دور منظمات النمو

تؤدى معاملة نباتات البسلة بالكاينتين إلى تبكير الإزهار، ويزداد التبكير مع زيادة التركيز المستخدم كما هو مبين فى جدول (٣-١). ويعتبر ذلك عكس التأثير الذى يحدثه الكاينتين على إزهار الطماطم.

جدول (٣-١): تأثير المعاملة بالكاينتين على إزهار البسلة (عن Wittwer & Bukovac ١٩٦٢).

التركيز (مولار)	عدد الأيام حتى تفتح أول زهرة[١]	عدد الوحدات الحرارية حتى تفتح أول زهرة (بالنظام المئوى)
10^{-5}	٣٤ أ	٣٧٨
2×10^{-6}	٣٥ أب	٣٨٩
10^{-6}	٣٦ أب	٤٠٣
2×10^{-7}	٣٧ أب	٤١١
10^{-7}	٣٨ أب	٤٢٥
المقارنة	٣٩ جـ	٤٣٣

(١): القيم التى يتبعها حرف أبجدى متشابه لاتختلف عن بعضها جوهريًا عند مستوى احتمال ٥٪.

تكوين القرون والبذور

مراحل نمو القرون

تمر قرون البسلة بمرحلتين أثناء نموها، هما: مرحلة القرن المبطط flat pod ومرحلة القرن الدائرى المقطع round pod.

تبدأ مرحلة القرن المبطط بعد تفتح الزهرة مباشرة، وتتميز بحدوث زيادة سريعة فى طول القرن وعرضه، كما يزداد سمك جدر القرن فى الوقت ذاته. يتكون الجدار الثمرى الداخلى endocarp – وهى طبقة الخلايا المبطنة للفراغ الداخلى للقرن – من خلايا اسكليرونشيمية تتطور إلى طبقة ليفية. ونجد أن لجننة تلك الطبقة تختفى تمامًا فى البسلة السكرية، ويتحكم فى ذلك جينين متنحيين، هما p، و v. وفى وجود جين متنح ثالث – هو n – يكون القرن الخالى من الألياف مستدير المقطع، كما فى أصناف البسلة السكرية المتقصفة snap peas.

وبانتهاء مرحلة القرن المبطط تنتهى كذلك المرحلة التى يمكن أن تفشل فيها البذور فى إكمال نموها، حيث تكمل البذور المتواجدة فى القرن آنذاك نموها إلى حين اكتمال نضجها، علمًا بأن البذور تكون فى نهاية القرن المبطط بطول حوالى ٦ ملليمترات، وتكون قد انتهت أجنتها من مرحلة انقسام الخلايا، وتبدأ بعد ذلك مباشرة فى مرحلة الامتلاء. وتجدر الإشارة إلى أن أكثر البذور تعرضًا للفشل فى إكمال النمو هى تلك التى توجد فى أطراف القرن.

وتتميز تلك المرحلة من نمو القرن (عند نهاية مرحلة القرن المبطط، أى بعد حوالى ٢٠ يوماً من تفتح الزهرة) بعدة أمور؛ فعندها:

١ – يكون الإندوسيرم السائل liquid endosperm قد استُنفذ، ويكون الجنين قد ملأ الكيس الجنينى.

٢ – يكون قد اكتمل انقسام الخلايا فى الفلقتين.

٣ – يزداد الرنا وتمثيل البروتين.

٤ – يبدأ تراكم النشا.

ومع امتلاء القرون تعمل الفلقتان كوعاء للبروتين، والنشا، والفوسفات. وسريعًا ما تستهلك الفلقتان الإندوسيرم، وتكبران لتشغلا كل التجويف الداخلى للقرن.

تبدأ مرحلة القرن المستدير المقطع من اليوم العشرين، وتستمر إلى حين اكتمال التكوين pod maturity، وهى تتوافق مع فترة امتلاء البذور. ويتميز انتهاء تلك المرحلة بحدوث تغير فى لون القرن والبذور، لتبدأ بعدها مرحلة اكتمال تكوين البذور seed maturity.

