مع ارتفاع درجة الحرارة حتى الحد المناسب لإنبات البذور. ففى الأسبرجس تمتص البذور كل احتياجاتها من الرطوبة – وهى حوالى ٤٣٪ – فى مدة ٣٥ ساعة فى حرارة ٣٠°م، بينما يتطلب الأمر ٦٥ ساعة فى حرارة ١٨°م، لكن يجب ألا تزيد حرارة الماء عن الدرجة المثلى لإنبات البذور (Adriance & Brison ١٩٥٥).

٤- يحسن فى حالة القرعيات أن تجرى المعاملة فى قماش ثقيل مبلل تنثر عليه البذور، ويلف على شكل أسطوانة توضع فى مكان دافئ نسبيًّا، إلى أن يبدأ الجذير فى الظهور، وتسمى هذه العملية بـ "التلسين". يستغرق ذلك – عادة – ٢٤ ساعة، وقد تطول المدة عن ذلك فى الجو البارد نسبيًّا.

٥- يجب أن تزرع البذور المنقوعة بالطريقة الحراثى؛ أى تزرع فى تربة رطبة، وتترك بدون رى غالبًا لحين تمام الإنبات، ويكون ذلك فى الأراضى الثقيلة. أما فى الأراضى الصحراوية فإن الرى يستمر بصورة طبيعية بعد الزراعة.

٦- لا يجوز نقع بذور بعض الخضروات كالبقوليات؛ لأن هذه العملية قد تؤدى إلى تلف البذور بسبب امتصاص بذور البقوليات للماء بشدة، وما يتبع ذلك من احتمال تمزق القصرة وانفصال الفلقات.

وأحيانًا يكون مجرد رفع نسبة الرطوبة فى البذور قبل الزراعة – بخلطها مع بيت موس مرطب وتركها فى حيز مغلق لمدة ثلاثة أيام – يكون ذلك كافيًا لتحسين إنبات البذور فى الجو البارد. فمثلاً .. ازداد إنبات بذور الفاصوليا التى تزيد رطوبتها عن ١٢٪ فى الحرارة المنخفضة (الأقل من ١٠°م) عن البذور الأقل رطوبة، وحُصل على نتائج مماثلة فى فول الصويا، وأحد أصناف اللوبيا (عن Marsh ١٩٩٣).

معاملة نقع البذور فى محاليل ذات ضغط أسموزى عالٍ (البرايمنج)

تعريف بمعاملة البرايمنج وتأثيراتها فى البذور

يُعرف البرايمنج Seed Priming بأنه عملية نقع البذور فى محلول مهوى ذى ضغط أسابيعموزى مرتفع؛ بالقدر الذى يمنع تشرب البذور للماء إلى حد بروز الجذير،

ولكنه يحفز النشاط الفسيولوجى والكيميائى الحيوى بالبذور بهدف تحسين نسبة إنباتها، وزيادة تجانسه، وخاصة فى الظروف غير المناسبة للإنبات، مثل الحرارة المنخفضة، والحرارة العالية، والملوحة. ومن أكثر الطرق شيوعًا لتحقيق ذلك تلك التى اقترحها Hedecker، والتى تنقع فيها البذور فى محاليل لمواد ذات ضغط أسموزى مرتفع، يتراوح – عادة – بين ١٠ و ١٥ بارًا، وتترك فيه البذور لمدة ١–٣ أسابيع، بمتوسط أسبوعين للخضر المختلفة.

وكان Hedeker قد اقترح – أصلاً – استعمال مركب ذى وزن جزيئى مرتفع يعرف باسم بوليثلين جليكول Polyethylene Glycol (اختصارًا: PEG)، وهو يتوفر بأوزان جزيئية مختلفة وبتحضيرات تجارية متعددة؛ مثل كربواكس ٦٠٠٠ Carbowax 6000.

تؤدى هذه المعاملة إلى تشرب البذور كمية من الماء تكفى لوصولها إلى بداية مرحلة الإنبات، ولكنها لا تتمكن من امتصاص أية كمية إضافية من الماء لاستكمال الإنبات إلا بعد انتشالها من محلول الـ PEG؛ حيث تنبت بسرعة كبيرة عند زراعتها بعد ذلك. ففى حالة الكرفس – مثلاً – ينبت نحو ٥٠٪ من البذور الجيدة الحيوية خلال ٤٨ ساعة من انتهاء المعاملة بالـ PEG.

