الفصل الثامن

فسيولوجيا الكرفس

سكون البذور وإنباتها

انخفاض نسبة إنبات البذور

تنخفض نسبة الإنبات فى بذور الكرفس - عادة - عن كثير من الخضر الأخرى. ويرجع ذلك إلى الأسباب التالية:

١ - وجود بذور طبيعية المظهر. ولكنها خالية من الأجنة بسبب تغذية حشرة الليجس Lygus bug على الأجنة أثناء تكوينها. كما توجد أدلة على أن الحشرة تفرز مواد سامة للجنين أثناء تغذيتها.

٢ - فشل أجنة بعض البذور فى أن تنمو بصورة كاملة.

٣ - مرور بذور الكرفس بحالة سكون، يتأثر خلالها الإنبات بكل من الضوء ودرجة الحرارة.

فمثلاً .. وجد أن المجال الحرارى الملائم لإنبات بذور خمسة أصناف من الكرفس فى الضوء تتراوح بين ١٠ و ١٥°م، بينما تراوحت درجة الحرارة العظمى للإنبات بين ٢٠ و ٣٠°م. وأدى تبادل درجات الحرارة فيما بين ١٢°-١٥°م ليلاً، و ٢٢°-٢٥°م نهارًا إلى زيادة نسبة الإنبات إلى ٨٠٪ على الأقل.

ويقل إنبات بذور الكرفس حتى فى درجات الحرارة المتوسطة الارتفاع مثل ٢٥°م، بينما يكون الإنبات جيدًا فى حرارة ثابتة مقدارها ١٥°م أو فى حرارة متغيرة مقدارها ٢٥°م نهارًا مع ١٥°م ليلاً. ويؤدى تعريض البذور للضوء أثناء استنباتها على ٢٥°م إلى زيادة نسبة الإنبات بقدر يتوقف على الصنف. وتؤدى معاملة النقع فى المحاليل ذات الضغط الأسموزى المرتفع إلى إسراع إنبات البذور (Pérez-Garcia وآخرون ١٩٩٥).

ويتأثر إنبات بذور الكرفس بموقعها الذى كانت عليه فى نورة النبات الأم الذى أنتج

البذور. وقد وجد أن البذور التى كانت تُحمل على النورات الأولية أو الثانوية كانت عند استنباتها أقل سكونًا وأعلى فى نسبة إنباتها مقارنة بتلك التى كانت تُحمل على نورات المستويين الثالث أو الرابع (Pressman ١٩٩٧).

تأثير الضوء فى الإنبات وعلاقة ذلك بدرجة الحرارة

يمكن لبذور الكرفس أن تنبت فى الظلام إن كان استنباتها فى حرارة منخفضة تتراوح بين ١٠، و ١٥°م. أما فى حرارة ٢٠-٢٥°م فإن البذور تبقى ساكنة فى الظلام وتتطلب التعرض للضوء لكى تنبت، ولكن لا يفيد التعريض للضوء إن كان الاستنبات فى حرارة ٣٠°م أو أعلى من ذلك.

ولقد وجد أن الضوء الأحمر هو الذى يحفز الإنبات فى البذور التى سبق تشربها بالماء وهى فى الظلام، كما وجد أن هذا التأثير للضوء الأحمر يزول إذا أعقبه تعرض البذور للأشعة تحت الحمراء؛ مما يعنى أن تلك النوعية من الاستجابة للضوء تتم من خلال صبغات الفيتوكروم.

وإلى جانب تأثر الحاجة إلى الضوء بدرجة الحرارة، فإن تلك الحاجة تختلف باختلاف الأصناف؛ فقد أنبتت بذور خمسة أصناف من الكرفس - بنسب متفاوتة - فى الظلام فى حرارة ١٥°م. ولم يحدث إنبات فى صنفين فقط - فى الظلام - مع حرارة ١٨°م، بينما فشلت بذور الأصناف الخمسة فى الظلام فى حرارة ٢٢°م. وعلى العكس من ذلك .. فقد أنبتت بذور جميع الأصناف بصورة طبيعية فى حرارة ٢٢°م فى الضوء. وكان الصنف لاثوم بلانشنج Lathom Blanching أكثرها تأثرًا بالظلام والحرارة المرتفعة، بينما كان الصنف فلورايدا ٦٨٣ Florida 683 أقلها تأثرًا.

