الفصل الخامس عشر

اعتماد (تصديق) البذور

تعرف عملية اعتماد – أو تصديق – البذور باسم Seed Certification ، وهى عملية اختيارية فى شتى دول العالم ، فلا يوجد أى إجبار للشركات أو المزارعين لاعتماد البذور التى ينتجونها ، سواء أكانت بذور محاصيل حقلية ، أم محاصيل خضر ، ولكن الجهات المنتجة للبذور تُقبل على اعتمادها ؛ لأن البذور المعتمدة تسوّق بأسعار أعلى من البذور غير المعتمدة .

هذا .. ولا يوجد – إلى الآن – برامج كاملة لتصديق بذور كل محاصيل الخضر فى أية دولة وحتى فى كاليفورنيا – التى تعد أكبر الولايات الأمريكية إنتاجاً للخضر وبذورها – لاتوجد برامج لاعتماد البذور إلاّ لعدد قليل من محاصيل الخضر ؛ منها : البطيخ ، والفاصوليا ، والبامية .

ويتطلب اعتماد البذور إجراء عمليتين ؛ هما : التفتيش الحقلى على حقل إنتاج البذور ، ومجموعة من الاختبارات التى تجرى على البذور المنتجة .

وقد سبقت الإشارة إلى عملية التفتيش الحقلى ضمن فصول القسم الثانى من هذا الكتاب ، وهى الفصول الخاصة بإنتاج بذور مختلف محاصيل الخضر . وتعد هذه العملية خطوة أولى وأساسية لأجل اعتماد البذور . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Metha وآخـــرون (١٩٧٢) ، و California Crop Improvement Association (١٩٨١) ، وNema (١٩٨٦) .

وتطبق فى الولايات المتحدة وكندا قواعد اختبارات البذور الخاصة بجمعية محللى البذور الرسميين Association of Official Seed Analysts (اختصار : AOSA) ، بينما تطبق فى بقية دول العالم قواعد الجمعية الدولية لاختبار البذور International Seed Testing Association (اختصاراً : ISTA) .

إن تسويق البذور المنتقاه يتطلب إيضاح مجموعة كبيرة من البيانات على عبوات البذور ، وهى بيانات قد توفرها الجهات المنتجة لهذه البذور ، أو الجهات التى تعتمدها . ومن هذه البيانات مايلى (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) :

١ – اسم النوع والصنف .

٢ – رقم اللوط .

٣ – النسبة المئوية لإنبات البذور غير متضمنة البذور الصلدة .

٤ – النسبة المئوية للبذور الصلدة إن وجدت .

٥ – النسبة المئوية للنقاوة بالوزن .

٦ – النسبة المئوية لبذور المحاصيل الأخرى بالوزن .

٧ – النسبة المئوية لبذور الحشائش بالوزن .

٨ – أسماء الحشائش الخبيثة Noxious Weeds – التى توجد بذورها – وأعدادها فى وحدة الوزن .

٩ – النسبة المئوية للمواد الخاملة Innert Matter بالوزن .

١٠ – اسم الشركة المنتجة للبذور وعنوانها .

١١ – تاريخ إجراء اختبار الإنبات .

١٢ – توضيح ما إذا كانت البذور معاملة بمادة سامة ، أم غير معاملة . فإن كانت المادة شديدة السمية تكتب كلمة سُم Poison بخط واضح ، أما إذا كانت المادة غير سامة ولكنها ضارة بالإنسان .. فتكتب عبارة تفيد أنها ليست للاستهلاك الآدمى بخط واضح .

١٣ – تبين نسبة إنبات البذور بخط واضح إذا كانت أقل من نسبة الإنبات القياسية .

وبالإضافة إلى ما تقدم .. فإن البذور يمكن أن تخضع لاختبارات أخرى ؛ مثل اختبار

" قوة " البذور ، واختبار خلوها من الإصابات المرضية والحشرية ، وغيرها مما سنتناوله بالتفصيل فى هذا الفصل .

وتجدر الإشارة إلى أن التقاوى قد تعطى عند زراعتها لدى المزارعين نسبة إنبات أقل مما كانت عليه الحال فى اختبار الإنبات ، أو ربما لا تكون البذور قوية الإنبات عند زراعتها، ويكون مرد ذلك – عادة – إلى أحد الاحتمالات التالية :

١ – أن العينة المختبرة لم تكن ممثلة للإرسالية .

٢ – أن تكون قد مرت فترة طويلة بين فحص البذور وزراعتها ، مع تخزينها أثناء ذلك فى ظروف غير مناسبة ؛ مما يؤدى إلى أن تفقد حيويتها .

٣ – أن ظروف الإنبات الحقلى لم تكن مناسبة ؛ سواء ما يتعلق بالعوامل البيئية (من درجة حرارة ، ورطوبة أرضية ، وقوام تربة) ، أم بعوامل بيولوجية من إصابات مرضية وحشرية .

عينات البذور التى تجرى عليها اختبارات فحص التقاوى

أنواع العينات

إن عينة البذور هى كمية البذور التى يتم فحصها ، والتى يفترض – ويشترط – أن تكون ممثلة تماماً للإرسالية . وللوصول إلى هذه العينة يتم تجهيز أنواع أخرى من العينات ؛ هى :

١ – العينة الأولية Primary sample :

هى كل كمية صغيرة تؤخذ من بذور الإرسالية بغرض إجراء اختبارات فحص التقاوى . ويخضع سحب هذه العينات لقواعد خاصة .

٢ – العينة المركبة Compound Sample :

تتكون العينة المركبة من خلط العينات الأولية – المسحوبة من الإرسالية الواحدة – معاً .

٣ – العينة المرسلة للفحص :

هى كمية البذور التى تؤخذ من العينة المركبة ، وترسل إلى الجهاز المسئول عن فحص

النقاوى لفحصها وتخضع طريقة أخذ هذه العينة وحجمها لقواعد خاصة .

٤ – العينة العملية Working Sample :

هى كمية البذور التى تؤخذ من العينة المرسلة للفحص ، والتى تجرى عليها اختبارات فحص النقاوى . وتخضع طريقة أخذ هذه العينة وحجمها لقواعد خاصة ، كما يتوقف حجم هذه العينة على نوع الاختبار المطلوب إجراؤه .

طرق تحضير العينات السابقة للعينة العملية

يجب أن تسحب من كل إرسالية بذور عدد من العينات الأولية يساوى ٥ + ١٠ ٪ من مجموع عبوات الإرسالية ؛ بحيث لايقل عدد العينات الأولية عن خمس ، ولايزيد على ثلاثين.

يسهل تطبيق هذه القاعدة عندما تكون البذور معبأة فى أجولة كبيرة الحجم زنة ١٠٠ كجم . أما إن كانت البذور معبأة فى أكياس أصغر حجماً ، أو فى علب من الصفيح .. فإن القاعدة السابقة يتم تطبيقها بعد تقسيم الإرسالية – ذهنياً – إلى عبوات زنة كل منها ١٠٠ كجم .

ويوضح المثال التالى عدد العينات الأولية التى يتعين سحبها من إرساليات البذور التى تختلف فى حجمها :

عدد العبوات زنة ١٠٠ كجم	عدد العينات الأولية
٥	٥
٧	٦
١٠	٦
٢٣	٧
٥٠	١٠
١٠٠	١٥
٢٠٠	٢٥
٣٠٠	٣٠
٤٠٠	٣٠

ويجب أن تسحب كل عينة أولية من عبوة مختلفة ، مع مراعاة أن تمثل العينات الأولية الإرسالية أصدق تمثيل . تخلط العينات الأولية معاً لتتكون منها العينة المركبة الخاصة بالإرسالية . يتم حفظ هذه العينة فى ظروف تخزين مناسبة ، إلى أن تظهر نتائج اختبارات فحص التقاوى .

يؤخذ من العينة المركبة قدر مناسب من البذور – بإحدى طرق التجزىء ؛ ليشكل العينة المرسلة للفحص . ويحدد القانون ٢٨٧ لسنة ١٩٦٠ حجم هذه العينة لكل نوع نباتى كمايلى:

المحصول	وزن العينة التى ترسل للفحص (جم)
رجلة – طماطم – باذنجان – فلفل – بقدونس – شبت – كزبرة .	٢٥
كرنب – قنبيط – لفت – جرجير – فجل – كرات – ملوخية .	٥٠
خس – سبانخ – هندباء – خبيزة – جزر – فينوكيا – شمام – بنجر – سلق .	١٠٠
لوبيا – بطيخ – خيار – عجور – كوسة – قرع عسلى .	٢٠٠
بامية – بصل .	٢٥٠
بسلة – فاصوليا .	٥٠٠
فول صويا .	١٠٠٠

توضع العينة المرسلة للفحص فى أكياس قماشية أو ورقية ، وتغلق بطريقة تمنع العبث بمحتوياتها .

ويوضح على العبوة البيانات الخاصة بالعينة ، والإرسالية التى أخذت منها ، ثم تُرسل إلى جهة الفحص .

وإذا رُغب فى تقدير نسبة الرطوبة فى البذور .. فإن ذلك يتطلب إرسال عينة أخرى مستقلة تؤخذ من العينة المركبة ، وتحفظ فى كيس بلاستيكى ؛ لكى لا تفقد ، أو تكتسب رطوبة قبل فحصها (عن محمد ١٩٧٢) .

العينة العملية

يتوقف الحد الأدنى لوزن العينة العملية – التى يتعين الحصول عليها لغرض فحصها –

على المحصول ، ونوع الاختيار . ويبين جدول (١٥ -١) الحد الأدنى لوزن كل من عينتى اختبار النقاوة واختبار بنور الحشائش - لعدد من محاصيل الخضر - حسب القواعد الأمريكية لاختبارات البذور .

ويتعين بعد أخذ العينة العملية تخزين الجزء المتبقى من العينة المرسلة للفحص لمدة سنة ؛ بطريقة تجعل من السهل الوصول إليها ، مع تجنب تعريضها لدرجات حرارة مرتفعة ، أو رطوبة عالية ، وحفظها بعيداً عن القوارض والحشرات .

أدوات أخذ العينات

إن من أهم أدوات أخذ العينات مايلى :

١ - عصا أخذ العينات Seed Triers :

وهى عبارة عن أنبوبة معدنية مجوفة بها ثقوب ، ويوجد داخلها أنبوبة أخرى بها ثقوب مماثلة . وبإدارة الأنبوبة الداخلية يمكن فتح ثقوب الأنبوبة الخارجية وإغلاقها . وقبل أخذ العينة تُدار الأنبوبة الداخلية بحيث تغلق الثقوب التى توجد بالأنبوبة الخارجية ، ثم تدفع العصا فى البذور . وبإدارة الأنبوبة الداخلية يمكن فتح ثقوب الأنبوبة الخارجية ؛ حيث تنهال البذور إلى داخل العصا ، ثم تغلق الثقوب مرة أخرى ، وتسحب العصا ، وتكون تلك إحدى العينات الأولية . وتختلف عصى أخذ العينات فى الحجم والطول باختلاف نوع البذور التى تستخدم فيها .

٢ - قلم أخذ العينات :

وهو عبارة عن أنبوبة مجوفة ذات نهاية مدببة ، وفتحة جانبية ، وقاعدة مفتوحة . وعند دفع القلم فى البذور فإنها تسقط داخله ؛ حيث يمكن إخراجها بعد ذلك من قاعدة القلم . وتستخدم الأقلام فى أخذ العينات من عبوات البذور الصغيرة ؛ كالعلب الصفيح ، والأكياس.

