الفصل الأول

تقاوى الخضر وإعدادها للزراعة

التقاوى هى الجزء النباتى المستخدم فى الزراعة ، وهى البذور فى حالة التكاثر الجنسى ، والأجزاء الخضرية ، كالفسائل ، والدرنات ، والكورمات وغيرها فى حالة التكاثر الخضرى . أما عند الزراعة ببذور تحتوى على أجنة لا إخصابية ، فإن ذلك يعرف بـ « التكاثر اللاإخصابى Apomixis » ، وهو إحدى طرق التكاثر اللاجنسى .

ويعد التكاثر الجنسى أكثر طرق التكاثر شيوعًا فى محاصيل الخضر ، يليه التكاثر الخضرى . أما التكاثر اللاإخصابى فهو غير شائع فى محاصيل الخضر .

شروط تقاوى البذور الجيدة

يمثل ثمن التقاوى نسبة ضئيلة من التكاليف الكلية لإنتاج الخضروات ، ومع ذلك . . فبدون استعمال تقاوى جيدة فى الزراعة ، فإنه لن يمكن الحصول على محصول جيد مربح ، مهما كانت درجة الاهتمام بالعمليات الزراعية الأخرى ؛ وعليه . . فيجب اقتناء أحسن التقاوى من المصادر الموثوق بها .

وتتميز التقاوى الجيدة بكونها :

١ ـ نقية وخالية من بذور الحشائش والمحاصيل الأخرى ، والأتربة ، والشوائب .

٢ ـ ذات نسبة إنبات مرتفعة .

٣ ـ خالية من مسببات الأمراض التى تحمل داخل البذور ، أو على سطحها .

٤ ـ مطابقة لصنفها ؛ أى تمثل الصنف حقيقة .

وطبيعى أن الصنف يجب أن يكون عالى المحصول ، جيد الصفات ، متوافقاً مع الظروف البيئية وطرق الزراعة المتبعة فى المنطقة التى يزرع بها .

هذا . . وتختلف الحدود الدنيا لنسبة الإنبات التى يجب توافرها فى بذور الخضر المختلفة ، وتوضع القوانين التى تحدد ذلك فى مختلف دول العالم لحماية المزارعين من أن تعرض عليهم بذور قد فقدت حيويتها . فعلى سبيل المثال . . تضع السوق الأوروبية المشتركة الحدود الدنيا التالية لنسبة الإنبات فى بذور الخضر :

١ ـ ٦٥٪ لبذور الجزر ـ الشيكوريا ـ الهندباء ـ الكرات ـ البقدونس .

٢ ـ ٧٠٪ لبذور الهليون ـ البنجر ـ القنبيط ـ الكرفس ـ الذرة السكرية ـ البصل ـ الفجل .

٣ ـ ٧٥٪ لبذور الفاصوليا ـ كرنب بروكسل ـ الكرنب ـ الخس ـ الكوسة ـ السبانخ ـ الطماطم .

٤ ـ ٨٠٪ لبذور الفول الرومى ـ البسلة ـ اللفت (Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

وغالباً ما تزيد نسبة الإنبات كثيراً عن تلك الحدود فى البذور التى تنتجها الشركات الموثوق بها .

حجم بذور التقاوى وأهميته

تختلف بذور الصنف الواحد فى الحجم اختلافاً كبيراً ، وبرغم أن جميع بذور الصنف الواحد تحمل نفس العوامل الوراثية ، وتعطى نفس الصفات فى النباتات التى تنتج من زراعتها ، إلا أن النباتات التى تنتج من زراعة بذور كبيرة غالباً ما تتفوق على تلك التى تنتج من زراعة بذور صغيرة .

أهمية الاختلافات فى حجم البذور

تتميز البذور الكبيرة الحجم بما يلى :

١ ـ تكون أسرع إنباتا وأكثر قدرة على الإنبات فى الأراضى التى تكوّن قشرة سطحية صلبة Crust عند جفافها .

٢ ـ تنتج بادرات أقوى نموا وأكبر حجمًا .

٣ ـ تعطى نباتات أسرع تبكيرًا فى النضج ، وأكثر محصولاً .

٤ ـ تكون أكثر إنباتا ، وتزداد معها الكثافة النباتية ؛ مما يؤدى إلى زيادة المحصول فى الخضر التى تزرع كثيفة .

ولذلك . . فإنه ينصح دائماً بتدريج البذور إلى صغيرة ومتوسطة وكبيرة ، ثم استبعاد البذور الصغيرة ، وزراعة البذور المتوسطة والكبيرة دون خلطهما معاً ؛ لأن ذلك يساعد على إحكام عملية الزراعة الآلية ، ويزيد من تجانس نمو النباتات (عن Heather & Sieczka ١٩٩١) .

العوامل المسببة للاختلافات فى حجم البذور

ترجع الاختلافات فى حجم بذور الصنف الواحد إلى العوامل التالية :

١ ـ تعود الاختلافات بين البذور المنتجة من حقول مختلفة إلى اختلاف هذه البذور فى :

أ ـ مدى العناية بعمليات الخدمة الزراعية .

ب ـ مدى مناسبة الظروف البيئية للنمو وعقد البذور .

٢ ـ ترجع الاختلافات بين البذور المنتجة على نفس النبات إلى اختلافها فى موعد الإخصاب .

فمثلاً . . تكون البذور أكبر حجماً فى الحالات الآتية :

أ ـ ثمار القرعيات التى تعقد أولا .

ب ـ بذور الرتبة الأولى فى الجزر .

جـ ـ البذور التى تخصب أولا فى نورة السبانخ .

د ـ البذور التى تعقد بالقرب من قاعدة النبات فى الهليون .

تدريج البذور

نظراً لتفوق النباتات التى تنتج من زراعة بذور كبيرة الحجم على تلك التى تنتج من زراعة بذور صغيرة الحجم من نفس الصنف ؛ لذا وضعت القواعد التى تنظم تدريج البذور حسب الحجم ، حماية لكلٍّ من منتجى البذور والمزارعين .

ففى بريطانيا ـ مثلا ـ تدرج البذور إلى ٢٤ حجمًا . ويفترض فى المقياس المستخدم أن البذور كروية ، أو كروية تقريباً . ويختلف كل قسم عما يجاوره بنحو ٠,٢٥مم ، كما فى جدول (١ ـ ١) .

جدول (١ ـ ١) : الأقسام التى تدرج إليها البذور حسب القطر .

الرمز	القطر (مم)	الرمز	القطر (مم)	الرمز	القطر (مم)
A	صفر ـ ٠,٢٥	J	٢,٠٠ ـ ٢,٢٥	S	٤,٠٠ ـ ٤,٢٥
B	٠,٢٥ ـ ٠,٥٠	K	٢,٢٥ ـ ٢,٥٠	T	٤,٢٥ ـ ٤,٥٠
C	٠,٥٠ ـ ٠,٧٥	L	٢,٥٠ ـ ٢,٧٥	U	٤,٥٠ ـ ٤,٧٥
D	٠,٧٥ ـ ١,٠٠	M	٢,٧٥ ـ ٣,٠٠	V	٤,٧٥ ـ ٥,٠٠
E	١,٠٠ ـ ١,٢٥	N	٣,٠٠ ـ ٣,٢٥	W	٥,٠٠ ـ ٥,٢٥
F	١,٢٥ ـ ١,٥٠	P	٣,٢٥ ـ ٣,٥٠	X	٥,٢٥ ـ ٥,٥٠
G	١,٥٠ ـ ١,٧٥	Q	٣,٥٠ ـ ٣,٧٥	Y	٥,٥٠ ـ ٥,٧٥
H	١,٧٥ ـ ٢,٠٠	R	٣,٧٥ ـ ٤,٠٠	Z	٥,٧٥ ـ ٦,٠٠

هذا . . وتُسَوَّق البذور المدرجة ـ عادة ـ بضعف ثمن البذور غير المدرجة . ويتوفر كل محصول فى درجتين أو أكثر . فمثلاً تتوفر بذور الصليبيات فى درجات G ، و H ، و J ، ويبلغ فيها عدد البذور على التوالى نحو ٤٠٠٠ ، و ٣٠٠٠ ، و ٢٣٠٠ بذرة بكل ١٠ جرامات ، كما تباع بذور الكرات أبو شوشة فى درجتين ، هما : H و J ، وتبلغ فيهما أعداد البذور على التوالى نحو ٤٠٠٠ و ٣٢٠٠ بذرة لكل ١٠ جرامات .

عدد البذور فى الجرام

يتراوح عدد بذور الخضر فى الجرام الواحد ـ حسب النوع المحصولى ـ من ٧, ٠ بذرة فى فاصوليا الليما إلى أكثر من ٥٣٠٠ بذرة فى الكرسون المائى ، كما يتضح من القائمة التالية للبذور غير المدرجة (عن U.S. Dept. Agric. ١٩٦١) :

المحصول	عدد البذور فى الجرام	المحصول	عدد البذور فى الجرام
الهليون	٢٥	الخس	٨٩٣
الفاصوليا	٣,٥	القاوون	٤٣
الفاصوليا الليما	٢,٥ ـ ٠,٧	المسترد	٥٣٦
البنجر	٥٧	السبانخ النيوزيلاندى	١٢,٥
البروكولى	٣٢١	البامية	١٨
الكرنب بروكسل	٣٠٤	البصل	٣٤٠
الكرنب	٣٠٤	البقدونس	٦٤٣
الكاردون	٢٣	الجزر الأبيض	٤٢٩
الجزر	٨٢١	البسلة	٣,٦ ـ ١, ٨
القنبيط	٣٥٧	الفلفل	١٦١
السليرياك	٢٥٠٠	القرع العسلى	٤
الكرفس	٢٥٠٠	الفجل	٧١
السلق السويسرى	٤٣	الروزيل	٣٤
الشيكوريا	٩٢٩	الروتاباجا	٤٢٩
الكرنب الصينى	٣٤٠	السلسفيل	٦٤
الكولارد	٢٨٦	الحميض	١٠٧١
الذرة السكرية	٧,٢ ـ ٣,٦	السبانخ	١٠٠
أذرة السلاطة	٢٦٤	قرع الكوسة	١٠, ٨
اللوبيا	٤، ٥	الطماطم	٣٩٣
الخيار	٣٦	اللفت	٤٦٤
الداندليون	١٢٥٠	البطيخ	١٠,٧ ـ ٨
الباذنجان	٢١٤	الفول الرومى	١,٨ ـ ٠,٧
الهندباء	٩٢٩	حب الرشاد	٤٩٢
الفينوكيا	١٦١	الكرسون المائى	٥٣٥٧
الكيل	٣٥٧	الحرنكش	١٢٥٠
الكرنب أبو ركبة	٣٨٦	الكرات أبو شوشة	٣٩٣*

ومن الطبيعى أن بذور الخضر المدرّجة الكبيرة الحجم يقل فيها عدد البذور فى الجرام عن الحدود المبينة أعلاه .

نقع البذور فى الماء قبل الزراعة بهدف تحسين الإنبات

تُنقع ـ أحيانًا ـ بذور بعض الخضر فى الماء قبل الزراعة ، مثل : بذور القرعيات ، والبامية ، والهليون ، والبنجر ، والكرفس ، والفلفل ، وتعرف هذه المعاملة باسم hydropriming .

ويفيد نقع البذور قبل الإنبات فى الحالات التالية :

١ ـ فى المحاصيل التى يستغرق إنباتها وقتًا طويلا ، كما فى الهليون .

٢ ـ فى المحاصيل التى تطول فترات إنباتها فى الجو البارد ، كما فى الفلفل .

٣ ـ كعملية ضرورية لتحسين نسبة وسرعة الإنبات ، حتى فى الجو المناسب ، كما فى الكرفس .

٤ ـ لتحسين إنبات بذور الخضر الصيفية فى الأراضى الباردة ؛ كما فى القرعيات ، والبامية ، والطماطم .

٥ ـ للتخلص من البذور التى فقدت حيوتها ، والتى تعطى جوراً غائبة عند زراعتها .

وعند إجراء عملية نقع البذور فى الماء تجب مراعاة مايلى :

١ ـ أن تكون مدة النقع ٢٤ ساعة ، وإذا زادت المدة على ذلك ـ كما فى حالة الهليون ـ يجب تغيير الماء يوميا لتجنب نقص الأكسجين .

٢ ـ يجب أن يجرى النقع فى وعاء مسطح ، وأن تكون البذور فى طبقات رقيقة ليسهل عليها الحصول على الأكسجين اللازم للتنفس ، والتخلص من ثانى أكسيد الكربون ؛ لأن معدل التنفس يزداد عند نقع البذور .

٣ ـ يكون الماء الدافى أكثر فاعلية من الماء البارد ؛ نظراً لأن فترة النقع اللازمة تقل مع ارتفاع درجة الحرارة حتى الحد المناسب لإنبات البذور . ففى الهليون تمتص البذور

كل احتياجاتها من الرطوبة - وهى حوالى ٤٣٪ - فى مدة ٣٥ ساعة فى حرارة ٣٠م ، بينما يتطلب الأمر ٦٥ ساعة فى حرارة ١٨م ، لكن يجب ألا تزيد درجة 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 نسبيا ، إلى أن يبدأ الجذير فى الظهور ، وتسمى هذه العملية بـ «التلسين» . يستغرق ذلك - عادة - ٢٤ ساعة ، وقد تطول المدة عن ذلك فى الجو البادر نسبيا .