مراحل نمو البذور

تمر بذور البسلة أثناء نموها بست مراحل، كما يلى:

١ – مرحلة من النمو السريع تدوم لمدة ١٤–١٩ يومًا بعد تفتح الزهرة، ويتكون خلالها الجنين والأنسجة المحيطة به، ويصل فيها نمو القصرة والإندوسبرم إلى أقصى معدل لهما، بينما يكون نمو الجنين بطيئًا جدًّا، وخاصة فى الأصناف ذات البذور المستديرة. ويكون المحتوى الرطوبى للبذور خلال تلك المرحلة حوالى ٨٥٪.

١ – مرحلة من النمو البطئ يقل فيها معدل نمو القصرة والإندوسيرم، ولا تدوم أكثر من يومين.

٣ – مرحلة ثانية من النمو السريع، وهى تدوم لفترة أقصر فى أصناف البسلة ذات البذور المجعدة مما فى الأصناف ذات البذور الملساء. وربما يرجع ذلك إلى أن أجنة البذور الملساء تكون فى حاجة إلى مزيد من النمو لكى تصل إلى ما آلت إليه أجنة البذور المجعدة. وتتميز هذه المرحلة ببطء معدل نمو الإندوسبرم، وزيادة الوزن الطازج للجنين. ونتيجة لنمو الجنين، يقل حجم الإندوسبرم السائل. ويختلف معدل الزيادة فى حجم الجنين عن معدلها فى الكيس الجنينى، حيث يتنافس الجنين وقصرة البذرة على استهلاك الإندوسيرم. ففى بداية الأمر تستحوذ قصرة البذرة على جزء أكبر من الغذاء المتاح فى الإندوسيرم عما يحصل عليه الجنين؛ مما يؤدى إلى زيادة معدل نموها عن الجنين. وبعد فترة يتساوى الجنين مع القصرة فى استقبالهما للغذاء من الإندوسيرم.

وفى هذه المرحلة الثانية من النمو السريع تبدأ الفلقتان كذلك فى تخزين الغذاء، وتنخفض نسبة الرطوبة فى البذور من ٨٥٪ إلى ٥٥٪.

٤ – مرحلة ثانية من النمو البطىء يقل فيها معدل نمو الجنين وقصرة البذرة، مع استمرار اختفاء الإندوسيرم.

٥ – مرحلة ثالثة من النمو السريع يزيد فيها معدل نمو البذور إلى أن يتوقف عند اكتمال تكوينها. وفى نهاية هذه المرحلة تنخفض رطوبة البذور حتى تتراوح بين ١٤٪، و١٨٪.

اكتمال النمو الفسيولوجى للقرون والبذور

يعتبر اكتمال النمو الفسيولوجى physiological maturity هو آخر مراحل نمو القرون، ويليها مرحلة اكتمال النمو المناسبة harvest maturity. ويحدث اكتمال النمو الفسيولوجى حينما يتقطع الاتصال الوعائى بين القرن والنبات الحامل له، ويتميز بظهور تغيرات لونية على البذور والقرون، مع انخفاض فى محتوى البذور من الرطوبة حتى ١٤–١٨٪، ويكون جفافها من الخارج نحو الداخل. ومن الضرورى أن تكون البذور

قادرة على تحمل هذا الجفاف السريع دون أن تفقد حيويتها. وفى البسلة يحدث بناء تدريجى فى قدرة البذور على تحمل الرطوبة desication tolerance خلال المرحلة الثانية لنمو البذور؛ فالجفاف البطىء للبذور – خلال تلك المرحلة – من ٨٥٪ رطوبة إلى ٥٥٪ يهيئها لتحمل الجفاف السريع بعد ذلك فى مرحلة اكتمال النمو الفسيولوجى (عن Muehlbauer & McPhee ١٩٩٧).