طرق أخذ وتجزئة العينات

تستخدم عصى أو أقلام العينات فى أخذ العينات الأولية بدفعها فى أوعية البذور حسب

جدول (١٥-١) : الحد الأدنى لوزن كل من عينتي اختبار النقاوة واختبار بذور الحشائش لعدد من محاصيل الخضر حسب القواعد الأمريكية (عن U.S.D.A ١٩٥٢) .

المحصول	الحد الأدنى لوزن عينة اختبار النقاوة (جم)	الحد الأدنى لوزن عينة اختبار بذور الحشائش (جم)	عدد البذور / جم
اللوبيا	٥٠٠	٥٠٠	٨
الكرسون البستانى	٥	٥٠	٤٢٤
الخيار	١٠٠	٥٠٠	٣٨
الباذنجان	١٠	٥٠	٢٢٨
الهندباء	٥	٥٠	٩٤٠
الكرنب أبو ركبة	١٠	٥٠	٣١٥
الكرات	١٠	٥٠	٣٩٦
الخس	٥	٥٠	٨٨٨
القاون	١٠٠	٥٠٠	٤٥
الباميا	١٠٠	٥٠٠	١٩
البصل	١٠	٥٠	٣٤١
البقدونس	٥	٥٠	٦٤٨
البسلة	٥٠٠	٥٠٠	٣
الفلفل	٢٥	١٥٠	١٦٧
الكرنب الصينى	٥	٥٠	٣٣٣
الفرع الصلبى	٥٠٠	٥٠٠	٤
الفجل	٥٠	٣٠٠	٧٥
السبانخ	٢٥	١٥٠	١٠٠
الكوسة	٥٠٠	٥٠٠	١٤
السلق السويسرى	٥٠	٣٠٠	٥٨
الطماطم	٥	٥٠	٤٠٥
اللفت	١٠	٥٠	٥٣٦
البطيخ	٥٠٠	٥٠٠	١١
الشبت	٥	٥٠	٨٠٠
الفاصوليا	٥٠٠	٥٠٠	٤

القواعد المعمول بها . ويشترط لاستخدام العصى والأقلام سهولة انهيال البذور . هذا .. إلا أن بذور بعض الأنواع النباتية (كالسبانخ ، والبنجر ، والسلق) لاتكون حرة الحركة . وتؤخذ العينات الأولية فى مثل هذه الحالات إما بقبضة اليد ، وإما بملء وعاء ذى حجم ثابت بالبذور – أثناء خروجها من آلات تنظيف التقاوى – على فترات ثابتة .

ونظراً لأن العينة المركبة تكون – عادة – أكبر بكثير من العينة التى تُرسل للفحص ، وأن العينة التى ترسل للفحص تكون – كذلك – أكبر من العينة التى يتم فحصها ؛ لذا .. فإنه يلزم تجزئة العينة المركبة ، ثم العينة المرسلة للفحص ؛ حتى يمكن الحصول على العينات المطلوبة بالحجم المناسب .

وتستخدم الطرق التالية فى تجزئة العينات :

١ – الطرق اليدوية :

من أمثلتها مايلى :

أ – توزيع أوعية صغيرة توزيعاً عشوائياً على مسطح معلوم تفرغ عليه البذور بانتظام ، واعتبار الكميات التى تسقط فى الأوعية هى العينات العملية .

ب – تقسيم العينة المركبة بعد خلطها جيداً إلى نصفين ؛ حيث يستبعد أحدهما ، ويقسم الآخر ، وهكذا إلى أن نصل إلى الحجم المطلوب للعينة .

جـ – التنصيف المتكرر بأن يستمر تنصيف العينة المرسلة للفحص إلى أن تقسم إلى ٣٢ جزءاً ؛ حيث يستبعد جزء واحد ، ويعاد خلط الباقى ، ويكرر معه التنصيف المتكرر بنفس الطريقة السابقة ، وهكذا إلى أن نصل إلى الحجم المطلوب للعينة .

٢ – استخدام المجزئات الميكانيكية :

تتوفر أنواع عديدة من المجزئات الميكانيكية ، ولكن فكرتها واحدة ، وهى استخدامها فى تقسيم العينة إلى جزأين متساويين ، ثم إعادة التقسيم واستمرار ذلك حتى نصل إلى الحجم المطلوب للعينة .

وبعد مجزىء " بورنر " أكثرها شيوعاً ، وفيه تتوزع البذور التى يُراد تجزئتها على ٣٦ قناة ؛ حيث تتجمع كل ١٨ قناة منها فى فتحة واحدة تجمع منها البذور (عن مرسى وعبد الجواد ١٩٦٤) .

اختبارات تجانس بذور الإرسالية

تجرى اختبارات التجانس على بذور الإرسالية الواحدة فيما يتعلق بنسبة النقاوة ، ونسبة الإنبات ، وعدد بذور المحاصيل الأخرى فى وزن معين من البذور . ولتقدير التجانس يتم سحب عدد من العينات الأولية من عبوات مختلفة من الإرسالية ، وتقدر بكل منها على حدة الصفة التى يُراد معرفتها ، ثم تستخدم النتائج المتحصل عليها فى معادلات خاصة ، ويلى ذلك مقارنة الرقم المتحصل عليه من المعادلة بحدود التجانس المسموح بها فى جدول (١٥-٢) ، ولكى يمكن اعتبار الإرسالية متجانسة يجب أن يكون رقم التجانس المحسوب من المعادلة أقل من رقم التجانس فى الجدول .

١ - معادلة تجانس نسبة النقاوة

تستخدم لذلك المعادلة التالية :

$$\text{رقم التجانس} = \frac{\left(\frac{\text{جـ}}{\text{ب}} - ١\right) \times \text{د}}{\frac{\text{ب}}{١٠٠} - ١}$$

حيث إن :

أ = مجموع نسب النقاوة فى العينات الأولية المسحوبة من الإرسالية .

ب = متوسط نسب النقاوة .

جـ = مجموع مربعات نسب النقاوة .

د = عدد البذور بالمئات فى العينة الأولية الواحدة ؛ فمثلا .. إذا كانت العينة ١٠٠ جم ، وكان عدد البذور بالجرام الواحد ١٢ بذرة .. يكون عدد البذور بالعينة ١٢٠٠ بذرة ، وتكون قيمة د = ١٫٢ .

٢ - معادلة تجانس نسبة الإنبات

تستخدم لذلك المعادلة التالية :

$$\text{رقم التجانس} = \frac{(\frac{\text{جـ}}{\text{ب}} - ١)\,\text{د}}{١ - \frac{\text{ب}}{١٠٠}}$$

جدول (١٥-٢) الحد الأقصى المسموح به لرقم التجانس عندما يتراوح عدد العينات الأولية المسحوبة من عينتين إلى ٣١ عينة (عن مرسى وعبد الجواد ١٩٦٤) .

حدد العينات	الحد الأقصى لعدد العينات (أ)		حدد العينات	الحد الأقصى لعدد العينات	
	بذور سهلة الحركة	بذور صعبة الحركة		بذور سهلة الحركة	بذور صعبة الحركة
٢	٣ر٨	٥ر٢	١٧	٢٦ر٣	٢٩ر١
٣	٦ر٠	٧ر٥	١٨	٢٧ر٦	٣٠ر٤
٤	٧ر٨	٩ر٥	١٩	٢٨ر٩	٣١ر٨
٥	٩ر٥	١١ر٣	٢٠	٣٠ر١	٣٣ر١
٦	١١ر١	١٣ر٠	٢١	٣١ر٤	٣٤ر٤
٧	١٢ر٦	١٤ر٦	٢٢	٣٢ر٧	٣٥ر٧
٨	١٤ر١	١٦ر٢	٢٣	٣٣ر٩	٣٧ر٠
٩	١٥ر٥	١٧ر٧	٢٤	٣٥ر٢	٣٨ر٣
١٠	١٦ر٩	١٩ر٢	٢٥	٣٦ر٤	٣٩ر٦
١١	١٨ر٣	٢٠ر٧	٢٦	٣٧ر٧	٤٠ر٩
١٢	١٩ر٧	٢٢ر١	٢٧	٣٨ر٩	٤٢ر٢
١٣	٢١ر٠	٢٣ر٥	٢٨	٤٠ر١	٤٣ر٥
١٤	٢٢ر٤	٢٥ر٠	٢٩	٤١ر٣	٤٤ر٧
١٥	٢٣ر٧	٢٦ر٣	٣٠	٤٢ر٦	٤٦ر٠
١٦	٢٥ر٠	٢٧ر٧	٣١	٤٣ر٨	٤٧ر٣

(أ) حدود رقم التجانس هى بالنسبة لاختبار النقاوة فقط .

حيث إن :

أ = مجموع نسب الإنبات فى العينات الأولية المسحوبة من الإرسالية .

ب = متوسط نسب الإنبات .

جـ = مجموع مربعات نسب الإنبات .

د = عدد البذور بالمئات فى اختبار الإنبات الواحد .

٣ - معادلة تجانس حبة بذور المحاصيل الأخرى فى وحدة الوزن

تستخدم لذلك المعادلة التالية :

$$\text{رقم التجانس} = \frac{\text{جـ}}{\text{ب}} - \text{أ}$$

حيث إن :

أ = العدد الكلى للبذور الغريبة فى جميع العينات الأولية المختبرة .

ب = متوسط عدد البذور الغريبة فى العينة الأولية الواحدة .

جـ = مجموع مربعات عدد البذور الغريبة فى العينات الأولية المختبرة .

هذا .. ويشترط عند إجراء اختبارات تجانس الإرسالية أن تكون جميع العينات المسحوبة منها متساوية فى الوزن . وقد تقدر النقاوة أو الإنبات مرتين أو أكثر فى عينتين أو أكثر من كل عبوة . ويتم فى هذه الحالة حساب وزن العينة على أساس مجموع أوزان العينات الأولية المختبرة من كل عبوة ، ثم يحسب متوسط نسبة النقاوة أو نسبة الإنبات فى كل عبوة ؛ وتستخدم هذه المتوسطات فى حساب القيم أ ، و ب ، و جـ فى المعادلات السابقة. أما قيمة د .. فتحسب من مجموع كل البذور المختبرة من كل عبوة .

٤ - معادلة تجانس الإرسالية عند زيادة عدد العينات الأولية على ٣١ عينة ٥

تستخدم لذلك المعادلة التالية :

$$\text{رقم التجانس المعدل} = \sqrt{\text{رقم التجانس المتحصل عليه كما سبق حسب الاختبار} \times 2} - \sqrt{(\text{عدد العينات} \times 2) - 3}$$

وتعد الرسالة متجانسة إذا كان رقم التجانس المعدل سالباً بأية قيمة ، أو موجباً ، ولكن

يقل عن ١٫٦٤ فى حالة البذور السهلة الحركة ، أو عن ١٫٩٦ فى حالة البذور الصعبة الحركة (عن مرسى وعبد الجواد ١٩٦٤) .

اختبار النقاوة

إن الهدف من اختبار النقاوة Purity Test هو تحديد نسب المكونات الأساسية فى العينة المختبرة ، وهى :

١ – البذور النقية .
٢ – بذور المحاصيل الأخرى المختلطة بالعينة .
٣ – المواد الخاملة .
٤ – بذور الحشائش .

البذور النقية

تشتمل فئة " البذور النقية " على مايلى :

١ – البذور السليمة للنوع الذى يراد فحصه .

٢ – البذور الضامرة ، أو المخدوشة ، أو غير الكاملة النمو للنوع الذى يُراد فحصه .

٣ – البذور المكسورة للنوع الذى يُراد فحصه ، بشرط أن يقل الجزء المفقود عن نصف حجم البذور .

٤ – البذور المصابة بالأمراض والحشرات ، بشرط أن يقل الجزء المصاب عن نصف حجم البذرة .

