات E6، و E37، وE30؛ بما يعنى أن معاملات البكتيريا المنشطة للنمو يمكن أن تفيد فى التغلب على أضرار الملوحة العالية فى الفراولة (Karlidag وآخرون ٢٠١٣).

المعاملة بغاز ثانى أكسيد الكربون

قارن Cramer & Lips (١٩٩٥) تأثير محاليل مغذية تحتوى على صفر أو ١٠٠ ملى مولا من كلوريد الصوديوم، ويمرر فيها إما هواء عادى وإما هواء غنى بغاز ثانى

أكسيد الكربون (احتوى الهواء على الغاز بتركيز ٥٠٠٠ ملى مولا/ مول)، ووجدا أن نباتات الطماطم النامية فى المحلول المغذى الملحى تراكم فيها قدرٌ أكبر من المادة الجافة والنيتروجين الكلى عندما كانت تهوية المحلول المغذى بالهواء الغنى بغاز ثانى أكسيد الكربون، مقارنة بتهويته بالهواء العادى. وقد كانت هذه النباتات النامية فى محلول مغذٍ ملحى مهوى بهواء غنى بثانى أكسيد الكربون أكثر قدرة على امتصاص النترات ونقلها فى النباتات، مقارنة بالنباتات النامية فى ظروف استعمل فيها هواء عادى فى تهوية المحلول المغذى الملحى. وقد أدت تهوية المحلول المغذى بالهواء الغنى بثانى أكسيد الكربون إلى زيادة وصول الكربون غير العضوى إلى داخل الجذور بمقدار ١٠ أمثال الحال فى المحاليل المغذية التى استعمل فى تهويتها الهواء العادى سواء كانت هذه المحاليل ملحية، أم غير ملحية.

وأدت مضاعفة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى الهواء المحيط بنباتات الطماطم إلى زيادة الحد الأقصى لتحملها للملوحة دون التأثير على نموها (threshold value) من ٣٢ إلى ٥١ ملى مول/ديسى متر كلورين ($mmol\ dm^{-3}$ Cl). وأحدثت زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون خفضًا قليلاً فى نسبة الجذور إلى النموات الخضرية عما فى نباتات الكنترول (١٣٨ مقارنة بنسبة ١٥٦). كذلك انخفض محتوى الأوراق من الكلوريد وتركيزه فيها جوهريًا بمضاعفة تركيز ثانى أكسيد الكربون فى الهواء الجوى (Maggio وآخرون ٢٠٠٢).

المعاملة بالكبريت وحامض الهيوميك

أدت معاملة التربة الرملية المستصلحة الملحية (EC = ٨,٢ — ٨,٥ ديسى سيمنز/م) بكل من الكبريت الزراعى بمعدل ٥٠٠ كجم للهكتار (٢١٠ كجم للفدان) + حامض الهيوميك بمعدل ٢٠٠ كجم للهكتار (٨٤ كجم للفدان) إلى التغلب على المشاكل التى تسببها الملوحة العالية فى البسلة (Osman & Rady ٢٠١٢).

المعاملة بالسيليكون

دُرس تأثير المعاملة بالسيليكون (S) والنانوسيليكون nano silicon (اختصارًا: NS) على تحمل الطماطم الشيرى للشدّ الملحى. وبينما أثرت الملوحة العالية سلبيًا على الوزن الطازج والجاف للنباتات وحجم النمو الجذرى وقطر الساق، وأدت إلى زيادة التسرب الأيونى، وخفّضت من تواجد ثانى أكسيد الكربون بين الخلايا تحت الثغور، ومن معدل البناء الضوئى، وتوصيل النسيج الوسطى، فإن المعاملة بالسيليكون أدت إلى زيادة الوزن الرطب والجاف للنباتات، وحجم النمو الجذرى، وتركيز الكلوروفيل، والمحتوى المائى للأوراق. هذا.. إلاّ أن توصيل الثغور انخفض بفعل معاملة السيليكون. وفى المقابل أحدثت المعاملة بأى من السيليكون أو النانوسيليكون زيادة فى معدل البناء الضوئى وفى توصيل النسيج الوسطى فى ظروف الشدّ الملحى، ولم يظهر فرق جوهرى بين المعاملة بالسيليكون والنانوسيليكون. ويُستفاد من تلك الدراسة أن معاملة نباتات الطماطم الشيرى بالسيليكون بتركيز ١,٠، و٢,٠ ملى مول فى المحلول المغذى تُفيد فى التغلب على أضرار الشدّ الملحى (Haghighi & Pessaarakli ٢٠١٣).

المعاملة بحامض السلسيلك

من خلال دوره فى تنظيم النمو النباتى، تؤثر المعاملة بحامض السلسيلك إيجابيًا على الوزن الجاف لجذور الجزر، وتركيز الكبريت فيها، ومحتواها من الكاروتينات والأنثوسيانين، وتُحدث زيادة فى النشاط المضاد للأكسدة بكل من الجذر والنموات الخضرية. وقد نظمت المعاملة بحامض السلسيلك تراكم البرولين والبورون والكلورين فى الجذر الخازن والنموات الخضرية فى ظروف الملوحة وظروف زيادة البورون (Eraslan وآخرون ٢٠٠٧).