وفى حالة الرغبة فى تخزين البذور لفترة بعد معاملتها بمحلول الـ PEG، فإنه يفضل فقط تجفيفها سطحيًّا فى حرارة منخفضة لحين زراعتها؛ حيث تنبت سريعًا عند الزراعة. وقد أفادت هذه المعاملة فى تحسين الإنبات فى بذور البنجر، والجزر، والبصل، والكرفس، والبقدونس، وغيرها.

ويلزم فى البداية – عادة – إجراء اختبار مبدئى لتحديد درجة الحرارة المناسبة لنقع البذور، والتركيز المناسب، ومدة المعاملة المناسبة.

ويطلق – حاليًّا – مصطلح Seed Priming على أية معاملة تنقع فيها البذور، بهدف تحسين نسبة إنباتها وزيادة تجانسه.

ويؤدى عدم إتمام عملية الـ Seed Priming على الوجه الأكمل – وهو ما يعرف باسم

Under Priming – إلى زيادة الفترة التى يكتمل خلالها الإنبات – عند الزراعة بعد المعاملة – عما تكون عليه الحال فى البذور غير المعاملة، ولكن وجود نترات البوتاسيوم فى محاليل نقع البذور يجعل إنباتها أكثر تجانسًا، ويقلل من مساوئ الـ Under Priming (عن Haigh & Barlow ١٩٨٧).

هذا وتعرف البذور الـ Primed بأنها بذور معدلة بيولوجيًّا من خلال إضافة أقل كمية من الماء إليها (وغالبًا بعض منظمات النمو) تكفى للسماح للبذور بالدخول فى الخطوات المبكرة للإنبات، ولكن دون أن تنبت حقيقة. وفى تلك الحالة الـ Primed تنبت البذور أسرع وتبزغ بصورة أكثر تجانسًا فى مدى واسع من كل من درجات الحرارة والرطوبة الأرضية، ويترتب على ذلك زيادة فى قوة نمو البادرات وتجانسها وسرعة نموها (Cushman ٢٠٠٦).

مزايا البرايمنج

بعد إسراع إنبات البذور، ورفع نسبة إنباتها، وزيادة تجانسه أهم مزايا الـ Seed Priming كما أسلفنا. ومن المزايا الأخرى للـ Seed Priming أنه يفيد فى تحسين درجة أو نوعية البذور؛ لكونه يسمح بالتخلص من البذور المكسورة، وغير الناضجة، والمصابة بالأمراض – حيث لا تكون قادرة على الإنبات – وكذلك بذور الحشائش والمحاصيل الأخرى المختلفة بها. ويتحقق ذلك بالاستفادة من اختلاف الخصائص الفيزيائية للبذور عقب استنباتها؛ حيث يمكن – مثلاً – التمييز بين البذور النابتة وغير النابتة بالفصل على أساس الكثافة Density Separation.

كذلك فإن من مزايا البرايمنج تحسين قدرة البذور على الإنبات فى مدى حرارى أوسع، وإصلاح التلفيات الخلوية التى قد توجد بها، وإضعاف العوائق أمام نمو الجنين، وتحسين القدرة التخزينية للبذور، وزيادة تمثيل البروتين بها، والتخلص من السكون. هذا إلا أن تأثير الـ Priming يختلف كثيرًا باختلاف الأنواع.

وتتوقف درجة التحسين التى تترتب على البرايمنج على الجودة الابتدائية للبذور،

والنوع المحصولى المعامل، وظروف المعاملة مثل: درجة الحرارة والجهد المائى والمدة وظروف أخرى خاصة بالبيئة المستعملة فى الـ Priming. ولا توجد وصفة بسيطة يمكن تقديمها لأفضل معاملة Priming لكل نوع نباتى، لكن يجب تحديد ذلك بالتجربة والاختبار (Welbaum وآخرون ١٩٩٨).

هذا .. وتفيد معاملات البرايمنج فى تحسين إنبات البذور فى كل من الظروف الطبيعية وظروف الشدِّ، سواء أكان هذا الشدِّ بيئى (مثل شد الملوحة وشدِّ البرودة وشدِّ الحرارة)، أو بيولوجى بسبب تواجد بعض المسببات المرضية فى بيئة الزراعة. وغنى عن البيان أن ظروف الشدِّ البيئى تضعف نسبة إنبات البذور وتبطئ كثيرًا من سرعة إنباتها، وتتسبب فى ضعف نمو البادرات الناتجة، ومن ثم ضعف النمو والمحصول.