قواعد تحديد البذور النقية

لكل نوع محصولى قواعد خاصة يتعين الإلمام بها قبل الشروع فى فصل البذور النقية ، كما يلى :

١ – تعد أنصاف الثمار Mericarps هى وحدة البذور فى الخيميات ؛ لذا .. يتعين فصل أنصاف الثمار المتلصقة ببعضها . وتعتبر البذرة الكاملة بذرة نقية ، سواء أكانت

تحتوى على جنين ، أم تخلو منه . ويؤخذ فى الحسبان عدم إمكان التمييز بين بذور الكرفس وبذور السيليرياك Apium graveolens var. rappaceum .

٢ – يلزم فى الباذنجانيات فصل البذور العالقة ببعضها البعض ، وتعتبر البذور غير الناضجة و (المكرمشة) بذوراً نقية سواء أكانت تحتوى على جنين ، أم تخلو منه .

٣ – تعتبر بذور القرعيات غير الناضجة و (المكرمشة) بذوراً نقية .

٤ – تعد الثمرة الفقيرة Achene هى وحدة البذور فى كل من : الخس ، والهندباء ، والشكوريا . وتعتبر البذرة الكاملة بذرة نقية ، سواء أكانت تحتوى على جنين ، أم تخلو منه . كما تعتبر الأجنة العادية – التى يسهل التعرف عليها – بذوراً نقية . ويؤخذ فى الحسبان عدم إمكانية تمييز بذور الهندباء من بذور الشيكوريا .

٥ – لاتأخذ بعض بذور البصل والكرات اللون الأسود الداكن المميز لبذورهما ، ولكنها تعد – بالرغم من ذلك – بذوراً نقية . وتُحتَّم قوانين البذور ضرورة فصل بذور البصل عن بذور الكرات بالرغم من تشابه بذورهما الشديد . ويكون الأساس فى التمييز بينهما النُّقَر pits العديدة التى توجد ببذور الكرات وتجعلها شديدة التجعد ، بينما لا توجد هذه النقر ببذور البصل .

٦ – تعد الثمرة الفقيرة هى وحدة البذور فى السبانخ . وتعتبر الثمرة الكاملة " بذرة " سواء أكانت تحتوى على بذرة ، أم تخلو منها . ويلزم فصل تجمعات البذور الملتصقة ببعضها ، وفحص كل منها على انفراد .

٧ – تعد كرة البذور Seed Ball هى وحدة البذور فى كل من السلق والبنجر . وكرة البذور عبارة عن ثمرة تحتوى على أجزاء زهرية ملتحمة معاً ، وتضم بداخلها من ٢ – ٦ بذور حقيقية . وتعتبر الثمار التى تبين خلوها من البذور مواد خاملة ، كما تعد البذور العادية بذوراً نقية .

٨ – تعتبر الثمرة هى وحدة البذور فى السبانخ النيوزيلاندى ، وهى قد تحتوى على بذرة واحدة ، أو على عدد من البذور . تكون الثمرة محاطة بكأس الزهرة ، وتوجد البذور على

شكل دائرة فى جزء الثمرة العلوى . وفى حالة غياب هذا الجزء .. فإن الثمرة تعتبر مواد خاملة .

٩ – تعتبر بذور الصليبيات التى فقد كل غلافها البذرى مواد خاملة . ويعد تحديد هوية النوع من أكبر مشاكل فحص البذور فى الصليبيات ، وهو أمر لا يمكن التأكد منه فى الكرنبيات (المحاصيل التى تتبع النوع Brassica oleracea) إلا بتنبيت البذور .

١٠ – تعتبر بذور البقوليات التى فقدت كل غلافها البذرى مواد خاملة . كما أن البذور التى فقدت جزءاً كبيراً من غلافها البذرى – إلى درجة يصعب معها تحديد هوية المحصول – تعتبر مواد خاملة كذلك

ويؤخذ الجنين والفلقات فى الحسبان عند تحديد ما إذا كانت كل من البذور المكسورة ، أو البذور المصابة بالأمراض أو بالحشرات بذوراً نقية ، أم مواد خاملة ؛ فلكى يمكن اعتبار الجزء المكسور بذرة نقية يجب أن يحتوى على الجنين وعلى نصف البذرة على الأقل مع جزء من الغلاف البذرى ، يمكن عن طريقه تحديد هوية المحصول .

ويصعب – أحياناً – تحديد حجم الأجزاء المصابة بالأمراض أو بالحشرات إلا إذا كانت الإصابة ظاهرة من خلال الغلاف البذرى ، وتظهر أحياناً بالغلاف البذرى بقع متحللة زيتية المظهر فى البذور المصابة . ويوخز هذه البقع بملقاط ذى طرف حاد عند كل بقعة منها يمكن تقييم درجة الضرر (U.S.D.A. ١٩٥٢) .

البذور الهايفة

البذور الهايفة هى البذور غير الممتلئة والخفيفة الوزن ، والتى غالباً ما تكون خالية من الأجنة ، أو تكون أجنتها غير مكتملة النمو . تُحسب البذور الهايفة ضمن البذور النقية ، وإذا رُغب فى تقدير نسبتها فإنه يتعين فصلها ومعرفتها ، وهو ما يجرى بإحدى الطرق التالية :

١ – باستعمال أجهزة نافخات البذور Seed Blowers ؛ لأنها – أى البذور الهايفة – تكون خفيفة الوزن ، وتفصل بسهولة عن البذور العادية .

٢ – باستعمال اختبار الطفو على سوائل ذات كثافة نوعية خاصة تسمح بطفو البذور الهايفة وترسيب البذور العادية .

٣ – بواسطة قطع البذور – إن كان غطاؤها طرياً – لمعرفة إن كانت تحتوى على أجنة ، أم تخلو منها . وقد يتطلب الأمر نقع البذور فى الماء قبل إجراء الاختبار .

٤ – يمكن عن طريق الضوء النافذ فى البذور ذات الأغلفة البذرية الرقيقة تحديد ما إذا كانت هذه البذور تحتوى على أجنة ، أم تخلو منها .

ويحدد القانون رقم ٢٨٧ لسنة ١٩٦٠ الحد الأدنى لنسبة النقاوة – بالوزن – كما يلى :

المحصول	الحد الأدنى لنسبة النقاوة بالوزن (٪)
ملوخية – خبيزة .	٨٠
سبانخ – بامية – جزر – كرفس – بقدونس – شبت –	
فينوكيا – كزبرة .	٨٥
بنجر – سلق – جرجير – لفل – كرات – خس – هندباء –	
رجلة – طماطم – بصل .	٩٠
شمام – عجور .	٩٢
لوبيا – خيار – كرنب – قنبيط – لفت .	٩٣
بسلة – فاصوليا – فول رومى – بطيخ – كوسة – قرع	
عصلى – باذنجان – فلفل .	٩٥

بذور المحاصيل الأخرى

يدخل تحت بند " بذور المحاصيل الأخرى " كافة البذور الأخرى التى تزرع كمحصول فى المنطقة ؛ شريطة ألاّ تزيد نسبتها على ٥ ٪ من وزن العينة . ولايدخل ضمن هذا البند بذور النباتات التى تعتبر حشائش فى منطقة إنتاج البذور .

ويطبق على " بذور المحاصيل الأخرى " القواعد التى سبقت مناقشتها تحت " البذور النقية " فيما يتعلق بتحديد البذور المكسورة ، أو المصابة بالأمراض أو بالحشرات ، أو

الضامرة ، أو المخدوشة .

ويحدد القانون رقم ٢٧٨ لسنة ١٩٦٠ الحد الأقصى لنسبة البذور الغريبة عن الصنف كما فى جدول (١٥-٣) :

جدول (١٥-٣) : الحد الأقصى المسموح به - فى القانون المصرى - لنسبة البذور الغريبة عن الصنف.

المحصول	الحد الأقصى المسموح به للبذور الغريبة عن الصنف بالوزن (٪)			
	بذور أساس	بذور مسجلة	بذور معتمدة	بذور تجارية
بسلة	١ر٠	٥ر٠	١ر٠	٢ر٠
فاصوليا	١ر٠	٥ر٠	١ر٠	٢ر٠
لوبيا	١ر٠	٥ر٠	١ر٠	٢ر٠
فول رومى	١ر٠	٥ر٠	٢ر٠	٥ر٠
بطيخ	١ر٠	٥ر٠	٢ر٠	٥ر٠
فول صويا	١ر٠	٥ر٠	٢ر٠	٢ر٠

ويتعين تحديد هوية الأنواع النباتية التى تنتمى إليها " بذور المحاصيل الأخرى " فى اختبارات النقاوة .

المواد الخاملة

يدخل ضمن بند " المواد الخاملة " مايلى :

١ - كافة أجزاء البذور التى لا تحسب ضمن البذور النقية ، أو بذور المحاصيل الأخرى ، أو بذور الحشائش ؛ بسبب فقد أكثر من نصف البذرة نتيجة لحدوث كسر فيها ، أو إصابتها بالأمراض أو بالحشرات ، أو بسبب فقد معظم قصرة البذرة فى العائلتين البقولية والصليبية.

٢ – الحصى ، والرمال ، والأجزاء النباتية ، وأجسام الفطريات والحشرات المختلطة بالعينة .

٣ – الأغلفة المحيطة بالبذور فى حالة البذور المغلفة Pelleted Seed ، مع ضرورة فصل هذه الأغلفة قبل فصل عينة البذور إلى مكوناتها .

ويتعين تسجيل مواصفات مختلف المواد الخاملة التى توجد فى عينة البذور .

بذور الحشائش

يدخل ضمن بند " بذور الحشائش " كافة البذور التى توجد فى العينة ، والتى لا تحسب ضمن البذور النقية أو بذور المحاصيل الأخرى .

تقسم الحشائش إلى عادية وخبيثة . والحشائش العادية هى التى تتكاثر بالبذور فقط ، وهى حولية غالباً ، ومشاكلها – بالنسبة للمزارع – أقل من الحشائش الخبيثة ، التى تتكاثر خضرياً ، بالإضافة إلى تكاثرها بالبذور ؛ ولذا .. فإنها – أى الحشائش الخبيثة – تكون معمرة ويصعب التخلص منها .

ويوجد – دائماً – حدٌّ أقصى لعدد بذور الحشائش المسموح بها فى وحدة الوزن من البذور ، وخاصة فيما يتعلق بالحشائش الخبيثة (عن مرسى وعبد الجواد ١٩٦٤) .

اختبار فحص بذور الحشائش الخبيثة

يجرى اختبار فحص بذور الحشائش الخبيثة كجزء من اختبار النقاوة ، لكن مع استعمال عينات أكبر حجماً فى معظم المحاصيل . وتتراوح – عادة – نسبة وزن عينة اختبار النقاوة إلى وزن عينة اختبار بذور الحشائش الخبيثة من ١ : ١ فى المحاصيل التى يتراوح وزن عينة اختبار النقاوة فيها من ٥٠٠ جم إلى ١ : ٥٠ فى المحاصيل التى يبلغ وزن عينة اختبار النقاوة فيها ٥ر٠ جم .

وبعد الانتهاء من عدّ بذور الحشائش الخبيثة فى العينة تُنسب أعداد بذور مختلف الحشائش الخبيثة إلى العدد فى الكيلو جرام من البذور (عن U.S.D.A. ١٩٥٢) .

وفى حالة تجاوز أعداد بذور الحشائش الخبيثة الحدود المسموح بها قبل الانتهاء من فحص العينة فإنها ترفض ، ويتوقف الاختبار .

مواصفات بذور الحشائش

يمكن الاطلاع على وصف كامل لثمار وبذور ٤٠ نوعاً من أهم أنواع الحشائش التى تنتشر فى مصر فى مرسى وعبد الجواد (١٩٦٤) . كما يعتبر Delorit (١٩٧٠) – وهو مرجع يقع فى ١٧٥ صفحة – بمثابة مفتاح Key واحد للتمييز بين بذور معظم أنواع الحشائش ، وهو مزود بالصور الملونة لبذور هذه الحشائش ، وأسمائها العلمية .

