معاملات خاصة لتحمل الشدّ الرطوبى فى بعض محاصيل الخضر

الطماطم

معاملة سطح التربة بالزيين لتقليل الفقد الرطوبى بالبخر

دُرس تأثير معاملة سطح التربة بغطاء من الزيين zein — وهو بروتين يذوب فى الكحول يُعزل من الذرة — على نمو نباتات الطماطم وفقد الماء بالبخر السطحى من التربة. ولقد أظهرت الدراسة انخفاضًا فى الفقد المائى من بيئة النمو بالأصص التى عُوملت بغشاء من الزيين، مقارنة بالبخر من بيئة الزراعة غير المعاملة. كذلك ازداد طول النباتات فى الأصص المعاملة بنسبة ١١٪، ووزنها الجاف بنسبة ٦٥٪ عما حدث فى الأصص غير المعاملة. وقد بدا أن أغشية الزيين قد تكون بديلاً فعالاً لأغشية البوليثيلين كأغطية لسطح التربة (Parris وآخرون ٢٠٠٤).

التجفيف الجزئى للتربة

أدى التجفيف الجزئى للتربة التى تنمو فيها جذور الطماطم قبل معاودة ريها إلى توفير نحو ٥٠٪ ماء الرى، مع تحسين كثير من صفات جودة الثمار الهامة فى طماطم التصنيع، مثل محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية والسكريات الذائبة (السكروز والجلوكوز والفراكتوز)، مع زيادة فى إنتاجها للإثيلين، وانخفاض فى محتواها الرطوبى (Naghighi وآخرون ٢٠١٣).

المعاملة بمضادات النتح

- وجد Rao (١٩٨٥) أن مضاد النتح antiranspirant بى إم أى PMA أدى إلى غلق الثغور، وقلل تأثير النتح على عملية البناء الضوئى. كما وجد أن رش النباتات بالكاولينيت Kaolinite (وهو أحد أنواع الطين العاكسة للضوء) أدى إلى زيادة مقدرة الأوراق على عكس الضوء الساقط عليها؛ مما أدى إلى انخفاض درجة حرارة الأوراق، ونقص معدل النتح، وإحداث نقص بسيط فى معدل البناء الضوئى. وقد أدى رش النباتات مرة واحدة

بأى من مضادات النتح بى إم أى PMA، أو ٨–إتش كيو 8-HQ، أو كاولينيت فى مرحلة بداية تكوين البراعم الزهرية إلى زيادة محصول الطماطم.

• كذلك قارن Ibrahim وآخرون (١٩٩٣) تأثير معاملة النموات الخضرية للطماطم بنوعين من مضادات النتح الغشائية film-type (هما: ١,٢٥٪ مستحلب زيت بذرة الكتان، و١,٢٥٪ مستحلب شمعى)، وأحد مضادات النتح التى تُغلق الثغور stomatal antitranspirant (هو: phenyl mercuric acetate بتركيز ٠,٠١ ملى مولارًا)، ووجدوا أن مضادات النتح الغشائية أحدثت زيادة معنوية فى المحصول، بينما أدى مضاد النتح الثغرى (الأخير) إلى نقص المحصول، مقارنة بمعاملة الشاهد. كما أدت جميع معاملات مضادات النتح إلى زيادة كفاءة استعمال الماء ونقص حاجة النباتات إلى الرى، مقارنة بالكنترول.

• كما وجد أن الكاولين kaolin – الذى استُعمل كمضاد للنتح antitranspirant – يُحفز فقد الماء من الأوراق المفصولة للطماطم، ومن الثمار، ومن نباتات الطماطم النامية. وقد تبين أن مسحوق الكاولين الدقيق يمتص كمية محدودة من الماء على سطح النبات، ويؤدى إلى زيادة النتح، وربما يحدث ذلك من خلال طبقة الأديم، وليس من خلال الثغور. وأدى الكاولين إلى زيادة النتح من الثمار على الرغم من أن الثمار لا يوجد بها أى ثغور أو قد يوجد بها ثغور قليلة للغاية (Nakano & Uehara ١٩٩٧).