وقد اقترح أن الضوء - من خلال الفيتوكروم - يحفز تمثيل الجبريللينات الضرورية لإنبات البذور. ومما يؤكد دور الجبريللين فى هذا الشأن أن تأثير الضوء المحفز للإنبات يمكن الحد منه بالمعاملة بمثبطات تمثيل الجبريللينات (Pressman ١٩٩٧).

دور المعاملات الهرمونية فى التخلص من الاحتياجات الضوئية

يمكن التخلص من الحاجة إلى التعرض للضوء بغمر البذور وهى على ٥°م فى مخلوط

من الجبريللين GA_4، و GA_7، بالإضافة إلى الإثيفون، أو بنقعها فى محاليل ذات ضغط أسموزى عال (Osmotic priming) باستعمال البوليثيلين جليكول على ١٥°م فى الضوء. ويبدو أن الضوء يحفز إنتاج الجبريللينات الضرورية للإنبات، وكلما ارتفعت درجة الحرارة كلما ازدادت الحاجة إلى الإضاءة.

وتتوقف استجابة بذور الكرفس للضوء والمعاملات الكيميائية - إلى حد كبير - على درجة الحرارة. ففى الحرارة المنخفضة يمكن أن يحدث الإنبات دونما احتياج للضوء. ويمكن أن تُحدث معاملة البذور بالبرودة على ١°م تغيرات جزئية فى التوازن الهرمونى بها يخلصها من السكون الظلامى. وتلعب كل من الجبريللينات والسيتوكينينات دورًا فى هذا الشأن.

ويتحقق ذلك التوازن الهرمونى اللازم للإنبات - فى الظلام - بمعاملة البذور بخليط من الجبريللينات GA_4، و GA_7، وتزيد بعض السيتوكينينات - مثل الكينتين Kinetin، وبنزيل أدنين benzyladenine - تزيد من فاعلية الجبريللين (Ryder ١٩٧٩).

وتأكيدًا لذلك، وجد أن تأثير الجبريللين فى التخلص من السكون يزداد عندما تضم المعاملة - كذلك - السيتوكينينات (مثل البنزيل أدنين) أو أحد المبيدين الفطريين daminozide، و benzimidazole. وقد اختلفت أصناف الكرفس فى مدى استجابتها لتلك المعاملات، وبدا أن بذور الأصناف التى استجابت لتركيزات منخفضة من الـ GA_{4+7} احتوت على قدر أقل من مثبطات الإنبات الطبيعية عن تلك التى احتاجت لتركيزات عالية من الـ GA_{4+7} أو السيتوكينين أو مخلوط منهما. وأوضحت الدراسات احتواء بذور الكرفس الحديثة الحصاد على مثبطات طبيعية أمكن التخلص منها سريعًا بالغسيل بالماء؛ مما يدل على وجود تلك المثبطات فى الطبقات الخارجية من البذرة (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

وقد تبين أن معاملة البذور بالجبريللين تحفز تحلل الإندوسبرم. وبينما لا تلعب السيتوكينينات هذا الدور، فإنها ربما تحفز نشاط الإنبات فى البذور المعاملة بالجبريللينات، وربما تحفز دخول الجبريللينات فى البذور من خلال تأثيرها على قصرة البذرة.

وجدير بالذكر أن أصناف الكرفس الحولى لا تدخل بذورها فى سكون حرارى، كما أنها تحتوى بطبيعتها على تركيزات عالية من الجبريللين (عن Pressman ١٩٩٧).

دور معاملات تهيئة البذور للإنبات فى تحسين الإنبات

تجرى معاملات تهيئة البذور للإنبات إما بنقعها فى محاليل ذات ضغط أسموزى عالٍ osmotic seed priming، وإما بكمرها فى بيئة صلبة رطبة solid matrix priming.

أولاً: معاملة النقع فى المحاليل ذات الضغط الأسموزى العالى

تجرى معاملة النقع فى المحاليل ذات الضغط الأسموزى العالى osmotic seed priming – عادة – باستعمال محاليل من البوليثيلين جليكول، أو K_3PO_4، أو KNO_3 تكون ذات ضغط أسموزى يتراوح بين –١٠، و –١٢ ضغط جوى تنقع فيها البذور لمدة ١–٣ أسابيع على ١٠–١٥°م. ويؤدى تشرب البذور الجزئى بالماء إلى بدء عملية الإنبات، إلاّ أن استمرار التشرب بالماء – الضرورى لاستكمال الإنبات – يتوقف بسبب الضغط الأسموزى العالى.

