إنبات البذور فى مختلف ظروف الشدِّ والارتباطات بينها

العلاقة بين إنبات البذور فى ظروف الشدِّ وفى ظروف عدم الشدِّ

وجد أن السلالات التى تنبت بذورها سريعًا تحت ظروف عدم الشدّ تنبت سريعًا – كذلك – تحت ظروف الشد سواء أكان شد البرودة أم الشد الملحى. وعندما أُجرى اختبار شمل ٣٦ سلالة من الطماطم وأنواعها البرية كان ارتباط الشكل المظهرى بين الإنبات فى ظروف عدم الشد (٢٠°م) وظروف شد البرودة (١٠°م) عاليًا وقُدِّر بنحو r = ٠,٧٥، وكذلك عاليًا (r = ٠,٥٨ – ٠,٦٢) بين الظروف العادية وظروف شد الملوحة؛ بما يعنى إسهام آليات فسيولوجية متشابه فى الإنبات السريع للبذور تحت ظروف الشد وعدم الشد.

وأوضحت دراسات أخرى وجود جينات تؤثر فى إنبات البذور فى كل من ظروف الشدِّ وعدم الشدِّ، بالإضافة إلى جينات قد تكون خاصة بظروف الشدِّ وتؤثر فى الإنبات تحت ظروف الشدِّ فقط (Foolad ١٩٩٩).

العلاقة بين تحمل الملوحة وتحمل البرودة أثناء إنبات البذور

أظهرت دراسة أجريت على ٣٠ سلالة من الطماطم وخمسة من أنواعها البرية تماثلت استجابتها – حساسية أو تحمل – لكل من شدِّ البرودة وشدِّ الملوحة خلال مرحلة إنبات البذور، إلاّ أن بعض السلالات كانت أكثر تحملاً لأحد عوامل الشدِّ دون الآخر. وتبين وجود ارتباط إيجابى قُدِّر بنحو r = ٠,٧٧ بين الإنبات فى ظروف شدِّ البرودة وظروف شدِّ الملوحة؛ بما يعنى وجود بعض العوامل الوراثية التى تؤثر فى الصفتين معًا، ولكن عوامل إضافية أخرى ربما تؤثر فى تحمل أحد عوامل الشد دون الآخر.

كذلك عندما أُجرى انتخاب للقدرة على الإنبات السريع فى وجود شدِّ برودة أو شدِّ ملوحة على بذور نباتات الجيل الثانى لتلقيح بين سلالة الطماطم UCT5 الحساسة

لكل من شد البرودة وشد الملوحة أثناء إنبات البذور والسلالة P.I. 120256 المتحملة، ثم اختبر الإنبات فى بذور الجيل الثالث.. وجد أن الانتخاب لتحمل إنبات البذور لأحد ظروف الشد حسَّن قدره بذور النسل على تحمل حالتى الشد، مع وجود ارتباط وراثى عالٍ قدر بنحو r = ٠,٦٦ — ١,٠.

كذلك تبين وجود QTLs رئيسية على كروموسوم ١ تُسهم فى إنبات البذور السريع فى ظروف كل من شد البرودة والشد الملحى، وعديد من الـ QTLs الأخرى التى تؤثر فى تحمل الإنبات تحت أحد ظروف الشد دون الآخر؛ فكانت خاصة بظروف شدٍّ معينة، إلا أن الـ QTLs الأولى (غير الخاصة بظروف شد معينة) كانت أقوى تأثيرًا (Foolad ١٩٩٩، و Foolad & Lin ١٩٩٩).

العلاقة بين تحمل الملوحة أثناء إنبات البذور وخلال مرحلة النمو الخضرى

فى البداية دُرس تحمل الملوحة خلال مرحلتى الإنبات والنمو الخضرى (فى اختبارات مستقلة) فى عدد من عائلات الجيل الرابع للتلقيح بين سلالة الطماطم UCT5 الحساسة للملوحة فى كل مراحل إنبات البذور والنمو النباتى، والسلالة المتحملة للملوحة فى كل تلك المراحل P.I.174263، ولم يتبين وجود أى ارتباط بين قدرة البذور على الإنبات سريعًا وقدرة النباتات على النمو فى ظروف الشدِّ الملحى؛ بما يعنى عدم وجود أى علاقة مورفولوجية بين الصفتين.