وتؤدى معاملة بادرات الخيار بحامض السلسيلك إلى تراكم السكريات (خاصة غير المختزلة) فيها، وهى التى تعمل كمنظمات أسموزية؛ بما يسمح امتصاص النباتات للماء

فى ظروف الشدّ الملحى وبقائه فى الخلايا النباتية؛ بما يؤدى إلى جعل البادرات أكثر قدرة على تحمل الشدّ الملحى (Dong وآخرون ٢٠١١).

كما أدى رش نباتات الفراولة بحامض السلسيلك بتركيز ١,٠ ملى مول إلى الحد من أضرار الشد الملحى على كل من نفاذية الأغشية الخلوية (التى تزداد فى ظروف الملوحة) ومحتوى النباتات من كل من البرولين والبروتين والكلوروفيل التى تنخفض فى ظروف الشدّ الملحى (Tohma & Esitken ٢٠١١).

وأفاد نقع بذور الفاصوليا فى محلول من الـ 24-epibrassinolide بتركيز ٥ ميكرومول، أو من حامض السلسيلك بتركيز ١,٠ ملى مول قبل زراعتها فى شد ملحى قدره ١٠٠ ملى مول كلوريد صوديوم إلى التغلب على التأثير الضار للملوحة، تمثل فى إحداث المعاملة لزيادة فى نسبة إنبات البذور، ونمو البادرات، وثبات الأغشية الخلوية، والمحتوى المائى النسبى، وتركيز الحاميات الأسموزية osmoprotectants ونشاط النظام المضاد للأكسدة، وبإحداثها — كذلك — لخفض فى أكسدة الدهون والتسرب الأيونى، مقارنة بما حدث فى الكنترول (Semida & Rady ٢٠١٤).

المعاملة بحامض الجاسمونك

أدت معاملة بادرات البسلة وهى بعمر ١٠ أيام بحامض الجاسمونك jasmonic acid لمدة ثلاثة أيام قبل تعريضها لملوحة قدرها ٣٠ ملى مول كلوريد صوديوم لمدة ٣ أو ٦ أيام إلى معادلة تأثير الملوحة، أو إلى تأقلم النباتات عليها؛ فكان معدل البناء الضوئى، ومحتوى الماء النسبى، والمحتوى البروتينى للنباتات المعاملة بحامض الجاسمونك مع الملوحة أعلى مما فى النباتات المعاملة بالملوحة فقط. كما أن المعاملة بحامض الجاسمونك فى حد ذاته أحدثت شدًّا فسيولوجيًّا، وجعلت النباتات تستجيب بزيادة تراكم البرولين، وزيادة كلاً من الـ photorespiratin، وتركيز ثانى أكسيد الكربون عند الـ compensation، مثلما يحدث عند التعريض للملوحة. وقد أدت المعاملة بحامض

الجاسمونك إلى خفض تراكم أيون الكلورين والصوديوم فى النموات الخضرية (Fedina & Tsonev ١٩٩٧).

المعاملة بأكسيد النيتريك

أدت معاملة بادرات الخيار بأكسيد النيتريك NO إلى الحد من أضرار الملوحة العالية (Fan & Du ٢٠١٢).

وأدت المعاملة بنيتروبروسّيد الصوديوم sodium nitroprusside (اختصارًا: SNP) بتركيزات تزايدت من صفر إلى ٠,٠٥، و٠,١، و٠,٢ ملى مول) فى المحلول المغذى للباذنجان إلى التغلب على وقف النمو فى ظروف الشدّ الملحى؛ الأمر الذى انعكس فى زيادة الكتلة البيولوجية. وإلى جانب زيادة النمو، فإن معاملة الـ SNP حفّزت دلائل البناء الضوئى، مثل صافى معدل البناء الضوئى net photosynthetic rate، وتوصيل الثغور stomatal conductance، ومعدل النتح، وتركيز ثانى أكسيد الكربون بين الخلايا، وكذلك أحدثت زيادة فى عدد من الدلائل الأخرى للبناء الضوئى، وقللت من تركيزات الـ malondialdehyde والـ H_2O_2، وأدت إلى زيادة نشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة: سوبرأوكسيد ديسميوتيز، وكاتاليز، وأسكوربيت بيروكسيديز فى ظروف الشدّ الملحى. ويعتقد بأن أكسيد النيتريك nitric oxide (ورمزه الكيميائى NO) — الذى ينطلق من الـ SNP — هو الذى يوفر الحماية لبادرات الباذنجان من أضرار الشد الملحى من خلال إحداثه لتحسينات فى نشاط البناء الضوئى وجعل النبات أكثر غنى بمضاد الأكسدة (Wu وآخرون ٢٠١٣).

المعاملة بالـ 24-EBL

أدى رش نباتات الفراولة مرتان بَينهما أسبوع بتركيز ٠,٥، أو ١,٠ ميكرومول من 24-epibrassinolide (اختصارًا: 24-EBL) إلى التغلب على أضرار شد الملوحة (٣٥ ملى مول كلوريد صوديوم) على النمو النباتى ودلائل النمو (Karlidag وآخرون ٢٠١١).