رش الشتلات بحامض الأبسيسك

دُرس تأثير رش شتلات الطماطم – وهى فى "السدادات التكنولوجية" فى مرحلة الورقة الحقيقة الرابعة – بحامض الأبسيسك S-abscisic acid – (+) بتركيزات وصلت إلى ٥٠٠ مجم/لتر إلى وقف نمو البادرات عندما خزنت فى الظلام على حرارة الغرفة لمدة ١٠ أيام. وفى الوقت الذى ذبلت فيه الشتلات التى لم تُعامل وانخفض فيها جوهريًّا الجهد المائى والامتلاء بالأوراق، فقد حُوفظ عليهما فى الشتلات المعاملة (Ikeda وآخرون ١٩٩٩).

المعاملة بمضادات الأكسدة

يعتقد بأن التحضير التجارى Ambiol (وهو مشتق من 5-hydroxybenzimazole) يستحث خاصية تحمل ظروف الجفاف فى كثير من النباتات، كما يعتقد بأن ذلك مرده إلى خصائصه المضادة للأكسدة، خاصة وأن كثيرًا من المركبات المضادة للأكسدة لها نفس التأثير. ولقد وجد أن نقع بذور الطماطم فى أى من محاليل الـ ambiol بتركيز ١٠ مجم/لتر، أو البيتاكاروتين بتركيز ١,٠ مجم/لتر، أو حامض الأسكوربيك بتركيز ٠,١ مجم/لتر، أو الليكوبين بتركيز ٠,١مجم/لتر أدت إلى زيادة الوزن الجاف للنموات الخضرية للبادرات – التى عُرِّضت لشدٍّ رطوبى– بنسبة ١١٤٪، و٩٤٪، و٥٦٪، و٨٣٪، على التوالى، مقارنة بما حدث فى البادرات غير المعاملة التى عُرِّضت لظروف الجفاف. ولقد ظهرت فوائد مماثلة فى كل من الكتلة الحيوية للجذور، والمساحة الورقية، والبناء الضوئى، وكفاءة استخدام الماء. كما استحثَّت معاملتى الـ Ambiol والبيتاكاروتين تمثيل بروتينات خاصة ربما كان لها دور فى تحمل الجفاف (MacDonald وآخرون ٢٠٠٩).

المعاملة بالبراسينوستيرويد

أدت معاملة نباتات الطماطم بالبراسينوستيرويد brassinosteriod إلى الحد من تعرضها لأضرار شد الجفاف. ففى إحدى الدراسات.. رُشَّت أوراق الطماطم بالـ 24-epibrassinolide بتركيز ٠,٠١، و ١ميكرومول يوميًّا لمدة ثلاثة أيام، ثم عُرِّضت لثلاثة مستويات من شدٍّ الجفاف (الكنترول، و٣ و٥ أيام من وقف الرى). أدت المعاملة بالبراسينوستيرويد إلى خفض أكسدة الدهون ومحتوى الـ H_2O_2 بالنباتات. كما لوحظ فى معاملة شد الجفاف أن المعاملة بالبراسينوستيرويد أدت إلى زيادة نشاط الإنزيمات المضادة للأكسدة (POD، وSOD، وCAT، وAPX) ومحتوى المركبات المضادة للأكسدة شاملة حامض الأسكوربيك والكاروتينويدات، والبرولين (Behnamnia وآخرون ٢٠٠٩).

التلقيح بالميكوريزا

على الرغم من ضعف استعمار الميكوريزا *Glomus clarum* لجذور الطماطم خلال فترات

الجفاف، فإن وجودها يُسهم فى تحسين معدل البناء الضوئى وتوصيل الثغور فى وجود الشدّ الرطوبى أو فى غيابه؛ مما يؤدى إلى تحفيز النمو النباتى (Dell'Amico وآخرون ٢٠٠٢).

الفلفل

الرش بالشيتوسان

أدى رش النموات الخضرية للفلفل بالشيتوسان chitosan (وهو: beta-1-4-linked glucosamine polymer طبيعى) إلى تقليل استعمال النباتات للماء (بخفض النتح) بنسبة ٢٦٪ – ٤٣٪، دون التأثير على إنتاج الكتلة الحيوية والمحصول (Bittelli وآخرون ٢٠٠١).

البصل

التقليح بالميكوريزا

يفيد استعمار الميكوريزا، وخاصة *Glomus versiforme* – لجذور البصل – أثناء تواجدها فى المشتل إلى تحسين المحصول وكفاءة استخدام النباتات للماء WUE فى ظروف الشد الرطوبى، وهى حقيقة تشترك فيها معظم الأنواع النباتية. وقد كان نوعا الميكوريزا *G. interardices*، و *G. elunicatum* مؤثرين – كذلك – فى زيادة كفاءة استخدام الماء عما فى نباتات الكنترول (Bolandnazar وآخرون ٢٠٠٧).