معاملات البرايمنج

تتباين كثيرًا معاملات البرايمنج، ومنها:

١- البرايمنج الأسموزى Osmopriming ، ويتضمن النقع فى محاليل ذات ضغط أسموزى عالٍ يسمح بتشريب البذور بالماء جزئيًّا بما يسمح ببدء العمليات الأيضية السابقة للإنبات، لكن مع منعٍ لاستكمال الإنبات. ومن أمثلة المركبات التى تستخدم فى عمل تلك المحاليل: السكريات والبوليثيلين جليكول والجليسرول والسوربيتول والمانيتول.

٢- البرايمنج الملحى Halopriming، ويتضمن النقع فى تركيزات مختلفة من أملاح غير عضوية مثل كلوريد البوتاسيوم ونترات البوتاسيوم وكلوريد الكالسيوم ونترات الكالسيوم وكبريتات الزنك وكبريتات المنجنيز.

٣- البرايمنج المائى hydropriming بنقع البذور فى الماء قبل زراعتها لكى تتشرب بالماء وتمر بالمرحلة الأولى من الإنبات.

٤- البرايمنج فى الوسط الصلب matricpriming وفيه يُجرى الـ priming فى وسط صلب (مثل الفيرميكيوليت والبرليت) مع الماء، بما يسمح بمرور البذور بالمرحلة الأولى للإنبات دون استكماله.

٥- البرايمنج الحرارى thermopriming وفيه تنقع البذور قبل زراعتها فى حرارة منخفضة أو مرتفعة، حيث يمكن أن تدفعها المعاملة للإنبات الجيد – بعد ذلك – فى الظروف الحرارية غير المناسبة.

٦- البرايمنج باستعمال هرمونات نباتية بتركيزات مثلى مثل الأوكسينات (IAA، و IBA، و NAA) والجبريللينات والكينتين وحامض الأبسيسك ومتعددات الأمين والإثيلين والبراسينوليد brassinolide وحامض السلسيلك وحامض الأسكوربيك. كما استخدمت كذلك بعض الحاميات الأسموزيةosmoprotectants مثل الجليسين بيتين glycine betaine. وكثيرًا ما تُحسِّن هذه المعاملات إنبات البذور والنمو النباتى والمحصول.

٧- البرايمنج البيولوجى biopriming، وذلك بتغليف البذور بغلاف من بكتيريا تستخدم فى المكافحة الحيوية، ثم تحضينها فى ظروف دافئة رطبة، حيث توفر لها هذه المعاملة حماية من الإصابات ببعض المسببات المرضية بعد الزراعة.

٨- البرايمنج فى برميل دوار drum priming وفيه يسمح بتشرب البذور بكمية معينة ومحددة سابقًا من الماء الذى يُخلط مع البذور فى خلاط برميلى دوار (Ashraf & Foolad ٢٠٠٥).

ولكى يكون القارئ مطلعًا على المصطلحات المختلفة المستخدمة فى وصف حالات البرايمنج نقدم - فيما يلى – تصنيفًا آخر - يتضمن بعض التكرار – لحالات البرايمنج:

١- البرايمنج الملحى halopriming.

يكون نقع البذور فى محلول ملحى.

٢- البرايمنج الأسموزى osmopriming:

يكون نقع البذور فى محاليل أسموزية أخرى.

ويمكن أن يؤدى أى من البرايمنج الملحى أو الأسموزى إلى تأخير فى الإنبات؛ بسبب إحداثهما لزيادة فى الجهد الأسموزى بجنين البذرة.

٣- التكيف الأسموزى osmoconditioning أو الـ osmotic conditioning:

يستخدم هذا التعريف فى حالات استعمال مواد مثل البوليثيلين جليكول فى رفع الضغط الأسموزى (أى استخدامها كـ osmoticum).

٤- البرايمنج فى الوسط الصلب solid matrix priming:

يستخدم هذا المصطلح فى وصف معاملة البذور قبل زراعتها بطمرها فى وسط صلب رطب بدلاً من محلول أسموزى لأجل تحسين إنباتها، حيث يمكن التحكم فى كل من الماء والأكسجين ودرجة الحرارة، ويسمح فيها ببدء النشاط السابق للإنبات فى البذور، لكن مع منع بزوغ الجذير.

٥- الـ matriconditioning:

اقترح هذا المصطلح كبديل لمصطلح solidmatrix priming؛ للتمييز بين تكيف البذور بقوى الـ matric (الوسط الصلب) والشدِّ الأسموزى.