الأدوات والأجهزة المستخدمة فى فصل عينات اختبارات النقاوة إلى مكوناتها

يستعان – فى البداية – بنافخات البذور Seed Blowers لعمل فصل أولى لبعض مكونات عينة اختبار النقاوة ، ولكن الفصل النهائى لمختلف المكونات يتم بواسطة القائمين بالاختبار أنفسهم .

ومن أهم الأدوات والأجهزة التى تستخدم فى هذا الشأن ، مايلى :

١ – الفرابيل :

تستخدم مناخل أو غرابيل ذات فتحات تختلف فى أشكالها ومساحاتها باختلاف المحصول الذى يُراد اختبار نقاوة بذوره . تُثبت سلسلة من الفرابيل – تتدرج فى مساحة فتحاتها – فوق بعضها البعض ؛ بحيث تكون أوسع الفتحات بالفربال العلوى ، وأضيقها بالفربال السفلى . وبوضع عينة البذور على الفربال العلوى يمكن فصل البذور ذات الأحجام المختلفة على الفرابيل المختلفة .

يحجز على الفربال العلوى قطع الحصى والأجزاء النباتية المختلطة بالعينة . ويمر من الفربال السفلى الأجسام الدقيقة والأتربة . وتجب مراعاة أن تكون مساحة ثقوب هذا الفربال السفلى أضيق من أن تسمح بمرور أصغر البذور فى العينة .

٢ – نافخات البذور :

يبنى تصميم نافخات البذور بحيث تضاف بذور العينة التى يراد اختبار نقاوتها فى أعلى أنبوبة رأسية فى ذات الوقت الذى يتم فيه دفع تيار من الهواء من أسفل فى هذه الأنبوبة . يؤدى ذلك إلى تطاير الأتربة والأجزاء النباتية الدقيقة ؛ لترسو على غرابيل دقيقة حيث تجمع . ومع زيادة ضغط تيار الهواء تتطاير الأجزاء الأثقل كالبذور الهايفة ، ثم البذور الصغيرة ، وتبقى البذور الممتلئة والكبيرة والحصى .

وتتوفر أنواع مختلفة من نافخات البذور لتناسب الأنواع المحصولية التى تختلف فى حجم عينات بذورها التى تستخدم فى اختبار النقاوة .

طرق حساب مكونات عينة اختبار النقاوة

يجب ألا يقل وزن عينة اختبار النقاوة عن الوزن الموصى به للمحصول . توزن العينة بدقة مع تسجيل الوزن فى صورة أربعة أرقام حقيقية ؛ فمثلاً .. قد يكون وزن العينة حسب المحصول إما ٥٠٤ر٣ جم ، وإما ٥٠٤٣ر٠ جم ، وإما ٥٠٤٣ر٠ جم .

يلى ذلك فصل العينة بدقة إلى مكوناتها الأربعة ، مع الاستعانة بالفرابيل أو نافخات البذور ، على أن يجرى الفصل النهائى – بواسطة القائم بالعملية – على منضدة خاصة ، وباستعمال عدسات مكبرة . توزن مكونات العينة الأربعة بدقة ؛ حيث يكون عدد الأرقام العشرية فى كل مكون منها مساوياً لعدد الأرقام العشرية فى العينة الأصلية .

تجمع مكونات العينة الأربعة ، وتقارن بالوزن الأصلى ؛ فإذا كان الاختلاف بينهما أكثر من ١ ٪ من الوزن الأصلى .. تهمل هذه العينة ، ويعاد الاختبار على عينة أخرى . أما إذا كان الاختلاف بينهما فى حدود ١ ٪ .. فإن مكونات العينة تحسب كنسب مئوية من مجموع أوزان المكونات الأربعة المتحصل عليها (وليس وزن العينة الأصلى) . ويجب أن يكون مجموع النسب مساوياً لـ ١٠٠ ٪ .

يكرر اختبار النقاوة مرتين على الأقل ، وبحسب المتوسط . ويتم تسجيل نتائج الاختبار ، مع اسم القائم به وتاريخ إجرائه على بطاقة خاصة .

الفروق المسموح بها في اختبارات النقاوة

يجرى اختبار النقاوة مرتين على الأقل ، ولا يؤخذ متوسط القراءات إلاّ إذا كانت الفروق بينها في حدود المسموح بها إحصائياً . فإذا كانت الفروق المشاهدة أكبر من تلك المسموح بها أعيد الاختبار مرة أخرى . إلى أن نحصل على نتائج اختبارين لا تزيد الفروق بينهما على تلك المسموح بها إحصائياً .

وتحسب الفروق المسموح بها إحصائياً بواسطة معادلات خاصة تأخذ في الحسبان الاختلافات الطبيعية التي توجد بين الإرسالية الواحدة . أما الاختلافات التي تعود إلى عدم دقة العمل أو إلى سوء أخذ العينة .. فإنها لا تدخل ضمن الفروق المسموح بها إحصائياً .

ونبين – فيما يلي – طريقة حساب الفروق المسموح بها إحصائياً لمختلف مكونات اختبار النقاوة .

١ – الفروق المسموح بها في نسبة النقاوة

$$\text{الفرق المسموح به} = ٠ر٦ + \frac{٠ر٢ \times أ \times ب}{١٠٠}$$

حيث إن :

أ = متوسط نسبة النقاوة .

ب = ١٠٠ – أ .

٢ – الفروق المسموح بها في كل من نسبة بذور المحاصيل الأخرى ، ونسبة بذور الحشائش ، ونسبة المواد الخاملة

تستخدم المعادلة التالية لكل مكون منها :

$$\text{الفرق المسموح به} = ٠ر٢ + \frac{٠ر٢ \times أ \times ب}{١٠٠}$$

حيث إن :

أ = متوسط نسبة المكون .

ب = ١٠٠ - أ .

٣ - الفروق المسموح بها فى عدد البذور الغريبة فى وحدة الوزن

يبين جدول (١٥-٤) حدود الاختلافات المسموح بها إحصائياً بين الاختبارات المختلفة فيما يتعلق بعدد البذور الغريبة فى حدة الوزن .

٤ - الاختلافات المسموح بها فى عدد بذور الحشائش الخبيثة

الفرق المسموح به : أ + ١ + ١٫٩٦ $\sqrt{أ}$

حيث إن :

أ = متوسط عدد بذور الحشائش الخبيثة (عن Justice & Houseman ١٩٦١ ، ومرسى وعبد الجواد ١٩٦٤) .

اختبار الإنبات

يؤدى إنبات البذور إلى ظهور البادرة Seedling . وتتكون البادرة من الجذير ، والسويقة الجنينية السفلى ، وفلقة أو فلقتين ، والسويقة الجنينية العليا . والجذير هو أول ما يظهر من البادرة . وتنتهى مرحلة البادرة عندما يبدأ النبت الجديد فى تجهيز غذائه بنفسه مستقلاً عن عن الغذاء المخزن فى البذرة .

وقد تبقى الفلقات تحت سطح التربة عند الإنبات ، ويعرف ذلك بالإنبات الأرضى Hypogeal كما فى الفول ، والبسلة ، والقمح ، أو قد تظهر الفلقات فوق سطح التربة ، وهو ما يعرف بالإنبات الهوائى Epigeal ؛ كما فى البطيخ ، والكوسة ، والفاصوليا .

وقد تؤدى الفلقات وظيفة الورقة الأولى فى النبات ؛ كما فى الطماطم والفلفل ؛ وقد تبقى كعضو تخزين للغذاء ؛ كما فى البسلة ، والفاصوليا ، واللوبيا ، وقد تؤدى وظيفتى تخزين الغذاء مع تمثيله أيضاً ؛ كما فى الترمسيات .

جدول (١٥-٤) : الفروق المسموح بها إحصائياً بين نتائج الاختبارات المختلفة فيما يتعلق بعدد البذور الغريبة فى وحدة الوزن .

متوسط عدد البذور الغريبة فى وحدة الوزن	الفروق المسموح بها	متوسط عدد البذور الغريبة فى وحدة الوزن	الفروق المسموح بها
١	٦	٢٤	١٦
٢	٧	٢٥	١٦
٣	٧	٢٦	١٦
٤	٨	٢٧	١٦
٥	٨	٢٨	١٧
٦	٩	٢٩	١٧
٧	١٠	٣٠	١٧
٨	١٠	٣٥	١٨
٩	١٠	٤٠	٢٠
١٠	١١	٤٥	٢١
١١	١١	٥٠	٢٢
١٢	١٢	٥٥	٢٣
١٣	١٢	٦٠	٢٣
١٤	١٢	٦٥	٢٤
١٥	١٣	٧٠	٢٥
١٦	١٣	٧٥	٢٦
١٧	١٤	١٠٠	٣٠
١٨	١٤	١٢٥	٣٣
١٩	١٤	١٥٠	٣٤
٢٠	١٤	١٧٥	٣٩
٢١	١٥	٢٠٠	٤١
٢٢	١٥	٣٠٠	٥٠
٢٣	١٥	٤٠٠	٥٧

وتجدر ملاحظة أن مجرد انتفاخ البذرة لتشبعها بالماء وخروج الجذير لمسافة ملليمتر أو ملليمترين أو خارج غطاء البذرة لا يعد إنباتا ؛ لأن انتفاخ البذرة بالماء يحدث فى البذور الحية والميتة على حد سواء ، كما أن بروز الجذير لمسافة ١ - ٢ مم يحدث - أحياناً - فى البذور الميتة نتيجة لتشبع البذرة بالماء .

ويتم فى اختبار الإنبات Germination Test تسجيل القياسات التالية :

١ - قدرة الإنبات Germination Capacity :

وهى النسبة المئوية للبذور التى تنبت فى الظروف المثلى للإنبات دون التقيد بفترة زمنية معينة .

٢ - نسبة الإنبات Germination Percentage :

وهى النسبة المئوية للبذور التى تنبت فى الظروف المثلى للإنبات خلال فترة زمنية محددة، وهى التى تحددها قوانين اختبارات البذور .

وتميز نسبة الإنبات إلى : نسبة إنبات ظاهرية ؛ وهى التى سبق ذكرها ، ونسبة إنبات حقيقية ؛ وهى النسبة المئوية للإنبات فى عينة البذور بعد استبعاد البذور الهايفة منها .

وتختلف نسبة الإنبات المقدرة تحت ظروف المعمل عن نسبة الإنبات الحقلية ، وهى النسبة المئوية للبذور التى تنبت تحت ظروف الحقل ، وتكون - عادة - أقل من نسبة الإنبات المعملية ؛ لعدم توفر الظروف المثلى للإنبات .

٣ - سرعة الإنبات :

تحسب سرعة الإنبات بالمعادلة التالية :

$$\text{سرعة الإنبات} = \frac{\text{مجموع (عدد البذور النابتة يوميا} \times \text{عدد الأيام من بدء الاختبار)}}{\text{المجموع الكلى للبذور النابتة}}$$

المواد والأجهزة المستخدمة فى اختبارات الإنبات

مهاد البذور

يشترط فى مهاد البذور التى تستخدم فى اختبارات الإنبات أن يتوفر فيها التهوية الجيدة ، مع القدرة على الاحتفاظ بالرطوبة ، وخلوها من المسببات المرضية ، وعدم سميتها للنباتات .

ومن أنواع المهاد المستخدمة فى اختبارات إنبات البذور مايلى :

١ – ورق الترشيح Whatman No.2 ، وهو أكثر أنواع المهاد استعمالا .