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 .

وأحيانا 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 . فمثلا . . ازداد إنبات بذور الفاصوليا التى تزيد رطوبتها عن ١٢٪ فى الحرارة المنخفضة (الأقل من ١٠م) عن البذور الأقل رطوبة ، وحُصل على نتائج مماثلة فى فول الصويا ، وأحد أصناف اللوبيا (عن Marsh ١٩٩٣) .

معاملة نقع البذور فى محاليل ذات ضغط آسموزى عالٍ (Seed Priming)

تعريف بالمعاملة وتأثيراتها فى البذور

يُعرف الـ Seed Priming بأنه عملية نقع البذور فى محلول مهوى ذى ضغط آسموزى مرتفع ؛ بالقدر الذى يمنع تشرب البذور للماء إلى حد بروز الجذير ، ولكنه يخفز 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 آسموزى مرتفع ، يتراوح ـ عادة ـ بين ١٠ و ١٥ بارًا ، وتترك فيه البذور لمدة ١ ـ ٣ أسابيع ، بمتوسط أسبوعين للخضر المختلفة .

وكان Hedeker قد اقترح ـ أصلا ـ استعمال مركب ذى وزن جزيئى مرتفع يعرف باسم بوليثلين جليكول Polyethylene Glycol (اختصار : 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 كميات إضافية من الماء لاستكمال الإنبات إلا بعد انتشالها من محلول الـ PEG ؛ حيث تنبت بسرعة كبيرة عند زراعتها بعد ذلك . ففى حالة الكرفس ـ مثلاً ـ 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 سطحيا ، ثم حفظها فى درجة 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 ـ عادة ـ إجراء اختبار مبدئى لتحديد درجة الحرارة المناسبة لنقع البذور ، والتركيز المناسب ، ومدة المعاملة المناسبة .

ويطلق ـ حاليًا ـ 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 ـ وهو ما يعرف

باسم Under Priming ـ إلى زيادة الفترة التى يكتمل خلالها الإنبات ـ عند الزراعة بعد المعاملة ـ 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) .

وعقب إجراء عملية الـ Priming فإنها تعد جاهزة للإنبات "Pregeminated" ، ويمكن حمايتها من الجفاف بجعلها معلقة فى مادة جيلاتينية . ويلى ذلك زراعتها ـ وهى معلقة فى الجل ـ بطريق السوائل Fluied Drilling .

وتعد أكبر مشكلة تواجه التطبيق العملى للـ Seed Priming ـ حاليًا ـ أن المعاملة المناسبة تختلف كثيراً ليس فقط باختلاف المحصول ، ولكن كذلك باختلاف الصنف فى المحصول الواحد ، وباختلاف «لوط» البذور حتى فى الصنف الواحد . ويعطى Bradford (١٩٨٦) معاملات الـ Seed Priming التى أجريت على بذور عدد من الخضر ـ حتى عام ١٩٨٥ ـ مع بيان الظروف المناسبة لكل معاملة من حيث الفترة الزمنية ودرجة الحرارة ، وكذلك التأثيرات التى تحدثها .

امثلة لمعاملة نقع البذور فى محاليل لمركبات عضوية

من أمثلة تلك المعاملة ما وجده Akers وآخرون (١٩٨٧) من أن غسيل بذور البقدونس صنف Forest Green فى الماء المهوى لمدة ٣ أيام على حرارة ٢٥°م ، ثم نقعها فى محلول بوليثيلين جليكول ٨٠٠٠ لمدة أربعة أيام ونصف اليوم على حرارة ٢٥°م أدى إلى إسراع إنباتها فى جميع درجات الحرارة التى اختبرت عليها ، والتى تراوحت بين ٥ و ٢٥°م ، وكان تأثير المعاملة أقوى ما يمكن ـ مقارنة بمعاملة الشاهد ـ عندما أجرى اختبار الإنبات على حرارة ٥°م . ولكن لم يكن للمعاملة تأثير على تجانس إنبات البذور .

وفى الكرفس يكون إنبات البذور بطيئًا وغير متجانس حتى فى أنسب الظروف للإنبات ؛ وهو ما قد يكون مرده إلى عدم اكتمال نضج أجنة البذور ، أو إلى احتوائها على مثبطات طبيعية للإنبات . ويؤدى الإنبات البطئ إلى تعريض البادرات للإصابة

بالأمراض . ويميل المزارعون إلى زيادة كثافة الزراعة لتأمين الحصول على العدد المناسب من النباتات بالكثافة المطلوبة .

وقد أدى غمر بذور الكرفس فى الماء الجيد التهوية لمدة ثلاثة أيام (مع تغيير الماء كل اثنتى عشرة ساعة) ، ثم فى محلول بوليثيلين جليكول ٨٠٠٠ PEG 8000 بتركيز ٠,٥ ميجا باسكال (0.5 MPa) لمدة ثلاثة أيام أخرى ، ثم فى محلول بوليثيلين جليكول ٨٠٠٠ بتركيز ٠,٨ ميجاباسكال لمدة ٣٦ ساعة إضافية ، ثم الغسيل فى الماء والتجفيف فى حرارة الغرفة ، ثم التخزين على حرارة ٥°م . . أدى ذلك إلى تحسين إنبات البذور فى الجو البارد بنسبة ٧٧٪ (أكثر من معاملة الشاهد) ، وزيادة المحصول المبكر بنسبة ٦٧٪ ، بالإضافة إلى تحقيق زيادة أخرى فى المحصول المبكر ـ قدرها ٢٨٪ ـ من حشة تالية من نفس الزراعة ، ولكن لم يكن لهذه المعاملة تأثير على المحصول فى الزراعات التى أجريت فى الجو الدافئ (Rabin وآخرون ١٩٨٨) .

وفى الخيار أدى نقع البذور فى محلول مانيتول Mannitol ـ بتركيز ٠,٧ مولار على حرارة ٢٥°م فى الظلام لمدة ثلاثة أيام ـ إلى تحسين معدل إنبات البذور على حرارة ٢٥/ ١٥°م (نهارًا / ليلا) فى الماء وفى محاليل كلوريد الصوديوم التى وصل تركيزها إلى ٢٠٠ ملى مولار (١٦ ملى موز / سم) . كما أدت المعاملة إلى زيادة معدل نمو الجذير وسرعة بزوغ البادرات ، وامتداد الأوراق الفلقية والورقة الحقيقية الأولى ، واستمرت هذه التأثيرات المفيدة لعملية نقع البذور حتى عندما خزنت البذور لمدة شهرين بعد النقع . هذا إلا أن هذه التأثيرات لم تستمر بعد الزراعة لأكثر من مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى (Passam & Kakouriotis ١٩٩٤) .

أمثلة لمعاملة نقع البذور فى محاليل لأملاح معدنية

استخدمت ـ كذلك ـ لنقع البذور ؛ بهدف تحسين إنباتها محاليل لأملاح غير عضوية ؛ مثل فوسفات البوتاسيوم ، ونترات البوتاسيوم وغيرهما . وحققت تلك الأملاح نجاحًا فى تحسين نسبة الإنبات وزيادة تجانسه ، بالإضافة إلى مزاياها الأخرى ـ مقارنة بالبوليثيلين جليكول ـ وهى عدم وجود مشكلة اللزوجة ، وانتشار الأكسجين فيها بسهولة ، وتجنب مشاكل السمية التى قد تنشأ عن المعاملة بالبوليثيلين جليكول .

هذا . . إلا أن استعمال الأملاح غير العضوية لا يفيد مع بعض المحاصيل ؛ مثل الجزر ، والكرفس ، والكرات ، والبصل على سبيل المثال .

يكون التركيز المناسب من هذه الأملاح ـ عادة ـ أقل من التركيز المناسب من البوليثيلين جليكول ، ولكن الأمر يتوقف على الملح المستخدم ، والمحصول ، ودرجة الحرارة التى تجرى عندها المعاملة .

فمثلا . . كانت معاملة النقع فى محاليل الأملاح غير العضوية أكثر فائدة من النقع فى البوليثيلين جليكول مع بذور كل من الطماطم والجزر ، بينما حدث العكس بالنسبة لبذور البصل .

وقد أوضحت دراسات Haigh وآخرين (١٩٨٦) أن أفضل معاملة للطماطم والجزر والبصل كانت النقع فى محلول من كل من KNO_3 ، و K_3PO_4 لمدة ١٤ يومًا على حرارة ١٥م .

كما حصل Pill وآخرون (١٩٨٦) على إنبات سريع ومتجانس لبذور البقدونس عندما نقعت فى محاليل غير عضوية أو فى محلول من البوليثيلين جليكول قبل زراعتها بطريقة السوائل . هذا مع العلم أن بذور البقدونس تتأخر كثيرًا ـ بصورة طبيعية ـ فى الإنبات لدرجة أن القوانين الأمريكية المنظمة لاختبارات إنبات البذور تجعل عدّ البذور النابتة بين اليومين الحادى عشر والثامن والعشرين من بداية اختبار الإنبات .

تطور الـ Seed Priming : الضغط الآسموزى العالى ليس شرطا لنجاح المعاملة

تبين من دراسات Fujikura وآخرين (١٩٩٣) إمكانية الحصول على إنبات جيد لبذور القنبيط بمعاملة النقع فى الماء على مرحلتين ، وهى المعاملة التى أطلقوا عليها اسم Hydropriming . تجرى المعاملة بنقع البذور فى الماء لمدة خمس ساعات ، ثم تترك فى حيز مغلق تبلغ رطوبته ١٠٠٪ ـ على درجة حرارة الغرفة ـ لمدة ثلاثة أيام . وبعد ذلك تنقع البذور فى الماء مرة ثانية لمدة أسبوع على حرارة ٢٠م . أحدثت هذه

المعاملة تحسنًا كبيرًا فى إنبات البذور الجيدة فى ١٠°م ، مقارنة بمعاملة أخرى نقعت فيها البذور فى الفترة الثانية فى محلول بوليثيلين جليكول ذى ضغط آسموزى -١,٥ ميجاباسكال . هذا إلا أن معاملة النقع فى البوليثيلين جليكول كانت أفضل فى حالة البذور الضعيفة الحيوية والأقل قوة .

كما أوضحت دراسات Finch-Savage & McQuistan (١٩٩١) على الطماطم عدم ضرورة تعريض البذور لشد آسموزى عالٍ لإجراء عملية الـ Priming ؛ حيث تمكنا من تحقيق نفس تأثيرات عملية الـ Priming بغمر البذور فى محلول مهوى من حامض الأبسيسك Abscisic Acid بتركيز 10^{-4} مولار لمدة ١٥ يومًا على ١٥°م ، ثم تجفيفها ـ بعد ذلك ـ إلى مستوى رطوبتها الأصلى . وقد أدت هذه المعاملة إلى إسراع إنبات البذور ـ عند زراعتها ـ وزيادة تجانسه . ولم تختلف نتائج الإنبات عند إجراء هذه المعاملة عما كانت عليه فى البذور التى عوملت بالنقع فى محلول البوليثيلين جليكول (بتركيز ـ ١,٢٥ ميجاباسكال) لنفس المدة وتحت نفس الظروف . ومع ذلك . . فإن البذور كانت مختلفة تمامًا فى محتواها الرطوبى بعد كلتا المعاملتين .

مزايا الـ Seed Priming

يعد إسراع إنبات البذور ، ورفع 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 ـ حيث لا تكون قادرة على الإنبات ـ وكذلك بذور الحشائش والمحاصيل الأخرى المختلفة بها . ويتحقق ذلك بالاستفادة من اختلاف الخصائص الفيزيائية للبذور عقب استنباتها ؛ حيث يمكن ـ مثلا ـ التمييز بين البذور النابتة وغير النابتة بالفصل على أساس الكثافة Density Separation .

ويتبين من دراسات Hill وآخرين (١٩٨٩) أن بذور الخس ، والطماطم ، والبصل التى شُربت بالماء المقطر ، وتلك التى عوملت بالـ Priming فى البوليثيلين جليكول ٨٠٠٠ كان من السهل تدريجها على أساس الكثافة ، وأن نسبة إنباتها ارتبطت جوهريا بكثافتها . كما تميزت البذور العالية الكثافة بزيادة سرعة إنباتها عن البذور الأقل منها كثافة .

تحسين الإنبات فى الحرارة المنخفضة

لا تنبت بذور الذرة السكرية جيداً فى الزراعات المبكرة ذات العائد العالى بسبب برودة التربة ، كما تزداد المشكلة حدة فى الأصناف الجديدة العالية الحلاوة Super Sweet . وقد حاول Sabota وآخرون (١٩٨٧) التغلب على هذه المشكلة بنقع البذور فى محلول من الـ Terra-Sorb GB (وهى مادة جيلاتينية أكريليكية تحتوى على بوتاسيوم) أو فى الماء لمدة ١ ـ ٤ أيام ، ثم استنباتها فى حرارة من ٤,٤° إلى ١٠°م . وقد وجدوا أن نقع البذور فى المركب الجيلاتينى لمدة ٢٤ ساعة كان أفضل المعاملات ؛ لأن إطالة فترة المعاملة عن ذلك أدت إلى زيادة طول الجذير إلى درجة لم تسمح بزراعة البذور آليا دون تعرض الجذير للكسر . وقد ازداد الفرق بين هذه المعاملة وكل من معاملتى النقع فى الماء والشاهد مع انخفاض درجة الحرارة الى استنبتت عليها البذور .