وقد أدى نقع بذور الكرفس فى مخلوط من KNO_3، و K_3PO_4 بتركيز –١ ميجا باسكال إلى تحسين الإنبات وتجانسه جوهريًا، وكان هذا المخلوط أكثر كفاءة من البوليثيلين جليكول. هذا إلاّ أن دراسات أخرى أظهرت أن نقع البذور فى البوليثيلين جليكول أسرع الإنبات ونسبته، وأدى إلى ارتفاع الحد الأقصى لدرجة الحرارة التى يمكن أن يحدث عندها الإنبات، وازدادت كفاءة معاملة البوليثيلين جليكول عندما أضيف إليه الـ GA_{4+7} والإثيفون. هذا وتؤدى معاملة البذور بالبوليثيلين جليكول إلى زيادة الجنين فى الحجم بانقسام الخلايا فقط، بينما تحدث تلك الزيادة فى حجم الجنين – عند نقع البذور فى الماء – من خلال كلاً من الانقسام الخلوى والزيادة فى أحجام الخلايا.

ولقد وجد أن مستخلصات البذور التى عوملت بالبوليثيلين جليكول كان لها تأثير منشط يماثل تأثير الجلوكوسيدات السيتوكينينية cytokinin glucosides (Pressman ١٩٩٧).

ثانيًا: معاملة الكمر فى البيئات الصلبة الرطبة

أفادت معاملة بذور الكرفس بالكمر فى بيئة صلبة (وهى المعاملة التى تعرف باسم solid matrix priming) – استعمل فيها طين جيرى calcinated clay – أفادت فى تحسين الإنبات على حرارة ٣٠°م من ٢٪ (فى الكنترول) إلى أكثر من ٨٠٪، علمًا بأن الترطيب إجرى باستعمال ٣ مل من هيبوكلوريت الصوديوم أو الماء مع ١٠ جم من البيئة الصلبة على ١٥°م لمدة تزيد عن ١٠ أيام (Parera وآخرون ١٩٩٣).

السكون الحرارى

يؤدى تعرض البذور لحرارة ٣٥°م أثناء تشربها بالماء إلى دخولها فى حالة سكون حرارى لا يمكنها التخلص منه حتى بعد نقلها إلى حرارة ٢٠°م فى الضوء. وبينما يفيد الضوء فى تحفيز إنبات البذور المستنبتة على ٢٠–٢٥°م، ولا يجدى عند استنبات البذور على ٣٠°م، فإنه يزيد من شدة السكون الحرارى الذى يحدث عند استنبات البذور على ٣٥°م (Pressman ١٩٩٧).

التأثير الفسيولوجى للملوحة العالية

لم تؤثر زيادة درجة التوصيل الكهربائى للمحلول المغذى – بزيادة تركيز كلوريد الصوديوم فى المحلول – من ٢,٠ إلى ١٠,٠ ملى موه – لم تؤثر تأثيرًا يذكر على النمو النباتى، أو على العلاقات المائية، أو محتوى الأنسجة من العناصر الكبرى، ولكنها أسهمت فى زيادة امتصاص الصوديوم والكلوريد اللذان تراكما بشدة فى الأوراق المكتملة وبدرجة أقل فى الأوراق النامية. كذلك أسهمت زيادة ملوحة المحلول المغذى فى تحسين نوعية المنتج بتقليل تراكم النيتروجين النتراتى، وخفض حالات الإصابة بالقلب الأسود فى الأوراق الحديثة (Leonardi ١٩٩٨، و Pardossi وآخرون ١٩٩٩أ).

وفى دراسة أخرى نقص نمو الكرفس قليلاً – ولكن بصورة معنوية – بزيادة تركيز كلوريد الصوديوم فى المحلول المغذى إلى ٥٠ أو ١٠٠ ملى مول، ونقص النمو بشدة عند ٣٠٠ ملى مول، إلاّ أن النباتات استعادت قوة نموها كاملة وسريعًا بمجرد انتهاء حالة الشدّ الملحى أيًّا كان تركيز كلوريد الصوديوم الذى تعرضت له. وقد أدى الشد الملحى إلى