الفصل الثالث

فسيولوجيا البسلة

إنبات البذور

أجزاء البذرة والجنين

تتكون بذرة البسلة المكتملة التكوين من جنين وفلقتين كبيرتين محاطتين بقصرة البذرة testa . ويترك مكان اتصال البذرة بالجدار الداخلى للقرن أثرًا يعرف باسم السرة hilum، وتوجد فتحة صغيرة بالغلاف البذرى بالقرب من السرة تعرف باسم النقير micropyle، وهى الفتحة التى تمر منها الأنبوبة اللقاحية إلى البويضة لتوصيل الأنوية الذكرية عند الإخصاب. وتقع السرة، والنقير، ومكان الالتحام raphe (وهو بروز ينشأ من الجذر الجنينى) على امتداد خط الانفصال بين الفلقتين (شكل ١-١). ويتكون المحور الجنينى embryonic axis من الجذير radicle، والسويقة الجنينية السفلى hypocotyl، والسويقة الجنينية العليا epicotyl، والريشة plumle. ويتكون الغلاف البذرى seed coat من طبقتين ملتحمتين من الخلايا، تشكل الخارجية منها قصرة البذرة testa، والداخلية الأغلفة الجنينية integuments أما الخلايا البرانشيمية الداخلية فإنها تصل إلى مرحلة الشيخوخة قبل اكتمال نضج البذرة، وتضمحل تحت تأثير الفلقتين الناميتين.

علاقة حجم البذرة والجنين بقوة الإنبات

نجد تحت معظم الظروف أن أصناف البسلة ذات البذور الكبيرة - وكذلك البذور الكبيرة الحجم من الصنف الواحد - تعطى بادرات أقوى نموًا وأكثر قدرة على التنافس مع غيرها من البادرات عن تلك التى تنتج من بذور أصغر حجمًا. وعلى الرغم من هذا التأثير لحجم البذور على قوة نمو البادرات فإنه لا يدوم كثيرًا ونادرًا ما يكون مؤثرًا على المحصول النهائى.

وتجدر الإشارة إلى أن تكوين بذور كبيرة الحجم فى القرن يزيد من فرصة فشل بعض البذور الأخرى – فى القرن ذاته – فى إكمال نموها. ولذا .. يكون من المفيد إنتاج أصناف تتميز بزيادة حجم محور الجنين مع بقاء حجم الفلقتين عاديًا، لكى تتهيأ لها قدرة تنافسية جيدة عند الإنبات، مع عدم زيادة خطورة فشل البذور الأخرى – داخل القرن – فى إكمال نموها.

أضرار التشرُّب السريع للبذور بالماء

يعتبر معدل امتصاص البذور للماء أمرًا هامًا بالنسبة لبقاء البذرة؛ فعندما يكون امتصاصها سريعًا تحدث أضرار كبيرة فى الأغشية الخلوية لبعض الخلايا؛ مما يؤدى إلى فقد محتويات تلك الخلايا فى البيئة المحيطة. ويمكن أن تفقد أجنة بذور البسلة كميات كبيرة من المحاليل خلال الدقائق أو الساعات القليلة الأولى من امتصاص البذور للماء. ويحدث ذلك نتيجة تمزق الأغشية الخلوية فضلاً عن الطبيعة المسامية للأغشية الخلوية عند تشبعها بالرطوبة. وتجذب هذه المحاليل إليها فطريات التربة التى تتغذى على البادرات الصغيرة؛ مما يؤدى إلى إصابتها بالفطريات المسببة للذبول الطرى، مثل *Pythium* spp.، و *Rhizoctonia solani*.