وتبين من دراسات Giulianini وآخرين (١٩٩٢) أن نقع بذور الطماطم والفلفل فى محلول ذى ضغط آسموزى قدره ١٥ باراً (باستعمال PEG 6000 أو $K_3PO_4 + KNO_3$) لمدة ١٠ أيام ، ثم تجفيفها وزراعتها على حرارة ١٠° ، و٢٢° ، و٣٠°م أسرع من إنباتها وزاد من تجانسه (وخاصة عند استعمال ملحى البوتاسيوم) ، ولكنه لم يؤدِّ إلى زيادة نسبة الإنبات حتى فى أقل درجات الحرارة .

وقد حدث أسرع إنبات عندما عوملت بذور الطماطم على حرارة ٥°م لمدة ٥ أيام ، وبذور الفلفل على حرارة ٥°م لمدة ١٠ أيام . وأدى حفظ البذور التى نقعت فى المحاليل ذات الضغط الآسموزى العالى تحت ظروف الحرارة المنخفضة التى أسلفنا بيانها ـ وهى مبتلة ـ على حرارة ١٠°م لمدة ٥ أيام إضافية بالنسبة للطماطم ، وعلى حرارة ٥°م لمدة ١٠ أيام إضافية بالنسبة للفلفل . . أدى إلى زيادة سرعة إنبات البذور ، دون أن يؤثر ذلك فى حيويتها .

مكافحة الذبول الطرى وأعفان البذور

تقلل عملية الـ Priming ـ فى حد ذاتها ـ من احتمالات الإصابة بأعفان البذور ، ومن الإصابة بمرض تساقط البادرات عقب بزوغها ؛ وذلك بجعل الإنبات سريعًا

وخلال فترة وجيزة . كما يمكن تحقيق استفادة أكبر من الـ Priming ـ فى هذا الشأن ـ بتغليف البذور عقب معاملة الـ Priming بالبكتيريا Pseudomonas fluorescens ، وهى بكتيريا تفيد فى المكافحة الحيوية للفطر Pythium ultimum ، أحد أهم الفطريات المسببة للذبول الطرى . كما يمكن تحقيق نفس الهدف بإضافة البكتيريا إلى محلول نقع البذور .

وقد أفادت هذه المعاملة فى حماية بذور البسلة ، والخيار ، والبنجر من الإصابة بالذبول الطرى ، كذلك تمكن Callan وآخرون (١٩٩١) من حماية أصناف الذرة السكرية المحتوية على الجينات shrunken-2 (sh-2) ، و sugary enhancer (se) ، و shugary (su) ـ وهى التى تُحدث زيادة فى نسبة السكر فى الحبوب ، ولكنها تتسبب كذلك فى تأخير الإنبات ، وتعريض البذور للإصابة بالأعفان ؛ ومن ثم ضعف نسبة إنبات البذور الحاملة لها ـ تمكنوا من حماية تلك الأصناف من الإصابة بالفطر P. ultimum بتغليف البذور عقب إجراء عملية الـ Priming لها بالبكتيريا P. fluorescens . وكان تأثير هذه المعاملة فى مكافحة الذبول الطرى مماثلا لتأثير معاملة البذور بالمبيد الفطرى metalaxyl .

تخزين البذور ـ المعاملة بالنقع ـ قبل زراعتها

إن سبق استنبات البذور Pregermination إلى أن يصل طول جذيرها بين ملليمتر وملليمترين يحتم إما زراعتها بعد ذلك مباشرة ، وإما تخزينها فى ظروف مناسبة تحفظ للبذور حيويتها . أما تركها على هذه الحالة بدون زراعة ـ ولو لأيام قليلة ـ فإنه يُفقدها حيويتها تدريجيا . ولا شك فى أن تطوير وسيلة مناسبة لتخزين البذور السابقة الإنبات يجعل من الممكن إجراء هذه العملية على النطاق التجارى ؛ بحيث تكون البذور جاهزة للزراعة مباشرة .

ولقد أمكن تخزين بذور الكرنب ، والجزر الأبيض ، والخس ، والبصل السابقة الإنبات فى حرارة ١°م فى ماء مهوى أو غير مهوى لمدة ١٥ يومًا بدرجات مختلفة من النجاح . وكل ما يلزم تأمينه للتخزين الجيد هو التوصل إلى درجة الحرارة وبيئة التخزين المناسبتين لكل محصول .

إن البذور السابقة الإنبات هى نباتات نامية غير ساكنة ، وتحتاج إلى عناية خاصة عند تداولها مثلما تحتاج الخضر والفاكهة ؛ ولذا . . فإن البذور النابتة تستجيب للمعاملات التى تحفظ الخضر والفاكهة . وقد عبّأ Ghate & Chinnan (١٩٨٧) بذور الطماطم ـ المستنبتة ـ فى أكياس من البوليثيلين إما تحت تفريغ ، وإما فى النتيروجين ، وخزنها على حرارة ٧°م لمدة ٦٣ يومًا ؛ حيث كانت بحالة جيدة عند زراعتها بعد ذلك ، علما بأن استطالة الجذور خلال فترة التخزين كانت لا تذكر ، سواء أكان التخزين تحت تفريغ ، أم فى النيتروجين .

بالرغم من أن تجفيف البذور الـ Primed قبل زراعتها يجعل من السهل تداولها وزراعتها بالكيفية المرغوب فيها . . إلا أن البذور قد تُضارّ من عملية التجفيف عقب الـ Priming . وتختلف نتائج الدراسات فى هذا الشأن ؛ فمثلا . . لم يتأثر إنبات بذور الطماطم المعاملة بالـ Priming وغير المعاملة عندما خزنت لمدة ١٨ شهراً على حرارة ١٠ ، أو ٢٠°م ، و٦٪ رطوبة نسبية ، إلا أن البذور التى عوملت بالنقع ـ وخاصة فى محلول نترات البوتاسيوم ـ ثم خزنت على ٣٠°م فقدت حيويتها وقوة إنباتها أسرع من البذور التى لم تُعْطَ هذه المعاملة .

ويستدل من دراسات Owen & Pill (١٩٩٤) أن بذور الطماطم والهليون التى عوملت بالـ Priming ثم جففت احتفظت بحيويتها وقدرتها العالية على الإنبات عندما خزنت على ٤°م ، وليس على ٢٠°م .

معاملات البذور لتخليصها من مسببات الأمراض والآفات والوقاية منها

مسببات الأمراض والآفات التى تنتقل عن طريق البذور

ينتقل عن طريق البذور وأعضاء التكاثر الخضرى فى محاصيل الخضر عدد كبير من مسببات الأمراض ، والحشرات ، وبعض الأنواع النيماتودية . وبالرغم من أن نسبة البذور الحاملة ـ سطحيا infested ـ لأى مسبب مرضى أو آفة ، أو المصابة بها infected قد تكون منخفضة ، إلا أن تلك البذور تنتج بادرات مصابة بالمرض أو الآفة ، وتصبح مصدرا لانتقال الإصابة إلى النباتات الأخرى فى الحقل من بداية الزراعة ؛ الأمر الذى يسرع من تزايد معدلات الإصابة بالمرض ؛ ليصل إلى حالة

الوبائية فى وقعت قصير . كما أن البذور الحاملة أو المصابة بمسببات الأمراض تؤدى إلى نقل تلك المسببات إلى الحقول والمناطق التى تخلو منها ؛ ولذا . . فإن استعمال البذور الخالية من مسببات الأمراض يُعد أمرًا حيويا لنجاح الزراعة .

ويظهر فى جدول (١ ـ ٢) أعداد الأنواع المختلفة من مسببات الأمراض والآفات (النيماتودا) التى تنتقل عن طريق بذور الخضر (عن Palti ١٩٨١) . ويتضح من الأعداد المبينة فى الجدول مدى الخطورة التى يمكن أن تتعرض لها حقول الخضر من جرَّاء زراعة بذور ملوثة أو مصابة بمسببات الأمراض .

معاملة البذور بالماء الساخن

تكافح بعض الأمراض التى تنتقل عن طريق البذور بنقع البذور فى ماء تبلغ حرارته ٥٠م لمدة ٢٠ ـ ٣٠ دقيقة حسب المحصول . ويوضح جدول (١ ـ ٣) درجات

جدول (٢ ـ ١) : أعداد الأنواع المختلفة من الفطريات ، والبكتيريا ، والفيروسات ، والنيماتودا التى تنتقل عن طريق البذور فى محاصيل الخضر .

المحصول	أعداد الأنواع التى تنتقل عن طريق البذور من			
	الفطريات(أ)	البكتيريا	الفيروسات	النيماتودا
البصل والثوم والكرات	١٤	صفر	٢	١
كل أنواع جنس الكرنب Brassica spp.	١٥	٣	١	صفر
الفجل	٩	١	صفر	صفر
الخس	١١	١	٤	صفر
البطيخ	٥	١	١	صفر
القاوون	٤	صفر	٥	صفر
الخيار	٨	١	٢	صفر
الكوسة	٥	١	٣	صفر
الفاصوليات (جنس Phaseolus)	٢٦	٦	١٠	صفر
البسلة	١٤	٣	٧	صفر
البامية	١٠	١	صفر	صفر
الطماطم	١٩	٥	٧	صفر
الباذنجان	٩	صفر	١	صفر
البطاطس (البذور الحقيقية)	صفر	صفر	٥	صفر
الكرفس	١٠	٢	١	صفر

(أ) اعتبرت جميع أنواع الجنس Fusarium نوعاً واحداً .

الحرارة ، وفترات المعاملة المناسبتين لمكافحة بعض الأمراض الفطرية والبكتيرية التى تنتقل عن طريق البذور فى عدد من محاصيل الخضر (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) .

وتجدر الإشارة إلى أن المسببات المرضية توجد فى هذه الحالات المبينة فى جدول (١ ـ ٣) داخل البذور ، أى أن البذور تكون مصابة infected ، ولا تكون ملوثة سطحيا بالآفة infested فقط . وتؤدى المعاملة الحرارية إلى القضاء على المسبب المرضى داخل البذرة .

جدول (١ ـ ٣) : معاملات بذور الخضر بالماء الساخن للتخلص من مسببات الأمراض .

الخضر	الحرارة (°م)	المدة (دقيقة)	الأمراض التى تكافح
البروكولى ـ القنبيط	٥٠	٢٠	الألترناريا Alternaria الجذع الأسود Black leg العفن الأسود Black rot
كرنب بروكسل ـ الكرنب	٥٠	٢٥	الألترناريا الجذع الأسود العفن الأسود
الكرفس	٤٨	٣٠	الندوة المبكرة ـ الندوة المتأخرة
الباذنجان	٥٠	٢٥	عفن البذور
الفلفل	٥٠	٢٥	تبقع الأوراق البكتيرى
الطماطم	٥٠	٢٥	الأنثراكنوز ـ التسوسات ـ التبقعات

معاملة البذور بالمبيدات

يكون الغرض من معاملة البذوربالمبيدات هو التخلص من جراثيم الأمراض التى قد تعلق بها من الخارج ، ومنع إصابة البذور والبادرات بمسببات الأمراض التى توجد فى التربة ، وتصيبها أثناء الإنبات ، وفى بداية مراحل نمو البادرات .

المعاملة بالمبيدات الفطرية

من أهم المبيدات الفطرية المستخدمة فى معاملة البذور : الأراسان Arasan ، والإسبرجون Spergon ، والتيرسان Tersan ، والكابتان Captan ، والفيتافاكس

كابتان Vitafax-Captan ، والسيريسان Ceresan ، والسميسان Semesan ، والأرثوسيد ٧٥٪ Orthocide 75% ، والتكتو Tecto . وجميعها تستخدم بمعدل يتراوح بين ١ و ٢ جم/ كجم من البذور .

المعاملة بالمبيدات البكتيرية

تعامل البذور لتخليصها من البكتيريا بعديدٍ من المركبات التى من أمثلتها ما يلى :

١ ـ مركبات الزئبق والنحاس .

٢ ـ هيبوكلوريت الصوديوم Sodium hypochlorite .

٣ ـ الـ Malachite green .

٤ ـ الـ Phenacridane chloride .

٥ ـ حامض الكبريتيك .

ومن أمثلة المعاملات التى أعطت نتائج جيدة فى الطماطم نقع البذور فى محلول من مخلوط المركبات الكيميائية التالية : كبريتات النحاس ، وحامض الخليك ، وخامس كلورونيتروبنزين ، و 5-ethoxy-3 (trichloromethyl)-1,2,4 thiadiazole ، والمادة الناشرة ترايتون إكس ١٠٠ . كان النقع فى المحلول بنسبة ١ بالوزن من البذور : ٤ بالحجم من المحلول لمدة ساعة على حرارة ٢٥°م .