الخيار

المعاملة بحامض الأبسيسك

أدت معاملة بادرات الخيار بحامض الأبسيسك بتركيزات تراوحت بين ٠,٢٥، و١,٠٠ ملى مول إلى حمايتها من أضرار شدّ الجفاف بزيادتها لمحتوى النموات الخضرية من البرولين، ومنعها لزيادة التسرب الأيونى من الأوراق. وقد كانت المعاملة بحامض

الأبسيسك أكثر فاعلية عندما أُجريت بطريقة نقع البذور عما كان عليه الحال عندما أجريت بطريقة الرش الورقى، وكانت أفضل معاملة هى تلك التى أُجريت بنقع البذور فى تركيز ٠,٥ مللى مول من الحامض (Baninasab ٢٠١٠).

الكنتالوب

زيادة التسميد بسلفات البوتاسيوم

وجد أن التسميد بكميات إضافية من سلفات البوتاسيوم تساعد فى زيادة تحمل الكنتالوب لشدّ الجفاف؛ الأمر الذى حدث على صورة تحسن فى محتوى الكلوروفيل، ومحتوى الماء النسبى، وتركيز عنصرى الكالسيوم والبوتاسيوم بالأوراق، مقارنة بالوضع عندما لم تتلق النباتات كميات إضافية من سلفات البوتاسيوم، مع استمرار تعرضها للشدّ الرطوبى (Tuna وآخرون ٢٠١٠).

المعاملة بحامض الأبسيسك

تؤدى زيادة الفتح عن قدرة الجذور على امتصاص الماء إلى حدوث شدٍّ مائى فى بادرات الخضر عند شتلها. ويمكن للمعاملة بحامض الأبسيسك الحد من الفقد المائى بالفتح من خلال غلق الحامض للثغور ومنعه لزيادة الأوراق فى المساحة. وقد دُرس تأثير هذه المعاملة على بادرات الكنتالوب خلال مرحلة الشدّ المائى بعد الشتل، ووجد أنها تؤدى إلى المحافظة على المحتوى المائى للأوراق وإلى خفض التسرب الأيونى، وكانت تلك التأثيرات خطية أو أُسّية مع زيادة تركيز حامض الأبسيسك المعامل به حتى ٧,٥٧ مللى مول، وتبين أن مرد تلك التأثيرات كان لغلق المعاملة للثغور. هذا إلا أن المعاملة بهذا التركيز كان لها تأثيرات سلبية جانبية تضمنت حدوث اصفرار بالأوراق ازداد بزيادة تركيز حامض الأبسيسك المعامل به، لكن الأوراق استعادت خضرتها بعد رى النباتات (Agehara & Leskovar ٢٠١٢).

الكوسة

التلقيح بالميكوريزا

ازداد استعمار الميكوريزا *Glomus interaradices* لجذور الكوسة فى ظروف شدّ الجفاف، وأحدثت المعاملة زيادة مؤكدة لتحمل الكوسة فى تلك الظروف (Abol-Nasr ١٩٩٨). وفى دراسة أخرى حسّنت تلك الميكوريزا — التى ازداد استعمارها لجذور الفاصوليا فى ظروف نقص الفوسفور — من الحالة المائية للنباتات فى ظروف شد البرودة، وكان ذلك التأثير فى ظروف شدّ البرودة — أقوى عندما تعرضت النباتات — كذلك — لظروف شدّ الجفاف (El-Tohamy وآخرون ١٩٩٩).

البسلة

التعريض للأشعة فوق البنفسجية B

يقلل التعرض للأشعة فوق البنفسجية B (أو UV-B) من أضرار التعرض للجفاف فى البسلة؛ ذلك لأن التعرض لتلك الأشعة يقلل من فقد النبات للماء — من خلال التغيرات التى تحدثها فى النبات — والتى من أبرزها: تقليل درجة توصيل الثغور بالسطح العلوى للأوراق بنسبة ٦٥٪، ونقص المساحة الورقية بدرجة كبيرة، ونقص الكتلة البيولوجية biomass للنبات من خلال النقص فى أعداد الخلايا وانقساماتها (Nogués وآخرون ١٩٩٨).