وفى دراسة أُخرى انتخبت أسرع البذور إنباتًا (أول ٧,٣٪ من البذور النابتة) فى ظروف الشد الملحى من بين نباتات الجيل الثانى للتلقيح السابق، واختبر نسلها (الجيل الثالث) لتحمل الملوحة فى كل من مرحلتى إنبات البذور والنمو الخضرى. ولقد تبين أن الانتخاب الذى أُجرى فى الجيل الثانى كان فعّالاً فى تحسين تحمل الملوحة خلال مرحلة إنبات البذور فى الجيل الثانى، بينما لم يؤثر على تحمل النمو الخضرى

للملوحة فى نباتات الجيل الثالث؛ بما يعنى أن العوامل الوراثية التى أسهمت فى تحمل الملوحة خلال مرحلة الإنبات تختلف عن تلك التى تُسهم فى تحمل الملوحة خلال مرحلة النمو الخضرى.

وعندما قورنت مواقع الـ QTLs التى وُجد أنها تتحكم فى تحمل الملوحة خلال مرحلة الإنبات بتلك التى وجد أنها تتحكم فى صفة تحمل الملوحة خلال مرحلة النمو الخضرى، وجد أنها اختلفت – غالبًا – بين الحالتين باستثناءات قليلة تواكبت مع ارتباط شكل مظهرى ضعيف (قُدر بنحو r = ٠,٢٢) بين سرعة إنبات البذور ونسبة قدرة النباتات على البقاء فى ظروف الشدِّ الملحى (Foolad ١٩٩٩).

كما تبين من دراسة استخدمت فيها السلالة LA722 المتحملة للملوحة من *S. pimpinellifolium* وصنف الطماطم الحساس للملوحة NC84173، وذلك على نباتات التلقيح الرجعى الأول (NC 84173 × *S. pimpinellifolium* LA722) × NC 84173 ، ونباتات التلقيح الذاتى للتلقيح الرجعى الأول.. تبين وجود ارتباط ضعيف – ولكن جوهرى – بين إنبات البذور ونسبة البقاء تحت ظروف الملوحة، وأمكن التعرف على سبع، وخمس QTLs لتحمل الملوحة أثناء إنبات البذور، وأثناء النمو الخضرى، على التوالى. وكانت مواقع الـ QTLs للإنبات – فى معظم الحالات – مختلفة عن مواقع تلك الخاصة بالنمو الخضرى. وعمومًا أظهرت الدراسة استقلال وراثة تحمل البذور للإنبات فى ظروف الملوحة عن تحمل النمو الخضرى (Foolad ١٩٩٩).

ويُستنتج مما تقدم بيانه من دراسات أُجريت على كل من سلالة الطماطم P.I. 174263 (المتحملة للملوحة فى كل من مرحلتى الإنبات والنمو الخضرى) والصنف UCT5 (الحساس للملوحة فى كل المراحل التطورية) أن الانتخاب لتحمل الملوحة فى مرحلة الإنبات يُحسِّن جوهريًّا من الإنبات فى ظروف الملوحة، ولقد كانت درجة التوريث المحققة realized heritability لتلك الصفة ٠,٧٣. هذا إلاّ أن الانتخاب

لتحمل الملوحة أثناء الإنبات لم يؤثر فى تحمل النباتات للملوحة خلال مرحلة النمو الخضرى؛ فلم تظهر فروق جوهرية بين الأنسال المنتخبة وغير المنتخبة على أساس أى من النمو المطلق أو النمو النسبى فى ظروف الشدِّ الملحى. ويفيد ذلك تحكم نظم وراثية مختلفة فى تحمل الملوحة فى كل من مرحلتى الإنبات والنمو الخضرى، مع ما يعنيه ذلك من ضرورة إجراء الانتخاب لتحمل الملوحة فى كل مراحل النمو بدءًا بالإنبات (Foolad & Lin ١٩٩٧).