أدت هذه المعاملة إلى التخلص من الأنواع البكتيرية التى كانت فى البذور أو عليها ، وهى :

Pseudomonas syringae pv. tomato

P. corrugata

Xanthomonas campestris pv. vesicatoria

Clavibacter michiganense subsp. michiganense

هذا . . مع العلم بأن المعاملة لم تؤثر على حيوية البذور أو قوة إنباتها (Kritzman ١٩٩٣) .

٦ ـ المضادات الحيوية .

يستعمل الاستربتومايسين بتركيز ٤٠٠ جزء فى المليون مع نقع البذور فى محلول المضاد الحيوى لمدة ١٨ ساعة لمكافحة بكتيريا Corynebacterium betae الى تسبب تبقعات بالأوراق فى بعض الخضر .

كما أمكن مكافحة بكتيريا Pseudomonas phaseolicola المسببة لمرض اللفحة الهالية فى الفاصوليا بمعاملة البذور بكل من الاستربتومايسين streptomycin ، والكازوجاميسين Kasugamycin .

هذا . . إلا أنه لم يمكن مكافحة Xanthomonas campestris فى بذور الصليبيات بمعاملتها بمضادات حيوية ؛ لأن التركيزات القاتلة للبكتيريا كانت ـ أيضًا ـ سامة للبذور .

٧ ـ نواتج تخمر الثمار وحامض الأسيتيك :

تكافح بكتيريا Clavibacter michiganense المسببة لمرض التسوس البكتيرى فى الطماطم ، والتى تنتقل عن طريق البذور بتخمير الثمار المهروسة لمدة ٤ أيام فى حرارة ٢٠م ، ثم معاملة البذور المستخلصة بحامض الأسيتيك بتركيز ٨ ,٠٪ لمدة ٢٤ ساعة (Dixon ١٩٨١) .

المعاملة بالمبيدات الحشرية

يوجد قليل من المبيدات الحشرية التى تستخدم فى معاملة البذور لوقايتها من الإصابات الحشرية عند الزراعة ، ومن أمثلة ذلك :

١ ـ مقاومة أضرار حشرة الـ seed-corn maggot فى الفاصوليا ، والذرة السكرية ، والخيار ، والكوسة ؛ وذلك بمعاملة بذور هذه المحاصيل بأحد المبيدات المناسبة .

٢ ـ معاملة بذور البصل لحمايتها من الإصابة بذبابة البصل .

٣ ـ معاملة بذور الجزر لحمايتها من الـ carrot rust fly خلال المراحل الأولى من النمو .

ويُذكر أن معاملة بذور القرعيات والباذنجانيات بالمبيد ـ جوشو Gaucho (أو أدماير

Admire) بمعدل ٣٠ ـ ١٠٠جم لكل كيلو جرام من البذور ـ أدت إلى حماية النباتات من الذبابة البيضاء والمن وبعض الحشرات الأخرى لمدة ٧٠ يومًا بعد الزراعة .

طرق معاملة البذور بالمبيدات

تعامل البذور بالمبيدات بإحدى الطرق التالية :

١ ـ المعاملة الجافة Dry Treatment :

يخلط مسحوق المبيد بالبذور ، وسواء أكان المبيد سامًا للإنسان ، أم غير سام ، فيجب تجنب استنشاقه ؛ وذلك باستخدام الأقنعة الواقية ؛ لأن وجود الإنسان فى هذا الجو لمدة طويلة يعرضه للأخطار .

٢ ـ المعاملة بالابتلال Wet Treatment :

تتم المعاملة بنقع البذور فى معلق أو محلول المبيد؛ فالكالوميل Calomel مثلاً يكون معلقاً فى الماء ، أما السليمانى Corrosive Sublimate ، فيذوب فى الماء . وبرغم أن هذه الطريقة سهلة ، إلا أنها تتطلب إعادة تجفيف البذور؛ الأمر الذى يزيد من تكاليف المعاملة .

٣ ـ المعاملة بالمعجون الرقيق القوام من المبيد والماء Slurry treatment :

يحضر المبيد فى صورة مركزة تعرف بالـ Slurry ، وهو معجون رقيق القوام من المبيد والماء . وتتم المعاملة بإضافة كميات محدودة من الـ Slurry إلى ماكينات معاملة البذور التى تقوم بخلطها معاً بصورة جيدة ، وتخرج البذور من الآلة شبه جافة؛ فلا يلزم إعادة تجفيفها . وتعبأ البذور ـ عادة ـ بعد المعاملة مباشرة .

معاملة بذور البقوليات ببكتيريا العقد الجذرية قبل زراعتها

تلقح بذور الخضروات البقولية ببكتيريا العقد الجذرية الخاصة بها قبل الزراعة عندما تكون الزراعة فى أرض لم تسبق زراعتها بهذه المحاصيل ، أو أرض لم تزرع بها لمدة أربع سنوات خلت . وتؤدى هذه المعاملة إلى زيادة كفاءة عملية تثبيت أزوت الهواء الجوى بواسطة بكتيريا العقد الجذرية التى تعيش معيشة تعاونية مع البقوليات فى

جذورها ؛ حيث تحصل منها على المواد الكربوهيدراتية اللازمة لنشاطها ، بينما تقوم البكتيريا بعملية تثبيت أزوت الهواء الجوى ، وجعله ميسراً للنبات .

ويتم التلقيح ببكتيريا العقد الجذرية من النوع المناسب للمحصول قبل الزراعة مباشرة بإحدى التحضيرات التجارية المتداولة . وتجرى المعاملة إما للبذور ، وإما للتربة ـ حسب نوع التحضير التجارى ـ كما يلى :

١ ـ تحضيرات بكتيرية فى البيت موس :

يضاف التحضير ـ عادة ـ مباشرة إلى البذور الجافة ويخلط معها ، ولكن يبلل البيت موس بقليل من الماء قبل خلطه بالبكتيريا. تزرع البذور المعاملة مباشرة ، ولا تعرض لأشعة الشمس المباشرة .

٢ ـ التحضيرات البكتيرية السائلة :

تضاف هذه التحضيرات ـ عادة ـ إلى التربة قريبًا من البذور .

٣ ـ تحضيرات محببة (مبرغلة) :

تتميز هذه التحضيرات بأنها يمكن أن تَزيد كثيراً من أعداد البكتيريا حول البذور؛ الأمر الذى يكون له أهمية فى الحقول التى لم تسبق زراعتها بالمحصول . تضاف التحضيرات المحببة إلى التربة ـ مع البذور ـ عند الزراعة . وتزيد التحضيرات المحببة من فرصة بقاء البكتيريا فى التربة الجافة .

وفى جميع الحالات . . يجب أن تحتوى التربة على نسبة معتدلة من الرطوبة قبل الزراعة .

هذا . . ولا تلزم إعادة عملية التقليح سنويًا إذا استمرت زراعة المحصول سنويا ـ أو على فترات متقاربة ـ فى نفس الحقل . كما أن التلقيح بسلالات بكتيرية عالية الكفاءة لا يفيد فى زيادة معدلات عملية التثبيت ؛ لأن السلالات التى استوطنت الحقل تكون أكثر قدرة على المنافسة من السلالة الجديدة المضافة ، إلا أن التحضيرات المحببة قد تفيد فى إعطاء السلالة الجديدة فرصة أكبر على المنافسة (عن Stoskopf ١٩٨١) .

معاملات تجرى بغرض إنهاء فترة الراحة فى البذور

من أمثلة المعاملات التى تجرى بغرض إنهاء فترة الراحة فى بذور بعض الخضر ما يلى :

١ ـ التجريح الميكانيكى mechanical scarification :

يجرى ذلك للبذور ذات الغطاء الصلد بإحداث خدوش بها بطريقة ميكانيكية تسمح بدخول الماء وتبادل الغازات . وقد تفيد هذه المعاملة فى بعض سلالات الفاصوليا ، لكن غالبية الأصناف التجارية من الفاصوليا تنبت بسهولة ، دون حاجة إلى ذلك .

٢ ـ نقع البذور فى الأحماض Acid scarification :

وهى معاملة تجري أيضًا فى حالة البذور ذات الغطاء البذرى الصلد ، ولنفس الغرض السابق . يستخدم حامض الكبريتيك لهذا الغرض . وقد تفيد هذه المعاملة مع بعض سلالات البامية .

٣ ـ المعاملة ببعض المركبات ؛ مثل نترات البوتاسيوم Potassium Nitrate ، والثيوريا Thiourea ، وهيبوكلوريت الصوديوم Sodium Hypochlorite ، وهى أكثر المواد استخدامًا فى معاملة بذور الخضر .

٤ ـ المعالمة ببعض منظمات النمو ، مثل : الجبريللينات ، والسيتوكينينات ، والإيثيلين .

٥ ـ التعريض للضوء .

٦ ـ استنبات البذور فى درجة حرارة منخفضة (٤ ـ ٦°م) قبل الزراعة فى الحقل .

وتفيد المعاملات الأربع الأخيرة فى تخليص بذور الخس والكرفس الحديثة الحصاد من فترة الراحة ، وكذلك فى تجنب حالات السكون الثانوى ، أو السكون الحرارى الذى تدخل فيه بذور الخس عند زراعتها فى الجو الحار .

وبالنسبة للخس . . فإن فترة الحساسية للحرارة المرتفعة لا تدوم أكثر من ٨ ـ ١٦

ساعة عند بداية تشرب البذور للماء . ويمكن للنمو النباتى التالى لذلك أن يستمر فى درجة حرارة مرتفعة تصل إلى ٣٥ ـ ٤٠م ؛ ولهذا . . فإنه يمكن التقليل من مشكلة السكون الثانوى فى الخس باختيار الصنف المناسب ، وبخفض درجة حرارة التربة بالرى فى الوقت المناسب ، وبالزراعة فى وقت متأخر من النهار عند انخفاض درجة الحرارة ، وبتشرب البذرة للماء فى حرارة ٢٠م ، ثم التجفيف قبل الزراعة ، أو بنقع البذور فى محلول مائى بتركيز ٥ أجزاء فى المليون من كل من حامض الجبريلليك مع الكاينتين قبل الزراعة (Fordhan & Biggs ١٩٨٥) .

وتنبت بذور الكرفس بصورة جيدة فى مجال حرارى يتراوح بين ١٠ و ١٩م ، لكن البذور تدخل فى حالة سكون ثانوى عند ارتفاع درجة الحرارة عن ذلك ، وهو ما يعرف باسم « السكون الحرارى Thermodormancy » . ويمكن التغلب على حالة السكون الثانوى هذه بنقع البذور فى مخلوط من منظمات النمو التالية :

Ethephon: 2-chloroethylphosphonic acid (Ethrel)

Daminozide: N-dimethylamino succinamic acid (B-Nine)

BAP: 6-benzylamino purine

ويلزم الضوء لإنبات بذور بعض الخضروات ؛ مثل بعض أصناف الكرفس (خاصة عند ارتفاع درجة الحرارة عن ١٥م) ، والخس (خاصة فى البذور الحديثة الحصاد) ؛ حيث تنخفض نسبة الإنبات فى الظلام . ويمكن التغلب على تلك المشكلة فى الكرفس بنقع البذور فى مخلوط من الجبريللينات GA_4 ، وGA_7 قبل الزراعة .

وقد ظهرت أهمية الحاجة إلى هذه المعاملة بعدما استخدمت البذور المغلفة Pelleted Seed بغرض الزراعة فى الحقل مباشرة على المسافات المرغوبة ، تجنبًا لعملية الشتل المكلفة . فقد أدى اتباع هذه الطريقة فى الزراعة إلى ازدياد حدة مشكلة حاجة البذور إلى التعرض للضوء عند الإنبات؛ وازداد التأخير فى الإنبات تبعًا لذلك ، لكن أمكن التغلب على هذه المشكلة بإضافة منظمات النمو إلى المادة المستخدمة فى تغليف البذور .

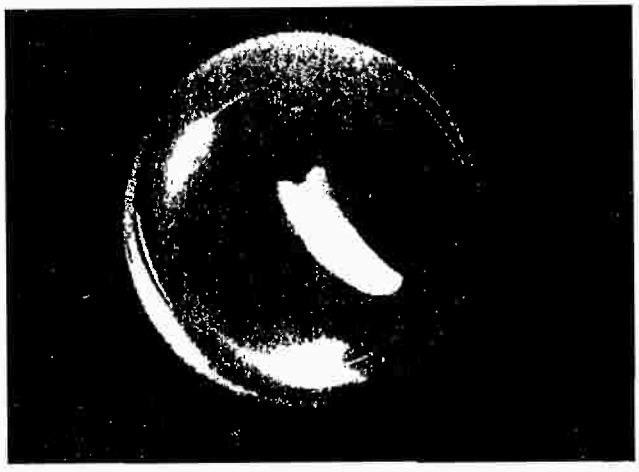
معاملات البذور بهدف تسهيل تداولها عند الزراعة

تجرى معاملات خاصة لبذور بعض الخضر بهدف جعل تداولها عند الزراعة أكثر يسراً وسهولة ، وبذلك يمكن التحكم فى كثافة الزراعة . ومن أمثلة هذه المعاملات : إزالة الزوائد الشوكية الجانبية ببذور الجزر والأركان الفلينية لثمرة البنجر ، كما تدرج أيضاً حسب الحجم ، بحيث يحتوى الكيلو جرام الواحد من ثمار البنجر على ٥٠ ألف ـ ١٠٠ ألف ، أو ١٠٠ ألف ـ ١٥٠ ألف ثمرة . وغنى عن البيان أن هذه المعاملات تجرى بمعرفة شركات إنتاج البذور .