الرش بالجليسين بيتين

أدى رش نباتات البسلة بالجليسين بيتين glycinebetaine (تحت ظروف الصوبة بتركيز ٠,٠٥، أو ٠,١، أو ٠,٢ مول عند عمر ٣ أسابيع، أو تحت ظروف الحقل بتركيزات وصلت إلى ١٥ كجم/هكتار عند مرحلة نمو الورقة الثالثة).. أدت إلى زيادة معدل النمو النسبى، وخاصة عندما أجريت المعاملة أثناء تعرض النباتات لظروف الجفاف، أو بعدها مباشرة، حيث أدى الرش بتركيز ٠,٢ مول جليسين بيتين إلى زيادة معدل النمو النسبى بعد أسبوعين من المعاملة، وكانت الزيادة بنسبة ٤٥٪ عندما أجريت المعاملة أثناء التعرض

للجفاف، وبنسبته ١٣٪ عندما أجريت بعد ذلك، إلا أن تأثير الرش بالجليسين بيتين تضاءل بعد ثلاثة أسابيع من المعاملة. كذلك أدت المعاملة إلى زيادة معدل النمو النسبى تحت ظروف الحقل أيضًا (Makela وآخرون ١٩٩٧).

الفاصوليا

زيادة التسميد البوتاسى

أدت زيادة تركيز البوتاسيوم فى المحلول المغذى لمزرعة رملية من ٠,١ إلى ٣,٠ ملى مولى إلى زيادة أطوال جذور الفاصوليا، ووزنها الجاف — وخاصة تحت ظروف نقص الرطوبة الأرضية — كما ازدادت أعداد الجذور الجانبية وتفرعاتها الثانوية، وأعداد العقد الجذرية، وتحسن النمو الخضرى، وكذلك ازداد المحتوى المائى للنباتات، وخاصة تحت ظروف نقص الرطوبة الأرضية (Sangakkara وآخرون ١٩٩٦).

إضافة المواد المحبة للرطوبة للتربة

أدى خلط التحضير التجارى المحب للرطوبة أكواسورب Aquasorb (وهو gel soil conditioner) مع الطبقة السطحية لتربة رملية جيرية بمعدل يزيد عن ٠,٣٪ على أساس الوزن الجاف (وهو ما يعنى أكثر من ثلاثة أطنان من المركب للفدان) إلى تحسين إنبات البذور، وزيادة ارتفاع النبات، ودليل المساحة الورقية، والوزن الجاف لكل من النمو الخضرى والجذرى، وعدد القرون ووزنها، وزيادة كفاءة استخدام مياه الرى. وقد تناقص محصول القرون بزيادة ملوحة مياه الرى من EC ٠,٤٥ إلى ٦,٢٥ مللى موز، وبزيادة معدل الرى من ٤٠٪ من البخر السطحى (E_v) إلى ٨٠٪، ولكن تلك الزيادة كانت مصاحبة بنقص فى كفاءة استخدام مياه الرى (Al-Sheikh & Al-Darby ١٩٩٦).

معاملات منظمات النمو

على الرغم من أن المعاملة بمثبطات النمو لا يوصى بها للفاصوليا، فإن المعاملة ببعضها أدى إلى تحسين قدرة النباتات على تحمل ظروف الجفاف. ومن بين المعاملات التى أعطت

نتائج إيجابية فى هذا الشأن الرى بالفوسفون — د Phosphon-D، والرش بأى من الفوسفون — س Phosphon-S أو الـ SADH، والرى أو الرش بالـ CCC. أجريت المعاملة بأى منهم مرتان، وكانت أولاهما عند اكتمال تكوين الورقة الأولية، ثم كانت الثانية بعد عشرة أيام. أدت جميع المعاملات إلى زيادة الوزن الجاف للنمو الجذرى، وإلى نقص نسبة النموات القمية إلى النموات الجذرية؛ الأمر الذى جعل النباتات أكثر قدرة على تحمل ظروف الجفاف (عن Weaver ١٩٧٢).