كذلك أوضحت الدراسات التى أسلفنا الإشارة إليها، والتى أجريت على وراثة تحمل الملوحة فى الطماطم أنه – فى كل مرحلة من مراحل النمو – يتحكم فى صفة التحمل عدد قليل من الـ QTLs ذات التأثير الرئيسى، وعديد من الـ QTLs بتأثيرات أصغر. ولقد أمكن التعرف على QTLs مختلفة فى مراحل النمو المختلفة؛ بما يعنى غياب العلاقات الوراثية بين تلك المراحل فى خاصية تحمل الملوحة. وبينما أمكن تحديد QTLs كانت خاصة بعشائر معينة ولا توجد فى غيرها، فقد أمكن – فى المقابل – تحديد QTLs كانت متواجدة فى عشائر وأنواع مختلفة من جنس الطماطم (Foolad ١٩٨٤).

العلاقة بين تحمل الملوحة أثناء إنبات البذور ومقاومة تعفن الطرف الزهرى

تحتوى سلالة IL8-3 – التى طوِّرت من السلالة M82d – على جزء كروموسومى من النوع البرى *Solanum pennellii*. وقد وجد أن بذور IL8-3 يمكنها الإنبات فى ظروف الشدِّ الملحى بصورة أفضل من بذور M82d؛ بما يعنى حصولها على جين لتحمل الملوحة من جينوم *S. pennellii*. وقد وجد أن آلية تحمل الملوحة تلك تتضمن التنظيم الأسموزى والاستجابة لحامض الأبسيسك. كذلك وجد أن معدل الإصابة بتعفن الطرف الزهرى فى IL8-3 أقل مما فى M82d، وأن تلك الخاصية صفة سائدة، وأن

مردها – غالبًا – إلى القدرة العالية لنباتات تلك السلالة على امتصاص وتوزيع أيونا الكالسيوم والبوتاسيوم؛ نظرًا لأن ثمارها كانت أعلى محتوى من هذين الأيونين عن محتوى ثمار السلالة M82d منهما. وقد وجد أن كلا الجينين المتحكمين فى تحمل الملوحة وتعفن الطرف الزهرى يقعان فى منطقة كروموسومية واحدة قصيرة، هى الـ IL8-3-83 من IL8-3 (Uozumi وآخرون ٢٠١٢).

تحمل النمو الخضرى والمحصول لشدِّ الملوحة

طرق التقييم لتحمل النمو الخضرى لشدِّ الملوحة

استخدام الماء الملحى وماء البحر فى التقييم

من المفضل اختبار تحمل النباتات للملوحة بريها بمحاليل مغذية تحتوى على نسب مختلفة من ماء البحر، بدلاً من الرى بمحلول لأحد الأملاح أو المخلوط من أملاح معينة؛ ذلك لأن توازن الأملاح – الذى يوجد فى ماء البحر – يجعله أكثر المحاليل الملحية قربًا إلى المحلول الأرضى من حيث محتواه من مختلف الأملاح والأيونات؛ حيث يزيد فيه تركيز أيونات البورون والمغنيسيوم والكبريتات والكربونات، بالإضافة إلى أيونى الصوديوم والكلورين (Rush & Epstein ١٩٨١).

ومن أهم خصائص ماء البحر ما يلى:

١- يبلغ محتواه من الأملاح ٣,٥٪؛ أى نحو ٣٥٠٠٠ جزء فى المليون.

٢- يبلغ تركيز كلوريد الصوديوم به نحو ٠,٥ مولارًا، فيصل محتواه من الصوديوم إلى ١٠٥٦١ جزءًا فى المليون، ومن الكلورين إلى ١٨٩٨٠ جزء فى المليون.

٣- تبلغ درجة توصيله الكهربائى ٤٦,٣ مللى موز/سم (Weast ١٩٧٦).

ويبين جدول (٤-١) تركيز العناصر المغذية الرئيسية فى كل من المحلول الأرضى، والمحلول المغذى، وماء البحر (عن Epstein وآخرين ١٩٧٩).