تغليف الأجنة الخضرية (البذور الصناعية)

يعنى بذلك الأجنة الخضرية Somatic Embryos التى تنشأ فى مزارع الأنسجة ، والتى يجرى تغليفها بمواد جيلاتينية أو مركبات أخرى يسهل تحللها فى التربة لإنتاج ما يُعرف بـ « البذور الصناعية Artificial Seed » ، أو « البذور المكبسلة Encapsulated Seed » التى يمكن استخدامها فى الزراعة (شكل ١ ـ ١) .

ومن أهم مميزات هذه الطريقة إمكان إنتاج أعداد كبيرة جدا من النباتات التى تماثل النبات الأم المستخدم فى زراعة الأنسجة؛ وبذا . . يمكن إنتاج أعداد غير محدودة من بذور الأصناف الهجين المرتفعة الثمن ، ويمكن إكثار النباتات الخضرية التكاثر بسهولة بالبذور دون توقع أى تغير فى تركيبها الوراثى .



شكل (١ ـ ١) : بذرة جزر صناعية عبارة عن جنين خضرى داخل كبسولة جيلاتينية (عن Chrispeels & Sadava ١٩٩٤).

هذا . . ويتوفر نوعان من البذور الصناعية ، كما يلى :

١ ـ بذور مغلفة رطبة Hydrated Artificial Seeds :

وهى البذور التى تغلف أجنتها فى مركب جيلاتينى ؛ مثل ألجينات الكالسيوم calcium alginate . تخلط الأجنة مع ألجينات الصوديوم ، ثم تُسقط فى محلول ملح كالسيوم لتكوين كبسولات ألجينات الكالسيوم . تغسل الكبسولات بعد ذلك بالماء وتزرع .

٢ ـ بذور مغلفة مجففة Desiccated Artificial Seeds :

انتجت البذور المجففة الصناعية بتغليف مخلوط من أجنة الجزر الخضرية ، والجذور ، والكالوس (من ناتج مزارع الأنسجة) بالبوليثيلين جليكول ، ثم السماح للمخلوط المغلف بالجفاف لعدة ساعات على سطح من التفلون Teflon المعقم . وبعد ذلك وضع المخلوط المجفف على بيئة صناعية ، وسمح له باستكمال جفافه .

وبرغم تعدد الدراسات التى أجريت على هذا الموضوع فإن البذور الصناعية لم تَدْخُلْ بَعْدُ مرحلة الإنتاج التجارى لضعف نسبة إنبات البذور المنتجة ـ بهذا الشكل ـ تحت ظروف الحقل . كما أن البذور الرطبة يصعب تخزينها ، والبذور المجففة تنخفض نسبة إنباتها أثناء عملية التجفيف .

وقد أمكن ـ بنجاح ـ تغليف أجنة عدد كبير من الأنواع النباتية ، كان من بينها عدد من محاصيل الخضر ؛ مثل الجزر ، والخيار ، والبطاطا (عن Redenbaugh ١٩٩٠) .

فمثلا . . تمكن Dupuis وآخرون (١٩٩٤) من تغليف أجنة الجزر فى كبسولات شبيهة بالكبسولات الدوائية ؛ بُطِّنَت الكبسولة أولا من سطحها الداخلى بغشاء محكم ضد الرطوبة يتكون من بولى فينيل كلوريد (PVC) ، وبولى فينيل أسيتيت (PVA) ، و بنتون bentone ، وتلا ذلك وضع بيئة الإنبات والجنين داخل الكبسولة ، ثم لحام جسم الكبسولة لتأمين حماية الجنين . واستخدمت فى عملية اللحام زيوت فى بداية درجة تجمدها .

مزايا وعيوب التكاثر الخضرى

يفيد التكاثر الخضرى فى الحالات الآتية :

١ ـ عندما لا تنتج النباتات بذوراً ؛ كما فى الثوم ، والقلقاس .

٢ ـ عندما يؤدى التكاثر بالبذور إلى إنتاج نباتات مخالفة فى صفاتها للصفات المميزة للصنف المزروع ؛ كما فى جميع الخضروات التى تنتج بذوراً ، ولكنها تكثر تجاريا بطريقة خضرية ؛ مثل الخرشوف ، والبطاطا .

٣ ـ عند الرغبة فى مقاومة بعض الأمراض ؛ كما فى حالة استعمال أصول طماطم مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور ، أو أصول خيار مقاومة للذبول الفيوزارى .

٤ ـ كما يفيد التكاثر الخضرى عمومًا فى وصول النباتات إلى مراحل متقدمة من النمو فى فترة أقصر بكثير مما فى حالة التكاثر البذرى ، ويظهر ذلك بوضوح فى حالة الفراولة والبطاطس مثلاً .

ومن أهم عيوب التكاثر الخضرى ما يلى :

١ ـ سهولة انتقال الأمراض الفيرسية من خلال الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر .

٢ ـ زيادة تكلفة التقاوى ، بالمقارنة بالتكاثر الجنسى بالبذور .

طرق التكاثر الخضرى فى محاصيل الخضر

تتكاثر بعض محاصيل الخضر تجاريًا بواحدة أو أكثر من الطرق التالية :

١ ـ بالخلفات أو الفسائل : وهى النباتات الصغيرة التى تنمو من البراعم الجانبية على سيقان النباتات عند سطح التربة ؛ كما فى الفراولة ، والخرشوف .

٢ ـ بالدرنات : وهى السيقان المتحورة إلى أعضاء تخزين ؛ كما فى البطاطس ، والطرطوفة .

٣ ـ بالكورمات : وهى كذلك سيقان متحورة إلى أعضاء تخزين ، وتظهر عليها عقد ، وسلاميات ، وأوراق حرشفية ، وبراعم عند العقد ؛ كما فى القلقاس .

٤ ـ بالأبصال : كما فى البصل والثوم . والأخير يتكاثر بالفصوص التى تكوّن البصلة .

٥ ـ بالجذور : كما فى البطاطا التى تتحور فيها بعض الجذور إلى أعضاء تخزين . وتستخدم الجذور الرفيعة نسبيا وغير الصالحة للاستهلاك فى إنتاج الشتلات .

٦ ـ بالعقل الساقية : كما فى البطاطا .

٧ ـ بالعقل الجذرية : كما فى فجل الحصان .

٨ ـ بالمدادات : وهى السيقان الجارية التى تنمو على سطح التربة ، وتعطى عند العقدة الثانية نموات جذرية ، وأوراقًا ، وبراعم يمكن فصلها لتصبح شتلة تستخدم فى التكاثر ، كما فى الفراولة .

٩ ـ بتقسيم سيقان نباتات الأمهات طوليا ؛ بحيث يحتوى كل قسم على برعمين أو ثلاثة ، كما فى الخرشوف .

١٠ ـ بالتطعيم :

ويتبع عند الرغبة فى استخدام أصول مقاومة لأمراض معينة ، خاصة فى الزراعات المحمية ، ولكنها تتبع كذلك فى الزراعات المكشوفة للطماطم ، والباذنجان ، والبطيخ ، والخيار ، والقاوون فى كل من كوريا واليابان (Lee ١٩٩٤) . وقد أنتج فى اليابان أربعة طرز من الروبوتات (جمع روبوت وهو الإنسان الآلى) لأجل أتْمَتَة عملية التطعيم (Kurata ١٩٩٤) .

١١ ـ بالإكثار الدقيق عن طريق مزارع الأنسجة ؛ كما فى البطاطس والفراولة . كما تستعمل مزارع القمة الميرستيمية فى كليهما ـ قبل عملية الإكثار الدقيق ـ فى تخليص النباتات من الإصابات الفيروسية . وتتبع طريقة مزارع القمة الميرستيمية ـ كذلك ـ فى التخلص من الإصابات الفيروسية فى كل من البطاطا ، والثوم ، والخرشوف ، والقلقاس ،والكاسافا .

معاملة الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر بالحرارة لتخليصها من الفيروسات

يؤدى تعريض الأنسجة النباتية لحرارة ٣٦°م إلى حدوث تثبيط كامل لبعض الفيروسات ، بينما يحدث وقف لنشاط البعض الآخر . وبمضى الوقت يصبح النسيج النباتى خاليًا من الفيرس .

ومن أمثلة المعاملات التى تجرى تجاريا للتخلص من الفيروسات فى الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر ما يلى :

١ ـ تخليص درنات البطاطس من فيرس التفاف الأوراق leaf roll virus بحفظ الدرنات فى حرارة ٣٦°م لمدة ٢٠ يومًا .

٢ ـ تخليص نباتات الفراولة من فيرس التبرقش mottle virus بحفظ النباتات فى حرارة ٣٧°م لمدة ٥٠ يومًا (Smith ١٩٧٧) .

٣ ـ كما وجد Kaiser (١٩٨٠) أن تخزين درنات البطاطس المصابة فى حرارة ٣٧°م لمدة ٣ ـ ٦ أسابيع قبل زراعتها أدى إلى تخليصا تمامًا من الفيروسات التالية :

فيرس التفاف أوراق البطاطس Potato leaf roll virus .

فيرس موازيك البرسيم الحجازى Alfalfa mosaic virus .

فيرس حلقة الطماطم السوداء Tomato black ring virus .

حيث لم تُكْتَشف أى من هذه الفيروسات فى النباتات النامية من الدرنات المعاملة . هذا . . إلا أن التخزين فى حرارة ٣٧°م لمدة ٦ أسابيع أدى إلى خفض نسبة إنبات الدرنات إلى ٤٤ ـ ٧٨٪ فى ٨ أصناف من البطاطس .

٤ ـ كذلك تفيد المعاملة الحرارية فى تخليص الأجزاء الخضرية المستعملة فى التكاثر من مسببات أمراض أخرى ، كما يلى (عن Palti ١٩٨١) .

المحصول والجزء الخضرى المعامل	المسبب المرضى الذى يتم التخلص منه		المرض الذى يسببه
جذور البطاطا	Ceratocystis fimbriata	الفطر	العفن الأسود
	Monilochaetes infuscans	الفطر	القشف Scurf
	Meloidogyne incognita	النيماتودا	تعقد الجذور
درنات اليام	Scutellonema bradys	النيماتودا	
أبصال وبصيلات البصل	Peronospora destructor	الفطر	البياض الزغبى
شتلات الفراولة	Aphelenchoides fragariae	النيماتودا	
	A. ritzemabosi	النيماتودا	

استعمال مزارع الأنسجة فى الإكثار الخضرى لمحاصيل الخضر

الـ Explants وظاهرة الـ Totipotency

بالرغم من أن جميع الخلايا النباتية تتصف بالقدرة على تكوين نباتات جديدة كاملة من كل منها ـ وهى الظاهرة التى تعرف باسم Totipotency ـ إلاّ أن إظهار تلك القدرة يقتصر على خلايا خاصة . ويعرف الجزء النباتى الذى يؤخذ من النبات الأصلى لزراعته فى مزارع الأنسجة باسم Explant .

وتعد الحالة التى يكون عليها الـ Explant عند زراعته من أهم العوامل فى نجاح مزرعة الأنسجة ؛ حيث يجب إعطاء أهمية خاصة لكل من مصدر الـ Explant ، والمرحلة الفسيولوجية والتكونيية للعضو النباتى الذى حصل منه على الـ Explant ، وكذلك موسم النمو ، وحجم النبات الذى أخذ منه الـ Explant وحالته الفسيولوجية العامة .

وتتنوع مصادر الـ Explants المناسبة فى محاصيل الخضر ؛ فهى تتضمن الأوراق الفلقية ، والسويقة الجنينية السفلى ، والأوراق ، والبراعم الإبطية ، والبراعم القمية ، والأنسجة الميرستيمية الأخرى . وعادة ما تحتوى قمم النموات الخضرية على عدة مبادئ أوراق ؛ حيث نادرًا ما يكون النسيج الميرستيمى القمى فقط Apical Dome مصدرًا للـ Explant .

ويلاحظ أن الـ Explant يؤخذ فى غالبية الأحوال من أنسجة حديثة ؛ حيث يتميز بقدرة أكبر على النمو والانقسام إذا قورن بالأنسجة الأكبر عمرًا .

وكلما صغر حجم الـ Explant ازدادت فرصة خلو المزرعة من الملوثات ، إلاّ أن فرصة البقاء والنجاح تنخفض كلما صغر حجم الـ Explant . وليس هناك من مبرر لاستخدام Explants صغيرة جدا إلا إذا كان الهدف هو إنتاج نباتات خالية من الإصابات الفيروسية .