٦- البرايمنج البيولوجى biopriming:

استخدم هذا المصطلح فى توصيف معاملة بذور الذرة السكرية بغطاء بكتيرى ونقعها فى ماء دافئ إلى أن ترتفع رطوبتها إلى ٣٥٪-٤٠٪ (Cantliffe ١٩٩٧).

أمثلة لبعض حالات البرايمنج

● البرايمنج الأسموزى لبذور الطماطم

عندما عُرِّضت بذور الطماطم لبرايمنج أسموزى فى محاليل مهواه عند ضغط أسموزى موحد (-٠,٩ ميجا باسكال) من أى من البوليثيلين جليكول ٦٠٠٠ أو KNO_3 مع الـ K_2HPO_4 فى الظلام على ٢٠ ± ١ °م لمدة ستة أو ثمانى أيام تحسنت نسبة إنبات البذور فى كل من الحرارة المناسبة للإنبات أو الأقل من المناسبة. لذلك أدت المعاملة – أيًّا كانت حرارة البرايمنج – إلى تقليل الوقت الذى لزم لإنبات البذور – والذى كان ٩,٣ يوم فى البذور غير المعاملة – بنسبة ١٥٪، و ٣٦٪ عندما كان البرايمنج بالبوليثيلين جليكول، وبنسبة ٣٤٪، و ٤٤٪ عندما كان البرايمنج بالـ KNO_3 مع الـ K_2HPO_4 لمدة ٦ أو ٨ أيام، على التوالى. كذلك أدت معاملة البرايمنج إلى تحسين إنبات البذور فى الحرارة المنخفضة (٦، و ٨، و ١٠ °م)؛ فبينما كانت نسبة إنبات بذور الكنترول على ٨ °م ٥٪، فإنها تراوحت بين ٢٦٪ للبذور التى عُوملت لمدة ٨ أيام فى محلول البوليثيلين جليكول (لم تكن المعاملة لمدة ٦ أيام فى البوليثيلين جليكول مؤثرة على نسبة إنبات

البذور) إلى ٣٩٪ للبذور التى عوملت لمدة ٨ أيام فى محلول الـ KNO_3 مع الـ K_2HPO_4 (Cavallaro وآخرون ١٩٩٦).

● **استخدام متعددات الأمين فى عمل برايمنج لبذور الطماطم**

أدى نقع بذور الطماطم فى محلول من الأسبرمين spermine، أو الاسبرميدين spermidine بتركيز ٥٠ مجم/لتر لمدة ٢٤ ساعة إلى تحسين إنباتها وقوة نمو البادرات الناتجة، كما أحدثت المعاملة تحفيزً للنشاط المضاد للأكسدة. هذا بينما لم يؤثر نقع البذور فى تركيز مماثل من البوترسين putrescine فى نسبة الإنبات، فى الوقت الذى قللت فيه من النشاط المضاد للأكسدة، علمًا بأن المركبات الثلاثة هى من متعددات الأمين polyamines (Afzal وآخرون ٢٠٠٩).

● **معاملات برايمنج لتحسين إنبات بذور الفلفل فى الحرارة المنخفضة**

أدى نقع بذور الفلفل فى محلول ٣٪ نترات بوتاسيوم مزود بالمركب 5-aminolevulenic acid بتركيز ٢٥ أو ٥٠ جزءًا فى المليون لمدة ٦ أيام على ٢٥°م فى الظلام إلى تحسين إنبات البذور بعد ذلك على ١٥°م سواء أجرى الإنبات مباشرة، أم بعد التخزين على ٤ أو ٢٥°م لمدة شهر (Korkmaz & Korkmaz ٢٠٠٩).

● **تحسين إنبات بذور الباذنجان القديمة بمعاملات برايمنج**

تحسنت كلاً من نسبة الإنبات وسرعته فى بذور باذنجان بعمر خمس سنوات بمعاملة النقع – قبل الزراعة – فى أى من حامض الجبريلليك بتركيز ١٠ أجزاء فى المليون، أو فى محلول نترات البوتاسيوم بتركيز ٠,٠١ مول، وذلك مقارنة بإنبات بذور معاملة الكنترول (Demir وآخرون ١٩٩٤).

كمية التقاوى المستخدمة فى زراعة الخضر

العوامل المؤثرة على كمية التقاوى اللازمة للزراعة

تتحدد كمية التقاوى اللازمة للزراعة بالعوامل الآتية:

١- حجم بذور الصنف، خاصة فى البقوليات والذرة السكرية.