مراحل الإنبات

أولاً: الفلقتان

تمر الفلقتان أثناء إنبات البذور بثلاث مراحل أساسية، هى: التشرب بالماء imbibition، والتنشيط activation والشيخوخة. تبدأ مرحلة التشرب بالماء بعد وضع البذور فى التربة وملامستها للماء مباشرة، وتستمر لمدة حوالى ٢٠ ساعة، وتتميز بسرعة امتصاص فلقتا البذرة وجنينها للماء إلى أن يتضاعف حجمها. ويحدث خلال الساعات الست الأولى من تشرب البذرة بالماء اكتساب الجزيئات العضوية، والأحماض النووية، والبروتينات للماء، ويلى ذلك تراكم الماء فى الفجوات العصارية. وفى نهاية الفترة تقل سرعة التشرب بالماء، ويزداد النشاط الأيضى، وتحدث عدة تغيرات أيضية. وبينما يمكن أن تتحمل البذور نقص الرطوبة فى المرحلة الأولى للإنبات (مرحلة التشرب بالماء)، فإن

هذا النقص يمكن أن يحدث أضرارًا جسيمة فى الجنين والفلقتين إذا حدث فى أى وقت من مرحلة النشاط الأيضى.

تستمر المرحلة الثانية من الإنبات (مرحلة النشاط الأيضى) لعدة أيام، وهى تتميز بتحلل المواد الغذائية المخزنة فى الفلقتين؛ فيقل فيهما تركيز النشا، والبروتين، وحامض الفيتيك phytic acid، بينما يزداد تركيز السكريات، والأميدات، والفوسفور غير العضوى. وترجع الزيادة الأولية فى تركيز السكريات بعد التشرب بالماء إلى التحلل المائى لبعض السكريات عديدة التسكر، وهى الـ sucrosyl oligosaccharides. ويبدأ تنشيط تحلل النشا فى البذور المجعدة مبكرًا قليلاً عن الزيادة فى نشاط الأميليز، بينما تتوافق العمليتان فى بذور البسلة الملساء.

وتبدأ مرحلة ثالثة للفلقتين بعد نحو خمسة أيام من بداية التشرب بالماء، وتتميز بنقص حاجة البذور للأكسجين، وبداية شيخوخة الفلقتين. وفى تلك المرحلة تتحلل عديد من مكونات الخلية مثل الدنا (دى إن أى) DNA، والرنا (آر إن أى) RNA، والبروتين .. تتحلل إلى مكوناتها الأصلية، ثم تنتقل إلى محور الجنين النامى.

ثانياً: الجنين

يمر الجنين خلال عملية إنبات البذور بثلاث مراحل كذلك مماثلة لتلك التى تمر بها الفلقات. تتوافق المرحلة الأولى مع مرحلة التشرب بالماء، وتتميز بامتصاص الجنين للماء، وبدء العمليات الأيضية. ويزداد معدل الأيض فى المرحلة الثانية التى تحدث فيها تغيرات تركيبية كبيرة فى الخلايا؛ فيزداد تكوين الأغشية فى أجسام جولجى والميتوكوندريات، كما تحدث بعض الانقسامات فى الميتوكوندريات، وتتضخم الشبكة الإندوبلازمية، ولكن لا يحدث خلال هذه المرحلة تغير يذكر فى الوزن الطازج لمحور الجنين أو محتوى الجنين من الأحماض النووية. وتحدث خلال هذه المرحلة - كذلك - استطالة فى خلايا الجذير، يترتب عليها بروزه من قصرة البذرة؛ الأمر الذى يسمح بمرور الأكسجين إلى داخل البذرة. وبدخول الأكسجين يزداد معدل التنفس؛ مما يُحفِّز بدء المرحلة الثالثة التى يزداد فيها الوزن الطازج لمحور الجنين، وتمثيل الدنا والرنا.

وفى خلال هذه المراحل الثلاث تحدث زيادة مستمرة فى معدل التنفس.

بزوغ البادرة

تبقى فلقتا بذرة البسلة تحت سطح التربة بعد الإنبات، وهو ما يعرف بالإنبات الأرضي hypogeal. وما أن يبرز الجذير من غلاف البذرة ويبدأ تعمقه في التربة، إلا وتبرز كذلك السويقة الجنينية العليا على سطح التربة دافعة الريشة (القمة النامية) التي تبقى منحنية لتحمي القمة الميرستيمية من الأضرار الميكانيكية أثناء مرورها في التربة. وما أن تبرز الريشة فوق سطح التربة وتتعرض للضوء حتى تستقيم ويبدأ ظهور الورقة الأولى (عن Muehlbauer & McPhee ١٩٩٧).