بيئات مزارع الانسجة

إن أفضل البيئات لمزارع أنسجة الخضر هى بيئة موراشيج وسكوج Murashige & Skoog . كما تستخدم كذلك بيئات جامبورج بى ٥ Gamborg B5 ، وملر Miller ، وهوايت White إما كما هى ، وإما مع تحويرات بسيطة فيها .

ومن بين المكونات العضوية للبيئة : الكربوهيدرات ، والفيتامينات ، والأحماض الأمينية ، والإينوسيتول ؛ حيث تستخدم بتركيزات مماثلة لتلك التى تستعمل فى بيئة موراشيج وسكوج .

ويؤثر التوازن بين الأوكسين والسيتوكينين على النموين الخضرى والجذرى فى بيئة الزراعة . وأكثر الأوكسينات استعمالا هو إندول حامض الخليك IAA ونافثالين حامض الخليك NAA ؛ حيث يستعملان بتركيز ٠,٥ ـ ٥,٠مجم/لتر . أما أكثر السيتوكينينات استعمالا فهى الكينتين Kinetin ، والبنزيل أدنين Benzyladenine (أو BA) ، و N6-isopentenyladenine (أو 2ip) ، وهى تستخدم كذلك بتركيز من ٠,٥ ـ ٥,٠مجم/لتر .

ويستعمل أحيانًا إما مستخلص الخميرة أو الشعير ، أو الـ Casein hydrolysate مع لبن جوز الهند بنسبة ١٠٪ . ولا يتم اللجوء إليها إلا كمحاولة أخيرة لتحفيز النمو الخلوى أو تكوين النموات النباتية .

ولجعل البيئة صلبة . . يضاف إليها الآجار بنسبة ٠,٨ ـ ١,٠٪ (عن Bottino ١٩٨١) .

مزارع الإكثار الدقيق

يستفاد من مزارع الإكثار الدقيق micropropagation فى إنتاج سلالات خضرية تحتوى على عشرات الآلاف من النباتات الصغيرة خلال فترة وجيزة .

ويفضل دائمًا استخدام القمة الميرستيمية ؛ لكى تكون النباتات المنتخبة خالية من الفيروسات . أما إن لم يكن ذلك ضروريا . . فإنه يمكن استعمال أجزاء صغيرة من ساق النبات ، تحتوى كل منها على عقدة وبرعم جانبى (nodal segments) ؛ ذلك لأن البراعم الجانبية المفصولة بمفردها من الأشجار البالغة لا تنمو فى معظم الحالات ، بينما يساعد النسيج الأمى الموجود مع البرعم الإبطى فى هذه العقل (nodal cuttings) على نمو البرعم . وتتحمل البراعم الجانبية عمليات التعقيم أفضل من البراعم الطرفية .

ويمكن استعمال أى جزء نباتى آخر فى التكاثر الدقيق إذا أمكن دفعه لتكوين براعم عرضية ، سواء تكونت من خلال نسيج الكالس ، أم بدونه . وتستخدم لهذا الغرض أجزاء من الجذور ، والسيقان ، والأوراق . . ويتوقف الاختيار على قدرة العضو النباتى على تكوين براعم عرضية .

ويحدث التكاثر الدقيق فى البراعم بواحدة من ثلاث طرق كما يلى :

أولاً : من خلال الكالس

إن القدرة الفائقة للخلايا النباتية على التكاثر فى المزارع وإنتاج نسيج كالس تعطى فرصة كبيرة لإنتاج أعداد كبيرة من النباتات من هذه الخلايا ؛ لدى حدوث التميز النباتى بها . ويحدث التميز إما بتكوين الجذور والنموات الخضرية ـ بصورة عرضية ـ مباشرة ، وإما من خلال تكوّن الأجنة الجسمية .

تتماثل الأجنة الجسمية تمامًا مع الأجنة الجنسية باستثناء كون نشأتها من خلايا جسمية . تعطى هذه الأجنة نباتات كاملة تتشابه تمامًا مع النبات الذى استُخْدِم جزء منه (explant) فى عمل المزرعة . ويمكن أن تتكون الأجنة الجسمية مباشرة على النسيج المزروع explant ، كما فى القنبيط ، والبطاطس ، ولكن العادة أن تنشأ تلك الأجنة

من الكالوس ؛ كما فى الكرفس ، والبطاطس ، والقرع العسلى ، والجزر ، والهليون . وتستحث الأجنة الجنسية على التكوين باستخدام بيئة ينخفض فيها تركيز الأوكسين إلى مستوى مناسب .

تنشأ الجذور والنموات العرضية فى نباتات مزارع الأنسجة عند مواقع غير عادية بالنسبة لها . وتلك ظاهرة أكثر شيوعًا من ظاهرة تكوين الأجنة الخضرية . ويمكن أن تنشأ النموات الخضرية أو الجذور مباشرة على النسيج المزروع ـ كما فى الخس والكرنب ـ ولكن الأكثر احتمالا أن تنشأ النموات الخضرية من كالس نامٍ من النسيج المزروع ؛ كما فى الخس ، والطماطم ، والبصل ، والثوم ، والكرنب ، والجزر ، والبروكولى ، والفلفل ، والقنبيط ، وكرنب بروكسل ، والبطاطس ، والكيل ، والبطاطا ، والهليون .

ومن أكبر مخاطر التكاثر بهذه الطريقة حالة عدم الثبات الوراثى التى يتميز بها نسيج الكالوس الذى تنشأ منه النموات العرضية ، وخاصة عند تكرار زراعة المزرعة لعدة مرات ، ولكن تعد هذه الطريقة هى الوحيدة المستخدمة لإكثار أنواع مهمة ، مثل الحمضيات ، والنخيل ، والبن .

ثانيًا : من خلال تكوين البراعم العرضية

على الرغم من أن النباتات التى تتميز من أنسجة الكالس تعد عرضية المنشأ . . إلا أنه يعنى بالبراعم العرضية . . تلك التى تتكون من العضو النباتى مباشرة ، دون أن يفصل بينهما نسيج كالس . وتتكاثر أعداد كبيرة جداً من النباتات الاقتصادية بهذه الطريقة .

ثالثًا : من خلال تحفيز التفرع الجانبى

يحدث تحفيز التفرع الجانبى فى مواقع النمو الطبيعية فى البرعم الطرفى والبراعم الجانبية . وتتميز هذه الطريقة بحدوثها فى غياب أى كالوس تقريبًا ، ويمكن اتباعها مع عديد من الخضر ؛ مثل الهليون ، والبطاطا ، والبطاطس ، وكرنب بروكسل ، والقنبيط ، والخيار ، والبروكولى ، والكرنب ، والثوم ، والطماطم ، والخس .

ومن أهم مميزات الإكثار الدقيق بهذه الطريقة عدم حدوث أية تغيرات وراثية (عن Bottino ١٩٨١) .

يتم تحفيز النمو الجانبى فى المزارع بتوفير السيتوكينين بها بتركيز معين ، إما مع الأوكسين ، وإما بدونه . ويؤدى استمرار توفر السيتوكينين فى المزرعة إلى نمو البراعم الجانبية التى تتكون فى القمة الميرستيمية التى تنمو من البراعم المزروعة (أى من الـ nodal segments) ، ثم تنمو البراعم الجانبية التى تتكون فى القمم الميرستيمية الجديدة . . وهكذا يؤدى استمرار هذه العملية ـ عدة مرات ـ إلى تكون كتلة من النموات الجديدة .

وبرغم توقف تكاثر المزرعة الواحدة بهذه الطريقة بعد فترة . . إلا أنه يمكن استمرار التكاثر ـ فى هذه المرحلة ـ بنقل أجزاء من المزرعة إلى مزارع أخرى جديدة ؛ وبذلك . . يمكن استمرار التكاثر إلى مالانهاية ، إلى درجة أنه يمكن ـ على سبيل المثال ـ إنتاج من ١٥ ـ ٢٥ مليون نبات فراولة من نبات واحد فى العام ؛ لأن كل نبات يكون قادرًا على إنتاج ١٠ نباتات جديدة كل أسبوعين .

تعد عملية التجذير ضرورية فى الحالات التى لا تنمو فيها النباتات من الأجنة الجسمية ، بينما توجد الجذور ـ طبيعيا ـ فى حالة التميز من الجنين الجسمى الذى يحتوى ـ بطبيعته ـ على جذير .

ولإحداث التجذير . . يلزم نقل النموات المتكونة إلى بيئة أخرى ، تختلف فى مكوناتها الهرمونية عن بيئة التكاثر . ويكون نقل النموات الخضرية ـ عادة ـ إلى هذه البيئات وهى بطول حوالى سنتيمتر واحد ، ثم تنقل النباتات بعد أن تتكون جذورها إلى أصص معقمة بحرصٍ تامٍّ ، وتُتعهد بالرعاية إلى أن تكبر ؛ حيث تنقل بعد ذلك إلى البيوت المحمية . ويبين جدول (١ ـ ٤) تركيب بيئة الإكثار الدقيق للفراولة (عن Bhojwani & Razdan ١٩٨٣) .

جدول (١ ـ ٤) : بيئات الإكثار الدقيق للفراولة .

المكونات	البيئات (مجم / لتر)		
	التهيئة	التكاثر	التجذير
مركبات غير عضوية			
KNO_3	250	250	250
$MgSO_4 . 7 H_2O$	250	250	250
$KH_2 PO_4$	250	250	250
$Ca (NO_3)_2 . 4 H_2O$	1000	1000	1000
KI	0.83	0.83	0.83
H_3BO_3	6.2	6.2	6.2
$MnSO_4 . 4 H_2O$	16.9	16.9	16.9
$ZnSO_4 . 7 H_2O$	8.6	8.6	8.6
$Na_2 MoO_4 . 2 H_2O$	0.25	0.25	0.25
$CuSO_4 . 5 H_2O$	0.025	0.025	0.025
$CoCl_2 . 6 H_2O$	0.025	0.025	0.025
$FeSO_4 . 7 H_2O$	27.8	27.8	27.8
$Na_2 . EDTA$	37.3	37.3	37.3
مركبات عضوية			
Inositol	100	100	100
Nicotinic acid	0.5	0.5	0.5
Pyridoxine HCl	0.5	0.5	0.5
Thiamine HCl	0.1	0.1	0.1
Glycine	2	2	2
منظمات نمو			
BAP	0.1	1	-
IBA	1	1	1
GA_3	0.1	0.1	-
جلوكوز	4%	4%	4%
آجار	0.8%	0.8%	0.8%

مراحل الإكثار الدقيق

تمر عملية الإكثار الدقيق بأربع مراحل ؛ كما يلى :

١ ـ مرحلة عمل وتطوير مزرعة أنسجة للنبات تسمح بنموه لفترات طويلة . تكبر

خلال هذه الفترة البراعم وأطراف السيقان ، أو يبدأ ظهور الأعضاء العرضية من الجزء النباتى المزروع explant .

٢ ـ مرحلة التزايد السريع للتكوينات التى بدأ ظهورها فى المرحلة الأولى ، والتى تعطى فى نهاية الأمر نباتات جديدة . وتلك هى مرحلة التكاثر ، وقد تتضمن تكرار الزراعة فى مزارع جديدة عدة مرات ؛ بهدف إنتاج أكبر عدد من النباتات . وما دامت لم تظهر اختلافات وراثية فى المزرعة فإن هذه المرحلة يمكن أن تدوم لفترات طويلة جدا .

٣ ـ مرحلة إعداد النباتات للنمو فى التربة ، وهى مرحلة غاية فى الأهمية إذا أريد الاستفادة من النباتات المتحصل عليها من مزارع الأنسجة .

إن النباتات المنتجة فى مزارع الأنسجة تختلف كثيرًا عن تلك المنتجة بصوة طبيعية بالرغم من تماثلهما الوراثى ، وهى اختلافات تعود إلى ظروف البيئة التى نشأت فيها النباتات . فمثلا . . وجد أن نباتات القنبيط المنتجة فى مزارع الأنسجة تختلف فى تشريح الورقة عن النباتات العادية ؛ حيث يقل أو ينعدم فيها النسيج العمادى ، ويضمحل النسيج الوعائى الذى يصل بين الجذور والنموات الخضرية ، ولا يوجد فيها سوى القليل جدا من الشمع السطحى على الأوراق .

كذلك تختلف نباتات مزارع الأنسجة عن النباتات العادية فسيولوجيا . فمثلا . . يقل محتواها من الكلورفيل ، وتكون أقل كفاءة فى تثبيت غاز ثانى أكسيد الكربون عن النباتات العادية التى من نفس العمر . ولا تستعيد هذه النباتات قدرتها الكاملة على البناء الضوئى إلا بعد أن تعاود نموها الطبيعى تحت ظروف الحقل .

وبذا . . فإن الهدف الرئيسى من هذه المرحلة يجب أن يكون تشجيع النمو الجذرى للنموات الخضرية المتكونة ، وأقلمة النباتات على الشد الرطوبى ، وتعويده ـ تدريجيا ـ على تمثيل غذائه بنفسه بدلا من الحصول عليه من بيئة الزراعة .