٢ – ورق النشاف .. وتوجد شروط خاصة بمواصفات الورق المستعمل ؛ من حيث السمك، ووزن وحدة المساحة ، ونسبة الرماد فيه ، ورقمه الأيدروجينى (pH) ، ودرجة امتصاصه للماء ... إلخ . وقد توضع البذور بين ورقتى نشاف ، أو داخل ورقة مطوية ، أو على سطح ورقة .

٣ – الفوط الورقية .. توضع البذور بداخلها بعد طيها بصورة غير محكمة (شكل ١٥-١).

٤ – البيت موس .. يتميز بجودة التهوية ، وبقدرته العالية على الاحتفاظ بالرطوبة .

٥ – الميكا .. من أنواعها الفيرميكيوليت Vermiculite ، ويعيبها التصاق صفائح الميكا بالأيدى ، ولكنها جيدة التهوية ، وذات قدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة .

٦ – القطن .. يعيبه – كمهاد للبذور – صعوبة إزالة البادرات منه بعد إنباتها فيه ، وصعوبة التعرف على نسبة الرطوبة فيه .

٧ – التربة والرمل .. تفضل التربة الطمية ، ويتعين تعقيمها قبل الاستعمال بفترة كافية.

٨ – نشارة الخشب .. لا يوصى باستعمالها لاحتوائها على مركبات قد تكون سامة للنباتات ، ولكنها جيدة التهوية ، وذات قدرة عالية على الاحتفاظ بالرطوبة .

شكل (١٥-١) : اختبار إنبات بذور الباميه فى الفوط الورقية .

عدادات البذور

تفيد عدادات البذور Seed Coumters فى تحضير العدد اللازم من البذور – لمختلف المكررات – فى وقت قصير نسبياً ؛ ومن أنواعها مايلى :

١ – عدادات البذور الأتوماتيكية التى تضبط على العدد المطلوب من البذور لتقوم بعدّة ، أى تقوم بعدّ البذور فى كمية معينة منها .

٢ – لوحة العد Counting Board :

هى لوحة تشبه مهاد البذور المستخدمة فى اختبار الإنبات فى الشكل والمساحة ، وبها من ٢٥ ثقباً – ١٠٠ ثقب حسب عدد البذور المستخدم فى المكررة الواحدة ، ولها وجه متحرك بدون ثقوب ، يؤدى تحريكه إلى سقوط البذور على مهاد البذور مقابل الثقوب ، التى تكون موزعة توزيعاً متجانساً . تقوم لوحة العد بتجهيز العدد اللازم من البذور ، ووضعها فى مكانها على المهاد فى آن واحد . وتستخدم هذه اللوحات – بصفة خاصة – فى حالة البذور

الكبيرة الحجم مثل الفاصوليا .

٣ – عداد البذور الماص Vacuum Seed Counter :

عبارة عن رأس تشبه مهاد البذور المستخدم فى اختبار الإنبات فى الشكل والمساحة ، وبها من ٢٥ ثقباً – ١٠٠ ثقب تختلف فى القطر حسب حجم البذور ، وتتصل الرأس بجهاز تفريغ هوائى . وعند تشغيل الجهاز تلتصق بذرة بكل ثقب ، وعند وضع الرأس على مهاد البذور وإبطال التفريغ تسقط البذور فى المكان المرغوب فيه على المهاد .

حاضنات الإنبات

تجرى اختبارات إنبات البذور فى حاضنات خاصة ، يمكن بواسطتها التحكم فى درجات الحرارة ، والرطوبة ، والتهوية ، والإضاءة بما يناسب المحصول . يتم التحكم فى درجة الحرارة كهربائياً ، بينما يتم ترطيب الحاضنة بوضع صينية مملوءة بالماء فيها ، أما الإضاءة .. فقد تكون طبيعية ، أو صناعية .

الطرق العامة لإجراء اختبارات الإنبات

تجرى اختبارات الإنبات – عادة – فى المختبر فى الظروف المثلى للإنبات ، ولكنها قد تجرى – أحياناً . فى البيوت المحمية – فى الحالات المشكوك فيها – أو فى الحقل . وبرغم أن اختبار الحقل يحتاج إلى مجهود كبير لإجرائه .. فإن نتائجه تكون أفضل من اختبارات الصوبة والمعمل .

يجب أن تكون ظروف الاختبار ملائمة تماماً للإنبات ولنمو البادرات بصورة طبيعية ؛ حتى يمكن الفصل بين البذور التى تعطى بادرات طبيعية ، وتلك التى تعطى بادرات شاذة ، علما بأن البادرات الطبيعية هى – وحدها – التى تكون قادرة على إنتاج نباتات طبيعية فى الزراعة التجارية .

الشروط العامة التى يجب توافرها فى اختبارات الإنبات

يتعين تحقيق الشروط التالية فى اختبارات الإنبات لزيادة فرصة نجاحها :

١ – توفير درجة الحرارة المناسبة للاختبار :

تحدد قوانين اختبارات البذور درجة الحرارة المثلى لكل محصول . وهى قد تكون ثابته أو متغيرة ؛ فمثلاً إذا نص القانون على أن يجرى اختبار الإنبات على حرارة ٢٠ / ٣٠°م .. فإن ذلك يعنى أن تبقى البذور لمدة ٨ ساعات يوميا (من الساعة الثامنة صباحاً إلى الساعة الرابعة بعد الظهر) على ٣٠°م ، ثم تخفض الحرارة لمدة ١٦ ساعة (من الساعة الرابعة بعد الظهر إلى الساعة الثامنة من صباح اليوم التالى) إلى ٢٠°م .

٢ – توفير الرطوبة المناسبة :

فيجب عدم تعريض البذور للجفاف ، أو للرطوبة الزائدة التى تؤدى إلى سوء التهوية ، وتشجع نمو المسببات المرضية . ويعوّض الماء المفقود بالتبخر يومياً .

٣ – توفير رطوبة مرتفعة نسبياً تبلغ نحو ٩٥ ٪ بوضع صينية بها ماء فى قاع الحاضنة .

٤ – توفير الإضاءة المناسبة :

تشترط بعض القوانين تعريض بذور بعض الأنواع النباتية للضوء ، وينَصّ – عادة – على شدة الإضاءة اللازمة . ويكون التعريض للضوء – فى هذه الحالات – لمدة ٨ ساعات يوميا . ويجب ألا تؤدى الإضاءة الصناعية إلى رفع درجة حرارة مهاد البذور أو جفافها .

٥ – توفير التهوية المناسبة .. ويتم ذلك بالتحكم فى نسبة الرطوبة فى مهاد البذور .

٦ – توفير الرقم الأيدروجينى (pH) المناسب فى مهاد البذور .

٧ – العناية بنظافة وتعقيم الحاضنات ، وجميع الأدوات المستخدمة فى اختبارات الإنبات. ومن الطرق المتبعة فى تعقيم الحاضنات وضع ٢٥ جم برمنجنات بوتاسيوم مع ٥٠ مل فورمالدهيد ٤٠ ٪ فى إناء بالحاضنة لمدة ١٢ ساعة مع إحكام إغلاقها . ويتعين تهوية الحاضنة جيداً ؛ للتخلص من الغازات السامة قبل استعمالها .

خطوات اختبار الإنبات

١ – تؤخذ البذور التى يجرى عليها اختبار الإنبات بطريقة عشوائية من البذور النقية

الناتجة من اختبار النقاوة . توزع هذه البذور؛ على أربع مكررات تحتوى كل منها على ٢٥ ، أو ٥٠ ، أو ١٠٠ بذرة حسب حجم البذور فمثلاً تحتوى المكررة الواحدة من البذور الكبيرة الحجم – كالفاصوليا ، والفول الرومى – على ٢٥ بذرة فقط ، ويزيد عدد البذور فى المكررة مع صغر البذور فى الحجم ؛ وبذا .. يتراوح عدد البذور اللازمة لاختبار الإنبات من ١٠٠ – ٤٠٠ بذرة .

يتم عَدّ البذور يدوياً أو باستعمال عدادات البذور الأتوماتيكية أو الماصة ، أو باستعمال لوحة العد حسب المحصول وحجم بذوره .

٢ – تتحدد المسافة بين البذور – على المهاد – يدوياً أو تلقائياً بواسطة لوحة العد أو عداد البذور الماص . وتتراوح المسافة بين البذور – عادة – من ١٫٥ – ٥ أضعاف قطر البذرة . وتفضل المسافات الواسعة بين البذور ؛ ليسهل عدّ البادرات النابتة ، ولتقليل احتمالات انتقال العدوى بالإصابات المرضية من بادرة لأخرى .

٣ – تحدد القوانين نوع المهاد المستخدم ، والمعاملات الخاصة التى يجب تعريض البذور لها ، ودرجات الحرارة والرطوبة اللازمتين ، وما إذا كان الإختبار فى الضوء ، أم فى الظلام ، وعدد الأيام من بداية الاختبار إلى بداية العدّ وإلى نهايته ، وما يتعين إجراؤه فى حالة وجود بذور صلدة .

٤ – تحدد القوانين – كما أسلفنا – اليوم الأول واليوم الأخير الذى تعد فيه البذور النابتة ؛ وذلك لكل محصول على حدة ، ويتم خلال تلك الفترة عدّ البذور النابتة كل ٢ –٣ أيام لمدة أسبوعين ، ثم أسبوعياً بعد ذلك ، إلى أن تنتهى الفترة المقررة للعد ، مع إزالة البادرات التى يتم عدها أولاً بأول .

وفى حالة إجراء اختبار الإنبات فى التربة أو فى الرمل .. فإنه يكتفى – فقط – بتسجيل ملاحظات على الإنبات حتى يحين موعد العدّ الأخير ؛ حيث تعد البادرات وتزال من المهاد – مرة واحدة – أثناء العد .

٥ – لا تعدّ سوى البادرات الطبيعية فقط . وتسجل أعداد البادرات الشاذة ، ولكنها لا تحسب ضمن نسبة البذور النابتة ؛ لأنها لا تعطى نباتات طبيعية فى الزراعة التجارية . وبالمقارنة .. فإن البادرات التى تصاب بمرض انتقل إليها من بذرة مجاورة تعد بذوراً نابتة .

٦ – تقسم البذور غير النابتة فى العدّ النهائى إلى صلدة ، وهايفة ، وميتة .

البادرات الشاذة

تختلف البادرات الشاذة عن البادرات الطبيعية فى كون الثانية كاملة التكوين بصورة طبيعية ؛ فهى تحتوى على مجموع جذرى ، وسويقة جنينيةسفلى ، وفلقة أوفلقتين – حسب المحصول – وسويقة جنينية عليا ، وقمة نامية .. وجميعها فى صورة طبيعية . وإذا وجدت أضرار بأى منها .. فإنها تكون سطحية ، ولاتؤثر فى نمو البادرة .

أما البادرات الشاذة .. فإنها تكون غير طبيعية فى مظهرها ؛ كأن تكون خالية من الجذر الأولى ، أو من القمة النامية ، أو تنقصها إحدى الفلقتين ، أو كلاهما ، أو أجزاء منها ، أو قد تظهر بها شقوق أو اختناقات فى محور الجنين ، أو تظهر بها بقع مرضية . كما قد تكون أعضاء البادرة غير متوازنة التكوين ، أو قد تكون البادرة ضعيفة ، أو متقزمة ، أو حلزونية ، وقد تكون جذورها متقزمة ، أو بعض أجزائها منتفخة بصورة غير طبيعية .

يتبين مما تقدم ذكره أن مظاهر الشذوذ عديدة . ولا تكون البادرات الشاذة قادرة على الاستمرار فى النمو ، وهى تعطى بادرات ضعيفة ، يكون محصولها قليلاً أو معدوماً .