المعاملة بالجليسين بيتين

يؤدى تعرض الفاصوليا لنقص الرطوبة الأرضية إلى زيادة محتواها من الجليسين بيتين glycine betaine بنسبة حوالى ٢٦٪ مقارنة بالنباتات المروية جيدًا. وقد أدت معاملة النباتات بالجليسين بيتين بتركيز ١٠ ملى مول إلى زيادة قدرتها على تحمل نقص الرطوبة الأرضية عن نباتات الكنترول، حيث كانت النباتات المعاملة بالمركب أبطأ — خلال فترة التعرض لظروف الجفاف — فى نقص الجهد المائى فيها؛ ومن ثم كانت أبطأ فى ظهور أعراض الذبول عليها، كما كانت أقدر على استعادة وضعها الطبيعى بعد زوال حالة الجفاف. وبينما أدى نقص الرطوبة الأرضية إلى نقص معدل البناء الضوئى فى النباتات، وبطء نموها، فإن المعاملة بالجليسين بيتين تغلبت على تلك المشاكل، حيث لم يتأثر فيها النمو الكلى أو محصول القرون، أو تأثرًا قليلاً، مقارنة بما حدث فى النباتات التى لم تعامل بالمركب (Xing & Rajashekar ١٩٩٩).

فاصوليا المنج

الرش بالكاولين

أدى رش نباتات فاصوليا المنج (*Vigna radiata*) بالكاولين kaolin ثلاث مرات بعد ١٥، و٣٠، و ٤٥ يومًا من الزراعة بتركيز ٨٠جم/لتر إلى إمكان إطالة الفترة بين الريات من١٠ إلى ١٥ يومًا دون حدوث انخفاض فى المحصول. ولقد ترافقت الزيادة فى

المحصول ومكوناته التى أحدثتها معاملة الكاولين بقيم أعلى لكل من المساحة الورقية، وفترة بقاء الأوراق، وإنتاج المادة الجافة / نبات (Kadbane & Mungse ١٩٩٧).

الفراولة

المعاملة بحامض الجاسمونك

أدت معاملة الفراولة بحامض الجاسمونك فى ظروف شدّ الجفاف إلى خفض النتح، والفقد المائى، ومحتوى الـ malondialdehyde، وكذلك إلى تقليل الانخفاض فى دهون الأغشية البلازمية، والجليكوليبيدات glycolipids، والفوسفوليبيدات phospholipids، ودرجة عدم تشبع الأحماض الدهنية، ونسبة حامض اللينولينك linolenic إلى حامض اللينوليك linoleic. كذلك قللت المعاملة بحامض الجاسمونك من معدل الزيادة فى نشاط البيروكسيديز peroxidase تحت ظروف الشد الجفافى. وقد ازداد كل من نشاط الكاتاليز catalase، والسوبر أوكسيد دسميتويز superoxide dismutase، ومحتوى حامض الأسكوربيك فى الأوراق المعاملة بحامض الجاسمونك مقارنة بالوضع فى أوراق الكنترول. ويُستفاد مما تقدم بيانه أن النباتات المعاملة بحامض الجاسمونك كانت أكثر تحملاً للشدّ المائى (Wang ٢٠٠٠).

الخرشوف

المعاملة بحامض الأبسيسك

وجد أن معاملة شتلات الخرشوف بحامض الأبسيسك رشًّا بتركيز ١٠٠٠ مجم/لتر أدت إلى تحسين تحمل شد الجفاف؛ الأمر الذى ترافق مع المحافظة على الوضع المائى للنموات الخضرية وغلق للثغور؛ وبما يجعلها أكثر قدرة على تحمل صدمة الشتل. هذا بينما لم تكن مضادات النتح المكونة لغشاء سطحى (Antistress، وTransfilm، وVapor Gard) مؤثرة فى تجنب شدّ الجفاف (Shinohara & Leskovar ٢٠١٤).

الجزر

معاملة البذور بالـ AMBIOL

أدى نقع بذور الجزر فى محلول من الـ AMBIOL، وهو مشتق من 5-hydroxybenzimidazole، بتركيز ١٠مجم/لتر لمدة ٢٤ ساعة، ثم تعريض البادرات بعد ١٥ يومًا من إنباتها لشدٍّ رطوبى دام لمدة سبعة أيام.. أدى ذلك إلى التجنب التام للنقص فى إنتاج المادة الجافة بالنمو الخضرى، الذى يحدثه الشدُّ الرطوبى، حيث أدت تلك المعاملة — فى حالة التعرض للشدِّ الرطوبى — إلى زيادة إنتاج المادة الجافة بنسبة ٢١٤٪ عما فى النباتات غير المعاملة التى تعرضت للشدِّ الرطوبى، وبنسبة ٢٦٪ فى حالة عدم التعرض للشدِّ الرطوبى عما فى النباتات غير المعاملة التى لم تعرض لمعاملة الشد. ويعتقد بأن مرد ذلك كان إلى زيادة المعاملة للنمو الجذرى (Rajasekaran & Blake ٢٠٠٢).