وكما أسلفنا.. فإن بذور البسلة تمر أثناء تكوينها بثلاث مراحل ترتبط بنسبة الرطوبة فيها. تكتمل المرحلة الأولى – وهى مرحلة تكوين جنين البذرة – عند محتوى رطوبى ثابت مقداره ٨٠٪. ويلى ذلك مرحلة امتلاء واكتمال تكوين الفلقتان، وفيها ينخفض المحتوى الرطوبى خطيًا من ٨٠٪ إلى ٥٥٪ (وهو نوع من الجفاف الفسيولوجى (physiological desiccation)، ولكن يبقى المحتوى الرطوبى ثابتًا بعد ذلك بينما يزداد الوزن الجاف إلى أن تتوقف الزيادة فى الوزن الجاف. وفى هذا الوقت تكون البذور قد وصلت إلى حدها الأقصى فى الوزن الجاف وأصبحت ناضجة فسيولوجيًا، بينما يبلغ محتواها الرطوبى ٥٥٪. وتلى ذلك مباشرة المرحلة الثالثة والتى تفقد فيها البذور جزءًا من رطوبتها إلى أن تصل إلى ١٨–١٤٪، وحينئذ تكون البذور مكتملة التكوين وجاهزة للحصاد (Deunff & Loiseau ١٩٩٤).

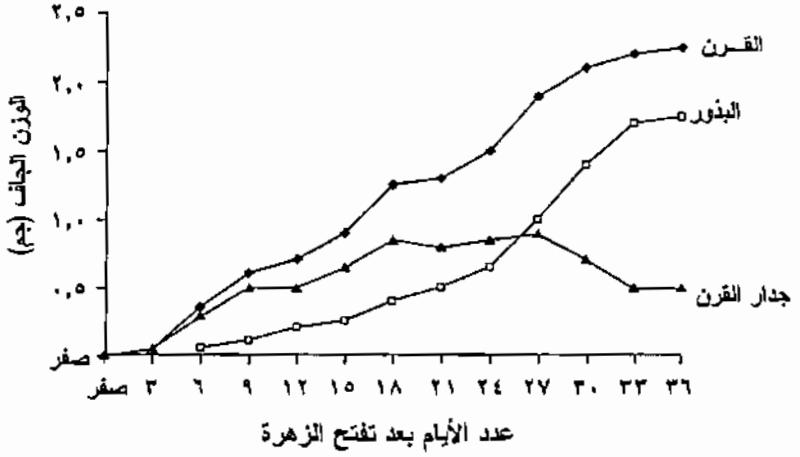
ويتراكم حامض الأبسيسيك بتركيزات عالية أثناء نمو واكتمال نضج البذور، ويبدو أنه ينظم تراكم البروتينات فيها، ويمنع الإنبات المبكر للبذور (عن Muehlbauer & McPhee ١٩٩٧).

كذلك وجد أن بروتينًا نوويًا – أعطى الرمز QP47 – يتم تمثيله خلال المرحلة الأخيرة لاكتمال تكوين البذور عندما تبدأ خلايا الجنين فى فقد رطوبتها وتدخل فى حالة سكون أيضى، ويتراكم هذا البروتين حول الكروموسومات؛ مما يؤدى إلى وقف انقسامها. ويتحلل هذا البروتين قبل بداية انقسام الخلايا واستطالة الجذير عند الإنبات (Chiatante & Brusa ١٩٩٤).

تطور الزيادة فى الوزن الجاف للقرن ومكوناته

يصل قرن البسلة إلى أقصى وزن طازج له بعد نحو ٢٠ يومًا من تفتح الزهرة، وهو

الوقت الذي يصل فيه القرن إلى أقصى درجات انتفاخه. وبينما يصل جدار القرن إلى أقصى وزن جاف له بعد نحو ١٨ يومًا من تفتح الزهرة، فإن الوزن الجاف للبذور يستمر فى الزيادة، وتكون الزيادة سريعة ما بين اليوم الرابع والعشرين واليوم الثالث والثلاثين، ويكون التطور فى الوزن الجاف للقرن هو محصلة الزيادة فى الوزن الجاف لكل من البذور وجدار القرن (شكل ٣-٣).