وقد تتكون البادرات الشاذة نتيجة للأضرار الميكانيكية التى تتعرض لها البذور أثناء استخلاصها ، وتنظيفها ، وإعدادها ، وخاصة فى بذور البقوليات ، أو تتكون نتيجة لإصابات مرضية أو حشرية حدثت للبذور قبل استنباتها ، أو بسبب الأضرار التى تُحدثها المركبات التى تعامل بها البذور (عن مرسى وعبد الجواد ١٩٦٤) .

وتعد الفاصوليا من المحاصيل التى تكثر فيها البادرات الشاذة بسبب حساسية بذورها للأضرار الميكانيكية . ومن أنواع البادرات الشاذة فى الفاصوليا مايلى (عن Sandsted ١٩٦٦) :

١ – البادرات الخالية من الأوراق الفلقية Bald Heads .

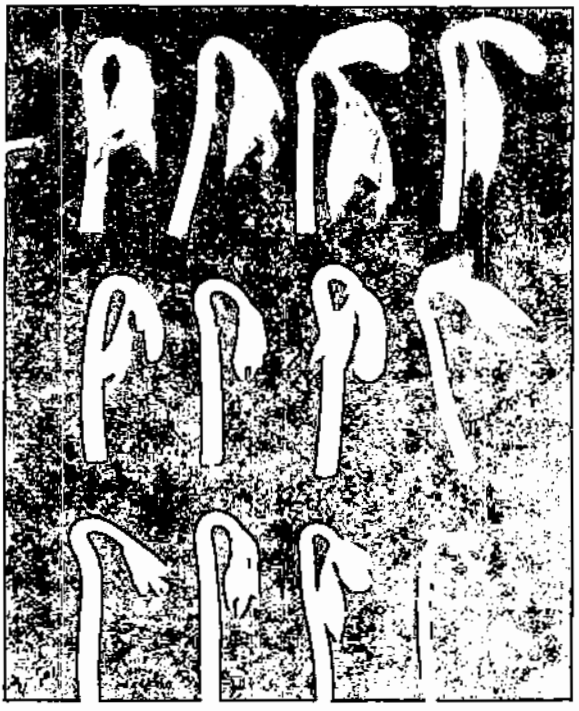
٢ – البادرات الخالية من القمة النامية Blinds .

٣ – البادرات التى تحتوى على أقل من ٥٠ ٪ من مساحة الورقتين الفلقتين (شكل ١٥–٢).

اختبار الإنبات فى محاصيل الخضر

مواعيد عدّ البذور النابتة ، ودرجة حرارة اختبار الإنبات

يبين جدول (١٥–٥) اليوم الأول واليوم الأخير الذى تعد فيه البذور النابتة ، ودرجة حرارة اختبار الإنبات لمختلف محاصيل الخضر حسب القواعد الأمريكية (عن U.S.D.A. ١٩٦١).



شكل (١٥–٢) : أجزاء من بادرات فاصوليا فلقاتها كاملة (الصف العلوى) ، أو بها ٥٠ ٪ على الأقل من الفلقات (الصف الأوسط) ، أو بها أقل من ٥٠ ٪ من الفلقات (الصف السفلى) .

جدول (١٥-٥) : اليومان الأول والأخير لمد البذور النابتة ودرجة الحرارة التى تجرى عليها اختبارات إنبات بذور الخضر .

المحصول	موعد المد الأول (يوم)	موعد المد الأخير (يوم)	درجة الحرارة (°م)
الهليون	٧	٢١	٣٠/٢٠
الفاصوليا	٥	٨	٣٠/٢٠
فاصوليا الليما	٥	٩	٣٠/٢٠
البنجر	٣	١٤	٣٠/٢٠
الفول الرومى	٤	١٤	٣٠/٢٠
البروكولى	٣	١٠	٣٠/٢٠
كرنب بروكسل	٣	١٠	٣٠/٢٠
الكرنب	٣	١٠	٣٠/٢٠
الجزر	٦	٢١	٣٠/٣٠
القنبيط	٣	١٠	٣٠/٢٠
الكرفس	١٠	٢١	٣٠/٢٠
السلق السويسرى	٣	١٤	٣٠/٢٠
الشيكوريا	٥	١٤	٣٠/٢٠
الكولارد	٣	١٠	٣٠/٢٠
الذرة السكرية	٤	٧	٣٠/٢٠
اللوبيا	٥	٨	٣٠/٢٠
الخيار	٣	٧	٣٠/٢٠
الباذنجان	٧	١٤	٣٠/٢٠
الهندباء	٥	١٤	٣٠/٢٠
كرنب أبو ركبة	٣	١٠	٣٠/٢٠
الكرات	٦	١٤	٢٠
الخس	–	٧	٢٠
القلقون	٤	١٠	٣٠/٢٠

تابع جدول (١٥ – ٥) :

المحصول	موعد الحد الأدنى (يوم)	موعد الحد الأقصى (يوم)	درجة الحرارة (°م)
البامية	٤	١٤	٣٠/٢٠
البصل	٦	١٠	٢٠
الكرنب الصينى	٣	٧	٣٠/٢٠
البقدونس	١١	٢٨	٣٠/٢٠
البسلة	٥	٨	٢٠
الفلفل	٦	١٤	٣٠/٢٠
القرع العسلى	٤	٧	٣٠/٢٠
الفجل	٤	٦	٢٠
الروتاباجا	٣	١٤	٣٠/٢٠
السبانخ	٧	٢١	١٥
الكوسة	٤	٧	٣٠/٢٠
الطماطم	٥	١٤	٣٠/٢٠
الست المستحية	٧	٢٨	٣٠/٢٠
اللفت	٣	٧	٣٠/٢٠
البطيخ	٤	١٤	٣٠/٢٠

طرق معالجة حالات السكون وملاحظات على اختبارات الإنبات

١ – الهليون :

لاتمر بذور الهليون بمرحلة سكون ، ولكنها تكون بطيئة الإنبات . وبرغم أن الغلاف البذرى صلد فإن جميع بذور الهليون تمتص الماء ، وما لا ينبت منها – فى نهاية فترة اختبار الإنبات – لا يرجع إلى صلابة أغلفتها البذرية .

٢ – البصل والكرات :

لا تمر بذورهما بفترة سكون .

٣ – البنجر والسلق :

تمر بذور البنجر والسلق – أحياناً – بفترة سكون قصيرة ، وقد يرجع ذلك إلى العوائق الميكانيكية التى تحدثها الأنسجة المحيطة بالبذور ، أو إلى وجود مواد مانعة للإنبات فى كرات البذور Seed Balls . وينصح – فى مثل هذه الحالات – بمعاملة كرات البذور بحامض الكبريتيك ، أى نقعها فى الماء ، أو إجراء اختبار الإنبات فى التربة .

وتشترط القواعد الأمريكية لاختبار إنبات بذور البنجر نقعها فى الماء لمدة ساعتين ، مع استعمال ٢٥٠ مل ماء – على الأقل – لكل ١٠٠ كرة بذور ، ثم غسيل البذور فى ماء جار وتجفيفها .

وقد يحدث أن يتغير لون بادرات البنجر ، وتموت بعد بدء إنباتها . ويرجع ذلك إلى ملامسة النموات الحديثة – لمواد سامة لها – توجد فى كرات البذور . وتؤدى عملية النقع السابقة الذكر إلى التخلص من معظم هذه السموم . ونادراً ما تظهر هذه الحالات عند إجراء اختبار الإنبات فى التربة ؛ لأن هذه المواد السامة تمتص بواسطة حبيبات التربة .

وإذا .. يوصى فى حالة ظهور هذه الأعراض بإعادة اختبار الإنبات إما فى التربة أو الرمل ، وإما بعد غسل البذور فى ماء جارٍ لمدة ثلاث ساعات ، ثم إجراء الاختبار على ورق سليليوز خاص ، مع غطاء – خفيف من ورق النشاف المبلل – على البذور .

وتتحدد نسبة الإنبات فى البنجر والسلق على أساس عدد كرات البذور (الثمار) النباتية، وليس على أساس عدد البذور الحقيقية النابتة . وإذا أنبتت أكثر من بادرة من كرة البذور .. فإنها تحسب – بالرغم من ذلك – كثمرة واحدة .

وإذا رُغب فى حساب عدد النبت الكلى فإنه يتعين حساب أعداد البادرات النامية من كل كرة بذور ، بالإضافة إلى عدد الكرات النابتة .

٤ – السبانخ :

قد يظهر سكون فى بذور السبانخ إذا أُجرى اختبار الإنبات فى حرارة كثيرة الارتفاع ،

أو عند زيادة الرطوبة كثيراً فى مهاد البذور . وباتباع القواعد السليمة فى اختبار الإنبات لا تظهر أية مشاكل تتعلق بالإنبات ؛ فيجب أن تبقى البذور على سطح ورق الإنبات على حرارة ١٥°م ، مع تجنب تجمع الماء حول البذور فى أى وقت .

٥ – السبانخ النيوزيلاندى :

كثيراً ما تظل السبانخ النيوزيلاندى ساكنة ، ويمكن إسراع إنباتها بتعريض الثمار لحرارة منخفضة ، أو إزالة أنسجة لُب الثمرة من حول نهايات البذور . وكما فى حالتى البنجر والسلق .. فإنه لا يحسب سوى عدد الثمار الحية – أى التى يحدث فيها إنبات – ولا يؤخذ عدد البذور الكلى فى الحسبان إلاّ عند الرغبة فى إجراء ذلك .

ويمكن التخلص من حالة السكون فى السبانخ النيوزيلندى بإجراء اختبار الإنبات على سطح التربة فى حرارة ١٠ / ٣٠°م (١٠°م لمدة ١٦ ساعة ، و٣٠°م لمدة ٨ ساعات يومياً) ، أو بإزالة أنسجة الثمرة pulp من حول البذور ، ثم إجراء اختبار الإنبات على ورق نشاف مبلل على حرارة ١٥°م . ويجب – عند إزالة أنسجة لُب الثمرة – أن يجرى ذلك ببطء ؛ لكى لا تُضار البذور .

وتنص قواعد اختبارات البذور الأمريكية على أن مهاد البذور يجب أن تكون فى حالة السبانخ النيوزيلاندى أقل رطوبة مما فى معظم الأنواع النباتية الأخرى . ويعتقد أن امتصاص لُب الثمرة للرطوبة يمنع التهوية اللازمة للإنبات .

٦ – الصليبيات :

قد تدخل بذور بعض الصليبيات – وخاصة تلك التى تتبع الجنس Brassica – فى حالة سكون . ويمكن التغلب على هذه الحالة بمعاملة البذور بنترات الا وتاسيوم ، أو بتعريضها للضوء أو للحرارة المنخفضة . تفيد هذه المعاملات مع بذور الخر .ل ، والمحاصيل التى تتبع الجنس Brassica . أما كرسون الحديقة (Lepidium sativum) .. فيمكن التغلب على سكون بذوره بإجراء اختبار الإنبات فى الضوء على حرارة ١٥°م . هذا .. بينما لا تمر بذور

اللفت ، أو الروتاباجا ، أو الكرنب الصينى – غالباً – بحالة سكون .

٧ – البقوليات :

قد تمر بذور الفول الرومى – أحياناً – بحالة سكون ، ولكن نادراً مايحدث ذلك فى بذور أى من المحاصيل البقولية الأخرى . ويلاحظ فى الفول الرومى أن البذور الساكنة تمتص الرطوبة ، ولكنها لا تنبت . وتحتوى بعض البقوليات على غطاء بذرى صلد ، وهى حالة يمكن التغلب عليها بتجريح البذور .