وأفضل الظروف لتهيئة النباتات للنمو فى التربة هى تعريضها ـ وهى فى المزارع ـ لإضاءة مقدارها ١٠٠٠ لكس لمدة ١٦ ساعة يوميا ، مع تثبيت الحرارة على ٢٥ ـ ٢٧°م .

٤ ـ مرحلة ترسيخ النباتات لنموها فى التربة :

فى بداية هذه المرحلة يكون فقد الماء من النباتات عاليًا بسبب نقص الشمع السطحى ؛ ولذا . . يجب أن تجرى الخطوات الأولى من تلك المرحلة تحت ظروف رطوبة عالية . وقد يفيد رش النباتات بـ Polyvinyl resin ؛ حيث يزيد من مقاومة أدمة النبات للنتح الأديمى دون أن يؤثر ذلك على وظائف الثغور (عن Bottino ١٩٨١) .

مزارع القمة الخضرية الميرستيمية

يستفاد من مزارع القمة الخضرية الميرستيمية Meristem Shoot Tip Culture فى إنتاج نباتات خالية من الإصابات الفيروسية ، ويعد ذلك أمراً بالغ الأهمية فى المحاصيل التى تتكاثر خضريا ، والتى تنتقل فيها الفيروسات تلقائيا مع الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر .

وبرغم أن النباتات قد تكون مصابة جهازيا بالفيروسات . . إلا أن القمة النامية تكون غالبًا خالية تمامًا من الفيروسات ، أو لا تحتوى إلا على قليل جدا منها ؛ ويرجع ذلك إلى الأسباب الآتية :

١ ـ خلو القمة الميرستيمية من الأنسجة الوعائية التى يكون انتقال الفيروسات فيها سريعًا ، بينما يكون انتقالها خلال الروابط البروتوبلازمية أبطأ من سرعة نمو القمة النامية .

٢ ـ يكون النشاط الأيضى فى الخلايا الميرستيمية عاليًا بدرجة يقل معها تكاثر الفيرس فيها .

٣ ـ تكون نظم المقاومة لتكاثر الفيروسات فى الأنسجة الميرستيمية أعلى مما فى أى نسيج آخر .

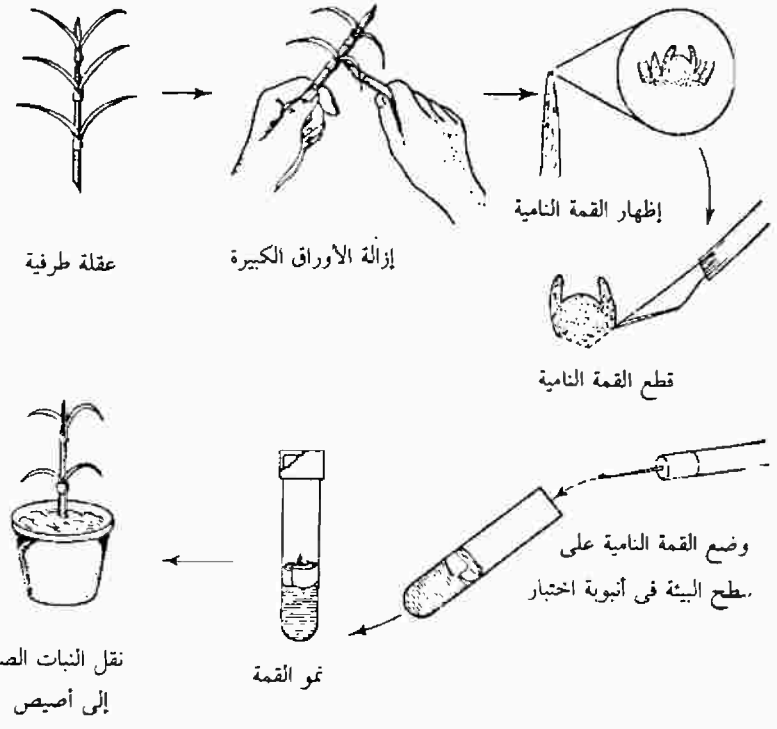
٤ ـ قد يثبط التركيز العالى للأوكسين الطبيعى ـ فى القمة النامية ـ نشاط الفيروسات فيها .

ولهذه الأسباب كلها . . فإن فصل القمة الميرستيمية وزراعتها فى بيئة صناعية يؤدى إلى إنتاج نباتات خالية من الإصابات الفيروسية . وقد استخدمت هذه التقنية تجاريا ، لإنتاج نباتات خالية من الفيرس من عديد من الأنواع النباتية ؛ مثل : الفراولة ،

والبطاطس ، والبطاطا ، والروبارب ، والكاسافا ، والكرسون المائى ، واليام ، وقصب السكر ، والتفاح ، والموز ، وعديد من نباتات الزينة التى تتكاثر خضريا .

ويفضل استعمال مصطلح مزارع القمة الميرستيمية Meristem-Tip Culture فى حالة استعمال القمة الميرستيمية فى الزراعة ، وهى التى يكون عرضها ـ عادة ـ حوالى ١٠٠ ميكرون ، وطولها حوالى ٢٥٠ ميكروناً .

وبرغم أن هذا الجزء ينتج ـ غالباً ـ نباتات خالية من الفيرس . . إلا أنه قد يصعب فصله ؛ لذا . . تستعمل ـ أحياناً ـ القمة النامية كلها ، وهى التى يكون عرضها ـ عادة ـ ١٠٠ ميكرون ، وطولها ٥٠٠ ميكرون . ويطلق على المزارع فى هذه الحالة اسم Shoot-Tip Culture ، وهى تنتج كذلك نباتات خالية من الفيرس فى أغلب الأحيان (شكل ١ ـ٢) .



شكل (١ ـ ٢) : زراعة القمة النامية Shoot Tip culture ؛ بهدف التخلص من الإصابات الفيروسية .

تفصل القمم النامية تحت المجهر . ويعتبر فصل القمة النامية سريعًا ـ دون إحداث أضرار بها ـ من أهم مقومات نجاح مزارع القمة الميرستيمية . هذا . . بالإضافة إلى أهمية بيئة الزراعة التى يجب أن تكون محفزة لتكوين الجذور والأوراق من القمم الميرستيمية المزروعة .

ويبين جدول (١ ـ ٥) تركيب عدد من البيئات التى استخدمت فى مزارع القمة الميرستيمية . وبرغم سهولة الزراعة فى بيئة شبه صلبة تحتوى على آجار . . إلا أنها تحفز تكوين الكالس فقط ، وهو أمر غير مرغوب فيه فى هذه المزارع .

وتزداد فرصة تميز النباتات فى المزرعة كلما ازداد حجم القمة الميرستيمية المزروعة ؛ ذلك لأن القمم الصغيرة تنتهى غالباً بتكوين جذور وكالس ، وربما لا تعطى جذوراً ألبتة إن كانت صغيرة جدا ، فى حين أن القمم الخضرية الكبيرة ربما لا تكون خالية من الفيرس ؛ لذا . . فإن القاعدة هى أن تكون القمم الميرستيمية المزروعة صغيرة بالقدر الذى يضمن خلوها من الفيرس ، وكبيرة بالقدر الذى يسمح بتميزها إلى نباتات مكتملة النمو .

وقد وجد أن النباتات المصابة جهازيا بالفيروسات تعطى عند زراعة أى من أنسجتها المصابة خلايا كالس ، تختلف فى محتواها من الفيرس ، وأمكن الحصول على نباتات خالية من الفيرس من خلايا الكالس السليمة فى هذه المزارع . .

كذلك . . وجد أن نسبة النباتات الخالية من الفيرس كانت أعلى بكثير فى النباتات التى تميزت من الكالس فى مزارع القمة الميرستيمية عما فى النباتات التى تميزت من القمة الميرستيمية مباشرة . وربما يرجع ذلك إلى أن سرعة تكاثر الفيرس تكون أقل من سرعة تكاثر الخلايا فى نسيج الكالس .

هذا . . إلا أن كثيراً من الأنواع النباتية الهامة لم تتميز فيها نباتات من نسيج الكالس ، كما أن هذا النسيج لا يكون ثابتًا وراثيًا .

جدول (١ ـ ٥): تركيب بعض البيئات التى استخدمت من قبل باحثين مختلفين فى مزارع القمة الخضرية الميرستيمية ، لأنواع مختلفة من النباتات .

المكونات	البيئات (مجم / لتر)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$NH_4 NO_3$	-	-	-	-	-	60	60	-
KNO_3	125	125	125	200	125	-	-	125
$(NH_4)_2 SO_4$	-	-	-	-	1000	-	-	-
KCl	-	-	-	-	1000	80	80	-
$CaCl_2 . 2 H_2O$	-	500	500	-	-	-	-	-
$Ca (NO_3)_2 . 4 H_2O$	500	-	-	800	500	170	170	500
$NgSO_4 . 7 H_2O$	125	125	125	200	125	240	240	125
$KH_2 PO_4$	125	125	125	200	125	40	40	125
$FeCl_3 . 6 H_2O$	-	-	-	-	1	-	-	-
Fe. citrate	-	-	-	-	5	5	-	-
$Fe (SO_4)_3$	-	25	-	-	-	-	27.8	25
$Na_2 . EDTA$	-	-	-	-	-	-	37.3	-
$MnSO_4 . 4 H_2O$		0.8		-	0.1	-	22.3	1
$ZnSO_4 . H_2O$		0.04		0.2	1	0.05	8.6	0.05
$NiCl_2 . 6 H_2O$		0.025		0.3	-	-	-	0.025
$MnCl_2 . H_2O$		-		1.8	-	0.4	-	-
$CoCl_2 . 6 H_2O$	(10 drops of	0.025	(Isotops of	-	-	-	0.025	0.025
$CuSO_4 . 5 H_2O$	Berthelot	0.025	Berthelot	0.08	0.03	0.05	0.025	0.025
$AlCl_3$	soln.)	-	soln.)	-	0.03	-	-	-
$H_2 MoO. H_2O$		-		0.02	-	0.02	-	-
$Na_2 MoO_4 . 2 H_2O$		-		-	-	-	0.025	-
KI		0.25		-	0.01	-	0.83	0.25
$H_3 BO_3$		0.025		2.8	1	0.6	6.2	0.025
Myo-inositol	0.1	0.001	0.1	-	100	0.1	0.1	-
Ca. pantothenate	10	0.001	10	-	1	10	10	-
Nicotinic acid	1	-	1	5	1	1	1	-
Pyridoxine-HCl	1	-	1	1	1	1	1	-
Thiamine-HCl	-	0.001	-	1	1	1	1	1
Biotin	0.1	0.001	0.01	-	0.01	0.01	0.01	-
Cystein	-	0.001	10	-	1	10	10	-
Adenine	-	-	-	-	0.1	5	5	-
$AdSo_4$	-	-	-	-	-	-	-	8
Casein hydrolysate	-	-	1	-	-	1	1	-
Sucrose	20000	-	20000	30000	20000	-	-	-
Glucose	-	40000	-	-	-	10000	30000	40000

مصادر إضافية عن الإكثار الدقيق ومزارع القمة الميرستيمية

لمزيد من التفاصيل عن الإكثار الدقيق لمحاصيل الخضر يوصى بمراجعة Bottino (١٩٨١) الذى يغطى هذه الموضوع بشكل جيد ـ حتى عام ١٩٨٠ ـ بالنسبة لكل من: الهليون ، والبروكولى ، وكرنب بروكسل ، والخضر البصلية .Allium spp ، والكرنب ، والجزر ، والكاسافا ، والقنبيط ، والكرفس ، والخيار ، والباذنجان ، والكيل ، والفاصوليا ، والبسلة ، والخس ، والفلفل ، والقرع العسلى ، والبطاطا ، والطماطم ، واليام .

وللمناقشة العلمية الجيدة فى موضع الإكثار الدقيق ومزارع القمة الميرستيمية بصورة عامة . . يُراجع كل من Hussey (١٩٨٠) ، و Ingram & Helgeson (١٩٨٠) ، و Hartmann & Kester (١٩٨٢) ، و Bhojwani & Razdan (١٩٨٣) ، و Mantell & Smith (١٩٨٣) ، و Hussey (١٩٨٣) .

تخزين الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر

كثيراً ما يستدعى الأمر تخزين الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر لحين زراعتها . وللمحافظة على حيويتها يجب أن يكون التخزين فى ظروف خاصة من الحرارة والرطوبة النسبية ؛ كتلك الموضحة فى جدول (١ ـ ٦) .

جدول (١ ـ ٦): الظروف المناسبة لتخزين الأجزاء الخضرية المستخدمة فى التكاثر فى محاصيل الخضر .

المحصول	الجزء المستخدم فى التكاثر	درجة الحرارة المناسبة (°م)	الرطوبة النسبية المناسبة (٪)
الهليون	التيجان	٢ ـ ٤	٨٠ ـ ٨٥
الثوم	الفصوص أو الرءوس	١٠	٥٠ ـ ٦٥
فجل الحصان	الجذور	صفر	٨٥ ـ ٩٠
البصل	البصيلات	صفر	٧٠ ـ ٧٥
البطاطس	الدرنات	٢ ـ ٤	٩٠
البطاطا	الجذور	١٣ ـ ١٥	٨٥ ـ ٩٠
الروبارب	التيجان	صفر ـ ٢	٨٠ ـ ٨٥
الفراولة	الشتلات	صفر ـ ٢	٩٠ ـ ٩٥

كمية التقاوي المستخدمة فى زراعة الخضر

العوامل المؤثرة على كمية التقاوى اللازمة للزراعة

تتحدد كمية التقاوى اللازمة للزراعة بالعوامل الآتية :

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

٢ ـ نسبة إنبات البذور .