شكل (٣-٣) : نمو قرن البسلة ومكوناته.

مصادر الغذاء المجهز للقرون والبذور

يعتمد نمو قرون البسلة وبذورها على الغذاء المجهز فى الأوراق، وهى تحصل على نحو ٤١٪ من هذا الغذاء من الورقة التى يوجد القرن فى إبطها (٢٩٪ من الوريقات، و ١٢٪ من الأذينات)، و ٢٥٪ من القرن ذاته، و ١٤٪ من الغذاء المخزن بالجذور والذى ينتقل إليها، والباقى من الأجزاء الخضرية الأخرى للنبات. هذا وتقوم القرون إلى جانب استقبال غاز ثانى أكسيد الكربون الجوى وتمثيل الغذاء، بإدخال ثانى أكسيد الكربون الناتج عن تنفس البذور – كذلك – فى تمثيل الغذاء.

التباين فى نمو وتكوين قرون وبذور النبات الواحد عند الحصاد

إن أزهار البسلة تتكون فى براعم إبطية، وليس فى الميرستيم الطرفى؛ ولذا.. فإن النبات يصنف على أنه ذات طبيعة نمو غير محدودة inditerminate ولا يشذ عن هذه

القاعدة سوى بعض الأصناف ذات السيقان السميكة (fasciated) والتى تنتج عددًا أكبر من الأزهار، وهى تميل إلى أن تكون محدودة النمو determinate.

ويترتب على طبيعة النمو غير المحدود تباينًا كبيرًا فى مدى نمو واكتمال تكوين القرون والبذور على النبات الواحد؛ فبينما تكون القرون العليا فى بداية تكوينها، تكون القرون السفلى فى مرحلة متقدمة من اكتمال التكوين؛ الأمر الذى يشكل مشكلة كبيرة تواجه منتجى البسلة الخضراء والجافة على حد سواء؛ ذلك لأن الإنتاج التجارى للبسلة على النطاق الواسع يتطلب حصادها آليًا؛ مما يعنى - والأمر كذلك - تباين البسلة الخضراء فى نوعيتها، وتباين البسلة الجافة فى حجم بذورها. ويكون التوقيت المناسب للحصاد هو الذى يعطى أعلى محصول، ولكن مع أقل قدر ممكن من التباين فى نوعية البذور فى حالة المحصول الأخضر، ومع أقل قدر ممكن من الفقد فى بذور القرون السفلى فى حالة المحصول الجاف (عن Muehlbauer & McPhee ١٩٩٧).

تثبيت آزوت الهواء الجوى بواسطة بكتيريا العقد الجذرية

تعتبر البسلة من البقوليات النشطة فى عملية تثبيت آزوت الهواء الجوى من خلال بكتيريا العقد الجذرية التى تعيش فى جذورها معيشة تعاونية. ومن بين أكثر من ١٨ نوعًا متخصصًا معروفًا من البكتيريا التابعة للجنس *Rhizobium* التى تثبتت آزوت الهواء الجوى .. فإن النوع *R. leguminosarum* هو الوحيد الذى يعيش تعاونيًا فى جذور البسلة، وهو لايتعايش مع البقوليات الأخرى المعروفة سوى مع الفول الرومى، والعدس، والبيقة، وهى نبات علفى.

تكوين العقد الجذرية

عندما تلامس بكتيريا العقد الجذرية جذر نبات بقولى، فإن بعض البكتيريا تخترق الشعيرات الجذرية مكونة خيط إصابة infection thread يتجه نحو قاعدة الشعيرة الجذرية، حتى يصل إلى البشرة الداخلية والبيريسيكل، حيث تبدأ خلايا هذه المنطقة فى الانقسام النشط كرد فعل من جانب النبات، فيتكون نمو متدرن tuberous growth، أو ما يسمى بالعقدة nodule. وعليه.. فإن العقدة ما هى إلا كتلة من أنسجة الجذر