يتعين عدم إجراء اختبار إنبات بذور الفول الرومى على حرارة تزيد على ٢٠°م ، والمجال الحرارى المناسب لذلك هو ١٧ – ١٨°م . وإذا ظهر أن البذور تمر بحالة سكون .. فإنه يتعين حفظها لمدة ثلاثة أيام على حرارة ١٠°م ، ثم إجراء اختبار الإنبات على حرارة ٢٠°م .

٨ – الخيميات :

قد يظهر السكون فى بذور الجزر ، والكرفس ، والبقدونس ، والجزر الأبيض ، والسيليرياك . ولكن يجب عدم الخلط بين حالة السكون وبين نسبة الإنبات المنخفضة التى ترجع إلى عدم احتواء البذور على أجنة ، وهى الحالة التى يمكن التعرف عليها بالفحص الداخلى للبذور .

والتغلب على حالة السكون يوصى بمعاملة بذور الكرفس والسيليرياك بنترات البوتاسيوم وتعريضها لحرارة منخفضة قبل استنباتها – بعد ذلك – فى الضوء . أما سكون الجزر ، والبقدونس ، والجزر الأبيض .. فإنه يُعالج بتعريض البذور للحرارة المنخفضة ، أو بمعاملتها بنترات البوتاسيوم .

تعد أنصاف الثمار هى وحدة البذور فى الخيميات ؛ لذا .. يجب أن تكون أنصاف الثمار مفصولة عن بعضها قبل إجراء اختبار الإنبات . وإذا وُجدت ثمرة كاملة فى الاختبار .. فإنه لا يعد منها سوى بادرة واحدة فقط .

٩ – القرعيات :

قد يظهر السكون أحياناً فى بذور القرعيات الحديثة الحصاد . ويختلف طول فترة

السكون باختلاف الأنواع والأصناف . وقد يمكن التغلب على تلك الحالة – فى بعض الأنواع – بتعريض البذور لحرارة عالية ، أو لحرارة عالية ثم لحرارة منخفضة – بالتبادل – فى اليوم الواحد ، أو بإزالة الغلاف البذرى .

كذلك قد تدخل بذور البطيخ ، والخيار ، والقاوون ، والكوسة ، والقرع العسلى فى سكون ثانوى عند ارتفاع نسبة الرطوبة بالمهاد .

أما بذور الحنظل .. فإنها تنقع فى الماء لمدة ٦ ساعات ، ثم يجرى اختبار الإنبات على حرارة ٣٠°م .

١٠ – الباذنجانيات الثمرية :

قد يظهر السكون – أحياناً – فى بذور الطماطم والست المستحية (الحرنكش) ، ولكنه نادراً ما يظهر فى بذور الفلفل والباذنجان . ويوصى – فى حالة الست المستحية – بمعاملة البذور بنترات البوتاسيوم وتعريضها للضوء . أما فى حالة الطماطم .. فإنه يوصى – بالإضافة إلى المعاملة السابقة – بتبادل الحرارة المرتفعة والمنخفضة – يوميا – أثناء اختبار الإنبات .

١١ – خضر العائلة المركبة :

يتعين التمييز بين السكون وبين حالة انخفاض نسبة الإنبات التى تعود إلى خلو بعض البذور من الجنين ؛ ولذا .. ينصح – بعد إنتهاء اختبار الإنبات – بفحص البذور غير النابتة؛ لتحديد ما إذا كانت ساكنة ، أم فارغة ، أم فاقدة الحيوية . وتوجد – عادة – نسبة من البذور الفارغة فى كل من الشيكوريا والهندباء أعلى مما فى الخس .

وتظهر مشكلة السكون – أحياناً – فى كل من : الشيكوريا ، والهندباء ، والخس ، والسلسفيل ، والبندليون ، ولكنها نادراً ما تظهر فى الخرشوف ، أو الكردون .

ويظهر ببذور الهندباء سكون بدرجة عالية جداً (مقارنة بسكون بذور الشيكوريا التى لا يمكن تمييزها عن بذور الهندباء) . ويمكن التغلب على حالة السكون فى الهندباء بزيادة الرطوبة فى المهاد ، أو بالمعاملة بالثيوريا ، أو بواسطة بل مهاد البذور بمحلول مخفف من

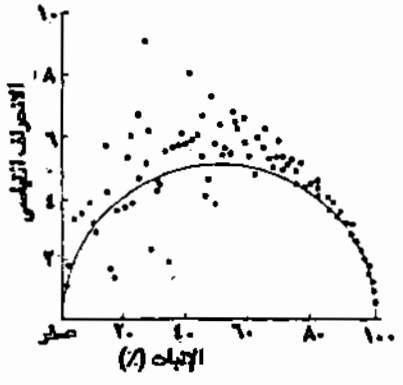
نترات البوتاسيوم ، أو بإجراء اختبار الإنبات على سطح التربة . وتعامل بذور الشيكوريا بنفس الطريقة إن كانت ساكنة .

وتكون بعض بذور الخس شديدة السكون ، وتستجيب لبعض المعاملات ؛ مثل التعريض للضوء ، أو للحرارة المنخفضة .

ويكسر سكون بذور السلسفيل بتعريضها للحرارة المنخفضة . أما بذور الداندليون .. فنادراً ما تكون ساكنة ، وإن حدث ذلك .. فإن سكونها يعالج بإجراء اختبار الإنبات فى الضوء (U.S.D.A. ١٩٥٢) .

الاختلافات المسموح بها فى نتائج اختبارات الإنبات

وجد أن الانحراف القياسى Standard Deviation لنسبة الإنبات فى رسالة ما يرتبط بنسبة الإنبات فى تلك الرسالة ، وتأخذ العلاقة بينهما شكل نصف دائرة (شكل ١٥-٣) .



شكل (١٥-٣) : العلاقة بين الانحراف القياسى لنسبة الإنبات ، ونسبة الإنبات المشاهدة .

يبين المنحنى الموضح فى شكل (١٥-٣) الإنحراف القياسى المحسوب نظرياً ، أما النقاط .. فإنها تمثل القيم الفعلية للانحراف القياسى التى حُصل عليها من نتائج اختبارات الإنبات . وقد ثبت – من نتائج نحو ٢٠٠٠٠ اختبار للإنبات – وجود تطابق شديد بين قيم الإنحراف القياسى المحسوبة والقيم الفعلية المتحصل عليها . هذا .. إلا أنه فى نسب

الإنبات المرتفعة (من ٨٠ – ١٠٠ ٪) .. كانت قيم الانحراف القياسى المحسوبة مطابقة تماماً للقيم المتحصل عليها فعلاً ، ولكن – مع انخفاض نسبة الإنبات عن ٨٠ ٪ – ابتعدت القيم المحسوبة عن القيم المتحصل عليها ، وازداد ذلك التباعد مع ازدياد النقص فى نسبة الإنبات ؛ ويرجع ذلك إلى أن البذور الضعيفة القليلة الحيوية تكون أكثر تأثراً بالتقلبات فى الظروف البيئية أثناء اختبارات الإنبات من البذور العالية الحيوية (Thomson ١٩٧٩) .

ولأجل السبب الذى تقدم بيانه .. فإن الفروق المسموح بها بين نتائج اختبارات الإنبات للإرسالية الواحدة تزداد كلما انخفضت نسبة الإنبات ، كما هو مبين فى جدول (١٥–٦) .

جدول (١٥–٦) : الفروق المسموح بها فى نتائج اختبارات الإنبات (عن مرسى وعبد الجواد ١٩٦٤) .

متوسط نسبة الإنبات	عندما يكون عدد البذور فى الاختبار ٤٠٠ فأكثر		عندما يكون عدد البذور بالاختبار ٢٠٠
	الفروق المسموح بها حسب القواعد		الفروق المسموح بها حسب القواعد
	الدولية	الأمريكية	الأمريكية
٩٦ أو أكثر	٥	–	٧
٩٠ إلى أقل من ٩٦	٦	٢	٨
٨٠ إلى أقل من ٩٠	٧	٣	٩
٧٠ إلى أقل من ٨٠	٨	٤	١٠
٦٠ إلى أقل من ٧٠	٩	٤	١١
أقل من ٦٠	١٠	٤	١٢

الحد الأدنى لنسبة الإنبات المسموح بها فى البذور المعتمدة

تحدد السوق الأوروبية المشتركة الحد الأدنى لنسبة الإنبات المسموح بها فى بذور الخضر على النحو التالى (عن Fordham & Biggs ١٩٨٥) .

الخضر	أقل نسبة إنبات مسموح بها (٪)
الجزر – الشيكوريا – الهندباء – الكرات – البقدونس .	٦٥
الهليون – البنجر – القنبيط – الكرفس – الذرة السكرية – البصل – الفجل .	٧٠
الفاصوليا – كرنب بروكسل – الخس – الكوسة – السبانخ – الطماطم .	٧٥
الفول الرومى – البسملة – اللفت .	٨٠

أما فى الولايات المتحدة .. فإن الحدود الدنيا لنسبة الإنبات المسموح بها فى محاصيل الخضر على النحو التالى (عن Lorenz & Maynard ١٩٨٠) :

الخضر	أقل نسبة إنبات مسموح بها (٪)
البامية – الست المستحية .	٥٠
الجزر – الكرفس – الفلفل .	٥٥
الباذنجان – الكرات – البقدونس – السبانخ .	٦٠
البنجر – السلق – الشيكوريا .	٦٥
الهليون – الفاصوليا – فاصوليا الليما – كرنب بروكسل – الهندباء – البصل – البطيخ .	٧٠
البروكولى – الكرنب – القنبيط – الكرنب الصينى – الذرة السكرية – الكيل – كرنب أبو ركبة – القاوون – الخردل – الكوسة – الفجل – الطماطم .	٧٥
الكولارد – الخيار – الخس – البصلة – اللفت .	٨٠

وفى مصر .. يحدد القانون رقم ٢٨٧ لسنة ١٩٦٠ الحد الأدنى لنسبة الإنبات فى بذور الخضر على النحو التالى :

الخضر	أقل نسبة إنبات مسموح بها (٪)
الرجلة – الفلفل .	٤٠
البنجر – السلق – السبانخ – الهندباء – الجزر – الكرفس – البقدونس – الشبت – الفينوكيا – الكزبرة .	٥٠
البطيخ – الشمام – الخيار – العجور – الكوسة – القرع العسلى – القنبيط – الكرات – الملوخية – الخس – اليامية – الطماطم – الباذنجان .	٦٠
البصلة – الفاصوليا – اللوبيا – الفول الرومى – اللفت – الجرجير – الفجل .	٧٠
البصل – فول الصويا .	٧٥

الإختبارات السريعة لتقدير حيوية البذور

يُستعان بالاختبارات السريعة لتقدير حيوية البذور Quick Seed Viability Tests عندما يُراد أخذ فكرة سريعة عن مدى حيوية البذور فى لوط ما دون الإنتظار لحين الانتهاء من اختبارات الإنبات التى تستغرق وقتا طويلاً .

ومن أهم الاختبارات السريعة المستخدمة فى هذا الشأن مايلى :

١ – طرق الصبغ الحيوى Vital Coloring Methods :

فمثلاً .. تستخدم صبغة الإنديجو كارمن Indigo Carmine فى صبغ الأنسجة الميتة باللون الأزرق ، بينما لا يمكنها النفاذ إلى الأنسجة الحية .

٢ – اختبار التوصيل الكهربائى Electrical Conductivity Test :

يعتمد هذا الاختبار على أن البذور القليلة الحيوية تكون أغشيتها الخلوية قد بدأت فى التدهور ، وأصبحت أقل فاعلية فى حفظ محتويات الخلية ؛ مما يسمح بتسرب بعض

المركبات الذائبة الموصلة للتيار الكهربائى منها عند نقع البذور فى الماء . وطبيعى أن هذه المواد المتسربة تؤثر فى درجة التوصيل الكهربائى للماء الذى تنقع فيه البذور .