٣ ـ مسافة الزراعة ، وطريقة الزراعة السائدة نثرًا ، أم فى سطور.

٤ ـ عدد النباتات المطلوبة فى الجورة الواحدة .

٥ ـ طبيعة التربة . . فتزيد كمية التقاوى فى الأراضى الثقيلة .

٦ ـ درجة الحرارة السائدة . . فتزيد كمية التقاوى بنقص أو زيادة درجة الحرارة عن الدرجة المثلى .

٧ ـ حجم وقوة نمو البادرات . . فبعض الخضر ـ كالجزر ـ يلزم زراعتها بكثافة ، على أن تخف فيما بعد ؛ لأن بادراته ضعيفة ورهيفة ، وتتأخر فى الإنبات ، ولا تستطيع منافسة الحشائش .

٨ ـ احتمالات الإصابة بالأمراض والحشرات عقب الإنبات مباشرة . ففى حالات توقّع الإصابات الشديدة تجب زيادة كمية التقاوى مع إجراء عملية الخف .

حساب كمية التقاوى اللازمة للزراعة

تستخدم المعادلات التالية فى حساب كمية التقاوى اللازم زراعتها :

١ ـ إذا عرفت كمية التقاوى التى يوصى بها لزراعة الفدان الواحد تحت ظروف الزراعة العادية على أساس أن نسبتى النقاوة والإنبات هما النسب القياسية التى يحددها القانون ، فإنه يمكن حساب كمية التقاوى التى تجب زراعتها من التقاوى المتوفرة إذا عُلمت نسبتا النقاوة والإنبات فيها كالتالى :

$$\text{كمية التقاوى اللازمة / فدان} = \frac{\text{كمية التقاوى التى يوصى بها} \times \text{القيمة الزراعية القياسية}}{\text{القيمة الزراعية الفعلية}}$$

حيث إن:

$$\text{القيمة الزراعية القياسية} = \frac{\text{نسبة النقاوة القياسية} \times \text{نسبة الإنبات القياسية}}{١٠٠}$$

$$\text{القيمة الزراعية الفعلية} = \frac{\text{نسبة النقاوة الفعلية} \times \text{نسبة الإنبات الفعلية}}{١٠٠}$$

هذا . . ويمكن استخدام القيمة الزراعية الفعلية فى مقارنة التقاوى المتحصل عليها من مصادر مختلفة ، إلا أن القيمة الزراعية الفعلية قد تكون واحدة فى عينتين من التقاوى ، لكن تفضل واحدة على الأخرى . فمثلا . . عينة بها نسبة الإنبات ٩٠٪ ، ونسبة النقاوة ٩٩٪ ، وأخرى بها نسبة الإنبات ٩٩٪ ، ونسبة النقاوة ٩٠٪ ـ تبلغ القيمة الزراعية فى كل منهما ٨٩,١ ، ومع ذلك تفضل العينة الأولى على الثانية عندما يكون سبب عدم النقاوة هو وجود نسبة مرتفعة من بذور الحشائش ، خاصة الخبيثة منها . كما أن نسبة النقاوة يمكن تقديرها بدقة ، أما نسبة الإنبات ، فلا تكون بنفس الدرجة من الدقة ، لأن الاختبار يجرى على عدد محدود من البذور (Davidson ١٩٦١).

٢ ـ يمكن ـ أيضًا ـ حساب كمية التقاوى التى تلزم لزراعة الهكتار (الهكتار = ٢,٣٨ فدانًا) بالمعادلة التالية :

كمية التقاوى اللازمة بالكجم/ هكتار

$$= \frac{\text{متوسط وزن البذرة بالملليجرام} \times \text{عدد النباتات بكل متر مربع}}{\text{نسبة الإنبات المعملية} \times \text{العامل الحقلى}}$$

$$= \frac{١٠٠٠ \times \text{عدد النباتات المطلوب زراعتها فى المتر المربع}}{\text{عدد البذور فى الجرام} \times \text{نسبة الإنبات المعملية} \times \text{العامل الحقلى}}$$

حيث إن العامل الحقلى field factor هو عامل تصحيح يأخذ فى الاعتبار النقص فى نسبة الإنبات الذى يحدث تحت ظروف الحقل ، بالمقارنة بالإنبات فى المعمل . وعندما يكون العامل الحقلى واحداً صحيحاً فإن الإنبات يتساوى فى الحقل مع المعمل ، ولكنه يتراوح عادة ما بين ٠,٤ تحت الظروف السيئة ، كالتربة الثقيلة والحرارة المنخفضة، و٠,٨ تحت الظروف الحقلية الجيدة .

وتفيد المعادلة السابقة فى حساب كمية التقاوى اللازمة ، والتى يمكن زراعتها آليا على المسافات المرغوبة ، دون الحاجة إلى إجراء عملية الخف المكلفة (Bleasdale ١٩٧٣) . هذا . . ويحسب عدد النباتات فى وحدة المساحة بالمعادلة التالية :

$$\text{عدد النباتات فى وحدة المساحة} = \frac{\text{المساحة المعنية بالمتر المربع} \times \text{عدد النباتات فى الجورة}}{\text{المسافة بين الخطوط بالمتر} \times \text{المسافة بين النباتات بالمتر}}$$

وتطرح ـ عادة ـ من المساحة الكلية للحقل النسبة التى تشغلها قنوات الرى والمصارف المكشوفة والممرات ، وتتراوح هذه النسبة ـ عادة ـ بين صفر ٪ فى حالة الرى بالرش أو بالتنقيط مع نظام المصارف المغطاة و ١٠٪ فى حالة الرى السحطى مع نظام المصارف المكشوفة .

٣ ـ كما يحسب عدد البذور اللازم زراعتها بكل متر طولى من الحقل بالمعادلة التالية :

$$\text{عدد البذور فى المتر الطولى من الخط} = \frac{\text{المسافة بين الخطوط بالسم} \times \text{عدد النباتات المطلوب زراعتها فى المتر المربع}}{\text{نسبة الإنبات المعملية} \times \text{العامل الحقلى}}$$

هذا . . ويجب تعديل الحسابات بالنسبة «للبذور» البنجر التى تعتبر ثماراً حقيقية عديدة البذور . وفى هذه الحالة تلزم معرفة عدد الثمار فى الجرام ، وعدد النباتات التى تنتج من ١٠٠ ثمرة ، ثم نحسب كمية الثمار اللازمة للهكتار بالمعادلة التالية :

كمية التقاوى (الثمار) بالكجم للهكتار

$$= \frac{\text{عدد النباتات المطلوب زراعتها فى المتر المربع} \times ١٠٠٠}{\text{عدد الثمار فى الجرام} \times \text{عدد النباتات التى تنتج من ١٠٠ ثمرة} \times \text{العامل الحقلى}}$$

٤ ـ كذلك يمكن حساب كمية التقاوى اللازمة لزراعة مساحة ما بالمعادلات التالية:

أ ـ فى حالة الخضروات التى تزرع بالبذور مباشرة فى الحقل:

كمية التقاوى اللازمة بالجرام

$$= \frac{\text{المساحة الفعلية المزروعة بالمتر المربع} \times \text{عدد البذور فى الجورة}}{\text{مسافة التخطيط بالمتر} \times \text{مسافة الزراعة بالمتر}} \times \frac{١٠٠}{\text{نسبة الإنبات}} \times \frac{١}{\text{عدد البذور فى الجرام}}$$

وتحت الظروف المصرية تحسب المساحة الفعلية المزروعة ـ عادة ـ على أساس أنها ٣٨٠٠ م٢ للفدان، وذلك بعد استبعاد نحو ٤٠٠ م٢ تضيع فى قنوات الرى والبتون والمصارف .

هذا . . وتلزم مضاعفة كمية التقاوى فى حالة الزراعة على ريشتى (جانبى) خطوط الزراعة .

ب ـ فى حالة الخضروات التى تزرع بطريقة الشتل :

كمية التقاوى اللازمة بالجرام

$$= \frac{\text{المساحة الفعلية المزروعة بالمتر المربع}}{\text{مسافة التخطيط بالمتر} \times \text{مسافة الزراعة بالمتر}} \times \frac{١٠٠}{\text{نسبة الإنبات}} \times \frac{١٠٠}{\text{نسبة الانتخاب}} \times \frac{١٠٠}{\text{نسبة النجاح}} \times \frac{١}{\text{عدد البذور بالجرام}}$$

حيث إن نسبة الانتخاب هى نسبة الشتلات التى تستعمل فى الزراعة بعد استبعاد الشتلات غير الصالحة . ونسبة النجاح هى نسبة نجاح عملية الشتل (عن خلف الله وآخرين ١٩٨٤) .

ويوضح جدول (١ ـ ٧) كمية التقاوى التى يوصى بها لزراعة فدان من محاصيل الخضر المختلفة ، بما فى ذلك الخضروات اللاجنسية التكاثر (عن مرسى والمربع ١٩٦٠) .

جدول (١ ـ ٧) : كمية التقاوى التى يوصى بها لزراعة فدان من محاصيل الخضر المختلفة .

المحصول	كمية التقاوى
باذنجان	٢٠٠ ـ ٣٠٠جم عند الشتل، ١كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة
بامية	١٠ ـ ٢٠ كجم
بسلة	١٥ ـ ٥٠ كجم حسب الصنف وطريقة الزراعة
بصل	٤ ـ ٨ كجم
بطاطا	٢٥٠٠٠ عقلة يتحصل عليها من ٢ ـ ٣ قراريط من الزراعة القديمة (القيرط = ١٧٥ م٢) أو من قيراط واحد من المشتل
بطاطس	٠,٧٥ ـ ١,٠٠ طن درنات كاملة أو مجزأة
بطيخ	١ كجم
بقدونس	٨ ـ ١٢ كجم
بنجر	٤ ـ ٥ كجم
ثوم	٥٠ ـ ٧٠ كجم فصوصًا أو ١٠٠ ـ ١٥٠ كجم ثومًا بالعروش من الصنف البلدى، وضعفت هذه الكميات بالنسبة للصنف الصينى
جرجير	٨ كجم
جزر	١,٥٠ ـ ٣,٠٠ كجم للصنف البلدى، ٥ كجم للأصناف الأجنبية
خبازى	٨ ـ ١٠ كجم
خرشوف	٦ ـ ٨ قراريط من نباتات المزرعة القديمة
خس	٠,٥ كجم عند الشتل، ١,٥ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة
خيار	١,٠ ـ ١,٥ كجم
رجلة	١٠ كجم
سبانخ	١٠ ـ ١٥ كجم
سلق	٤ ـ ٨ كجم
فراولة	٣ ـ ٥ قراريط من نباتات المزرعة القديمة

(يتبع)

جدول (١ ـ ٧) .

المحصول	كمية التقاوى
شمام	٠,٧٥ – ١,٠٠ كجم
طرطوفة	٠,٥ طن درنات
عجور	٠,٧٥ ـ ١,٠٠ كجم
فاصوليا	١٥ ـ ٥٠ كجم حسب الصنف وطريقة الزراعة
فجل	٨ ـ ١٠ كجم
فلفل	٣٠٠ ـ ٦٠٠ جم عند الشتل، ١ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة
فول رومى	٣٠ ـ ٦٠ كجم
قاورن	٠,٧٥ ـ ١,٠٠ كجم
قثاء	٠,٧٥ ـ ١,٠٠ كجم
قرع عسلى	٥٠٠ ـ ٦٠٠ جم
قرع كوسة	١ كجم صيفًا ، ٢ كجم شتاء
قنبيط	٢٥٠ ـ ٣٥٠ جم
قلقاس	١ ـ ١,٥ طنا
كرات أبو شوشة	٣ كجم تعطى نحو ٧٥٠٠٠ شتلة
كرات مصرى	٢٠ ـ ٢٥ كجم
كرفس	٢٥٠ ـ ٣٥٠ جم
كرنب	٢٥٠ ـ ٣٥٠ جم من الصنف البلدى ، ٣٥٠ ـ ٤٥٠ جم من الأصناف الأجنبية فى حالة الشتل، ١ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة .
كرنب أبو ركبة	١ كجم عند الشتل، ١,٥ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة
كرنب بروكسل	٢٥٠ ـ ٣٥٠ جم
لفت	٤ ـ ٥ كجم
لوبيا	٨ ـ ١٥ كجم حسب الصنف
ملوخية	١٠ ـ ٣٠ كجم حسب ميعاد الزراعة
هليون	٢٠٠ ـ ٣٥٠ جم بذور تكفى لإنتاج ٨٠٠٠ ـ ١٢٠٠٠ قرص
هندباء	٠,٥ كجم ، ١,٥ كجم فى حالة الزراعة بالبذور مباشرة