تأثير درجة الحرارة على الإنبات

تبين لدى دراسة تأثير تعريض بذور البسلة لحرارة عالية لمدة ٣ أيام أثناء إنباتها، ما يلي:

- كانت أفضل حرارة لبروز الجذير ونمو القمة النامية هي ٢٨°م، وأدى التعرض لحرارة ٣٤ أو ٣٦°م إلى إبطاء تلك العمليات، التي توقفت نهائيًا في حرارة ٣٨ أو ٤٠°م.
- كانت الحرارة القصوى التي أنبتت عندها ٥٠٪ من البذور هي ٣٦ أو ٣٨°م.
- كانت البذور الكاملة أكثر حساسية للحرارة العالية عن أجنتها، كما كان بزوغ الجذير أقل حساسية للحرارة العالية من عمليات النمو التالية لمحاور الجنين.
- أدى التثبيط الأولي للإنبات عند ٤٠°م إلى تأخير الإنبات عند التعرض لحرارة ٢٨°م بعد ذلك.
- عندما تشربت البذور بالماء على ٤٠°م فإن فقدها لحيويتها حدث في خلال ١٠-٢٥ ساعة حسب الصنف (Gumi Evskaya ١٩٩٧).

ويستغرق إنبات البذور في الحرارة المناسبة (٢٤-٢٨°م) حوالي ٤-٥ أيام، وتقل سرعة الإنبات تدريجيًا بانخفاض درجة الحرارة عن ذلك إلى أن يتوقف الإنبات في حرارة ٤,٤°م.

إنتاج البذور للإثيلين أثناء إنباتها

تنتج بذور البسلة الإثيلين أثناء إنباتها، ويحدث ذلك مرة واحدة خلال المراحل الأولى لنمو الجذير. وقد أدت معاملة البذور بمركب 2,5-norbornadiene وهو مثبط منافس لفعل الإثيلين إلى تثبيط إنبات البذور، وأدت معاملة البذور بالإثيلين إلى التغلب على هذا التثبيط؛ مما يدل على أن الإثيلين ضرورى لإنبات بذور البسلة. كما تؤثر قوة البذور seed vigor والتغيرات الحرارية أثناء تشرب البذور بالماء على إنتاج الإثيلين بصورة ملحوظة (Petruzzelli وآخرون ١٩٩٤).

النمو الخضرى

علاقة الفلقتان بالنمو الخضرى للبادرات

أوضحت الدراسات أن فقد الفلقتين أو أجزاء منهما يؤثر تأثيرًا سلبيًا بالغًا على نمو البادرات، ويبدو أنهما يزودان البادرة النامية ليس فقط بالغذاء المجهز، ولكن أيضًا بمركبات أخرى لا تعوضها زيادة شدة الإضاءة التى تعرض لها البادرات التى فقدت فلقاتها، وقد اقترح البعض أن الفلقات تنظم عملية التنفس فى البادرات، وأن فقدها يؤدى إلى زيادة معدل التنفس.

تتابع النمو الورقى على ساق النبات

تكوّن ساق البسلة أثناء نموها بين ٢٠، و ٢٥ عقدة، وابتداء من العقدة الثالثة تحمل الساق ورقة خضرية عند كل عقدة. وتتكون الورقة - وهى مركبة ريشية زوجية - من زوج من الأذينات الكبيرة عند قاعدتها، وعنق يحمل ٢-٣ أزواج من الوريقات، وينتهى بثلاثة إلى خمسة محاليق (شكل ٣-١). تبقي العقدتان الأولى والثانية - عادة - تحت سطح التربة، وتكون الأوراق عندهما صغيرة وتتكون كل منها من زوج من الأذينات الأثرية. وكثيرًا ما تظهر الفروع القاعدية عند هذه العقد.

يختلف عدد أزواج الوريقات التى تتكون منها الورقة باختلاف موضعها على النبات، وتكون عادة زوج واحد فى الأوراق السفلى تزداد إلى زوجين ثم إلى ثلاثة أزواج كلما تقدمنا أعلى الساق. وتغطى أوراق البسلة بطبقة شمعية، ويتباين لونها - حسب الصنف - بين الأخضر المصفر والأخضر الضارب إلى الزرقة.