٣ – اختبار الأجنة المفصولة Excised Embryo Test :

يستخدم هذا الاختبار بصفة خاصة فى حالة البذور الساكنة ، وخاصة بذور بعض الأشجار التى قد يستغرق إنباتها ٦ شهور . تعزل الأجنة – فى هذه الحالات – بحرص ، وتُثبت على ورق ترشيح مبلل (Copeland ١٩٧٦) .

٤ – اختبار أشعة إكس X - Ray Test :

يمكن الاستفادة من هذا الاختبار فى تحديد أية حالة غير طبيعية فى تركيب الجنين أو الإندوسبرم ، وفى تعرف حالات الإصابات الحشرية ، وكسور أغلفة البذرة ، وضمور الأنسجة الداخلية . وقد استخدم فى فحص بذور أشجار الغابات ، وبنجر السكر .

ويستخدم فى هذا الاختبارأجهزة إنتاج أشعة X العادية (عن Hartmann & Kester ١٩٨٣) .

٥ – اختبارات النشاط الإنزيمى Enzyme Activity Methods :

تعتمد هذه الاختبارات على أن نشاط الإنزيمات فى الأنسجة الحية يتوقف على مدى حيوية هذه الأنسجة .

ومن الإنزيمات التى استخدمت فى هذا المجال مايلى :

أ – الـ hydrolyzing enzymes : وهى إنزيمات قادرة على تحليل المركبات العضوية ذات الوزن الجزيئى المرتفع (مثل : البروتينات ، والنشا ، والدهون) إلى مركبات أصغر قابلة للذوبان .

ب – إنزيمات الـ desmolases ، التى منها:

١ – إنزيمات الأكسدة oxidases ؛ مثل إنزيمى الكاتاليز catalase والبيروكسيديز peroxidas . والتفاصيل الخاصة باختبارى الكاتاليز والبيروكسيديز .. يراجع Copeland (١٩٧٦) .

(٢) إنزيمات الـ dehydrogenases :

يُعرف اختبار نشاط الديهيدروجينيز dehydrogenase activity test باسم اختبار التترازوليم tetrazolium test ، وهو يعد من أكثر الاختبارات السريعة استخداما لتقدير حيوية البذور .

يعتمد هذا الاختبار على إظهار عمليات الاختزال التى تتم طبيعياً فى الخلايا الحية بواسطة دليل عديم اللون ؛ عبارة عن محلول لملح التترازوليم . تؤدى معاملة البذور بهذا المحلول إلى امتصاص البذور للملح ، الذى يشترك فى عمليات الاختزال التى تتم طبيعياً فى الخلايا الحية ؛ حيث يستقبل الأيدروجين من الـ dehydrogenases . ومع اختزال الملح المستخدم فى الاختبار (وهو ٢ ، ٣ ، ٥ ثلاثى فينايل كلوريد أوبروميد التترازوليم 2,3,5- triphenyl tetrazolium chloride or bromide) تتكون مادة حمراء ثابتة stable لا تنفذ إلى الخلايا المجاورة non diffusible هى مادة ثلاثى فينايل الفورمازون triphenyl formazon .

يتبين مما تقدم أن هذه المادة لا تتكون إلاّ فى الخلايا الحية فقط ؛ وبذا .. يمكن التمييز بين الأنسجة الحية التى تكتسب لوناً أحمر ، والأنسجة الميتة التى تبقى كما هى . وقد تتلون البذرة كلية باللون الأحمر ، أو تتلون جزئياً ، وربما لا تتلون على الإطلاق . ويرجع التلون الجزئى إلى وجود أنسجة متحللة ميتة (ربما لإصابتها بالأمراض أو الآفات) مع أنسجة حية فى البذرة الواحدة . ويستفاد من التلون الجزئى ومن شدة التلون فى تقدير قوة البذور Seed Vigor .

ولإجراء اختبار التترازوليم تنقع البذور فى الماء لمدة حوالى ١٥ ساعة ، ثم تُقطع ١٠٠ بذرة طوليا لإظهار الجنين . يستبعد أحد نصفى كل بذرة ، وتنقل الأنصاف الأخرى إلى محلول حديث التحضير لملح التترازوليم بتركيز ٥ر٠ – ٠ر١ ٪ ؛ بحيث تكون جميع أنصاف البذور مغمورة فى المحلول . تترك أنصاف البذور على هذا الوضع لمدة ٢ – ٤ ساعات فى الظلام على حرارة ٣٠°م ، ثم يصفى المحلول الزائد ، وتغسل البذور ٢ –٣ مرات بالماء ، ثم تُقيّم حيويتها . ويتعين عدم زيادة مدة النقع فى محلول التترازوليم على المدة المحددة ، وإلا زادت شدة الصبغ إلى درجة يصعب معها تفسير النتائج . وعلى أية حال .. فإن مدة النقع

قد تزيد إلى ٢٤ ساعة فى البذور التى تنقع كاملة .

يتميز الاختبار بسرعته ، كما يمكن الاستفادة منه فى تقدير حيوية البذور الساكنة ، لكن تعيبه صعوبته ، والحاجة إلى مهارة خاصة لإتقانه .

وتجدر الإشارة إلى أن محلول التترازوليم تتدهور خصائصه إذا عُرِّض للضوء ، ولكن يمكن تخزينه لعدة شهور فى زجاجة داكنة اللون . ويجب عدم استعمال المحلول إذا أصبح أصفر اللون (عن Bhandari ١٩٧٤ ، و Copeland ١٩٧٦ ، و Hartmann & Kester ١٩٨٣).

اختبار قوة الإنبات ، أو قوة البذور عند الإنبات

يعرف هذا الاختبار باسم Seed Vigor ، وهو يجرى باستنبات البذور فى ظروف غير مثالية لإنباتها ، ويمكن عن طريقه استبعاد لوطات البذور التى لا تكون قادرة أصلاً على الإنبات تحت ظروف الحقل ، وهى التى لا تكون – دائماً – مثالية لإنبات البذور .

ويمكن – عن طريق اختبار قوة الإنبات – تحديد نسبة البذور القوية ، وهى التى تتميز بما يلى :

١ – تكون أكثر قدرة على إعطاء بادرات قوية سريعة النمو .

٢ – يمكنها البقاء لفترة أطول فى الحقل بعد زراعتها – وقبل إنباتها – دون أن تتأثر بالكائنات الدقيقة التى توجد فى التربة ، أو بالظروف البيئية غير المناسبة .

٣ – يمكنها إمداد النبت الجديد بالغذاء بصورة أفضل ، إلى أن يعتمد على نفسه فى صنع غذائه ، وإن طالت تلك الفترة بسبب وجود عوامل بيئية غير مناسبة .

٤ – يمكنها الاحتفاظ بحيويتها لفترة أطول عند التخزين .

العوامل المؤثرة فى قوة البذور

تتأثر قوة البذور Seed Vigor بالعوامل التالية :

١ – العوامل الوراثية :

توجد اختلافات وراثية بين الأصناف فى مدى حساسية بذورها للعوامل البيئية غير

المناسبة ؛ فمثلاً .. تكون الهجن أكثر تحملاً لتلك الظروف .

٢ – العوامل البيئية :

تتأثر قوة البذور بالعوامل البيئية السائدة أثناء تكوّن البذور ونضجها وحصادها وتخزينها ويكون تأثير تلك العوامل فى حجم البذور وخصائصها الفسيولوجية والتركيبية حسب توقيت التعرض لتلك العوامل .

٣ – العوامل الفسيولوجية :

تتأثر قوة البذور – بشدة – بمدى نضجها الفسيولوجى عند الحصاد . ويكون ذلك ملاحظا بصورة خاصة فى بذور النباتات ذات النورات الخيمية كالجزر ، والنورات غير المحدودة كالكرنب ؛ حيث تكون البذور – التى تنتج من الأزهار الداخلية فى النورات الخيمية، وتلك التى تنتج من الأزهار العلوية فى النورات غير المحدودة – أقل نضجاً من البذور الأخرى عند الحصاد .

٤ – العوامل الميكانيكية :

تؤدى المعاملة الخشنة للبذور – أثناء حصادها وتداولها – إلى إحداث كسور وخدوش فيها ؛ يترتب عليها تكوين بادرات شاذة ، وربما تحدث إصابات ميكروبية .

٥ – العوامل الميكروبية :

تؤدى الإصابات الميكروبية إلى إتلاف البذور أو إضعافها نتيجة إتلافها لأجزاء من البذرة ، أو لتسببها فى رفع درجة حرارة البذور .

٦ – ظروف التخزين ومدته :

يصاحب ظروف التخزين السيئة والتخزين لفترات طويلة ظهور تغيرات كروموسومية تركيبية وطفرات عاملية ، يكون لها تأثير كبير فى قوة البذور .

وسائل تقدير قوة البذور

توجد عديد من الوسائل التى تستخدم لقياس قوة البذور ؛ نذكر منها مايلى :

١ – تقدير سرعة الإنبات Germination Rate :

تعطى سرعة الإنبات – فى اختبارات الإنبات العادية – فكرة عن قوة البذور .

٢ – قياس معدل نمو البادرات :

يتم ذلك بقياس طول البادرات ، أو طول السويقة الجنينية السفلى على فترات ، أو معدل الزيادة فى مساحة الأوراق . ومن معدل النمو يمكن حساب نسبة البادرات القوية النمو vigorous .

٣ – اختبار الإنبات فى الحرارة المنخفضة Cold Test :

تكون بداية الاختبار – فقط – فى تربة باردة (١٠°م لمدة ٧ أيام) ، ولكن اختبار الإنبات يستمر – بعد ذلك – فى حرارة مناسبة . يستخدم هذا الاختبار بكثرة فى تقييم سلالات الذرة المرباة تربية داخلية ؛ لتقييم مدى مقاومتها للفطريات المسببة لأعفان البذور عند الإنبات ، كما يستخدم فى تقييم مدى فاعلية معاملات البذور بالمطهرات الفطرية التى تستخدم لحمايتها من الأعفان .

وتجدر الإشارة إلى أن فترة الاختبار الأولى – التى تبقى فيها البذور متشربة للرطوبة فى تربة رطبة ، وبدون إنبات – تعرضها للإصابة بالكائنات المسببة للعفن ، وتكون أضعف البذور أكثرها تعرضها للإصابة ، بينما تستمر البذور التى لم تُصَبْ بالعفن (القوية) – بعد ذلك – فى الإنبات فى الحرارة المناسبة .

٤ – اختبار نشاط إنزيم Glutamic Acid Decarbxylase :

لهذا الإنزيم – الذى ينشط أثناء تشرب البذرة للماء – علاقة قوية بقوة البذور . ويستخدم الاختبار بكثرة فى الذرة والقمح .

٥ – اختبار الإنبات فى مهاد من الحصى Brick Gravel Test :

يستخدم حصى بقطر ٣ مم كمهاد للبذور ، التى تزرع فيه على عمق ٢ر٥ – ٤ سم ؛ حيث يتسبب ذلك فى إعاقة إنبات البذور الضعيفة .

٦ – اختبار اختراق البادرات للورق Paper Piercing Test :

يعتمد الاختبار على قدرة البذور القوية على اختراق ورق ترشيح ذى مواصفات خاصة .

ويجرى هذا الاختبار بوضع البذور على سطح طبقة من الرمل المبلل سمكها سنتيمتران ، ثم تغطى بورق الترشيح ، ثم بطبقة أخرى من الرمل المبلل يتراوح سمكها من ٢ر٥ – ٣ر٥ سم.

٧ – اختبار الإجهاد Exhaustion Test :

يجرى اختبار الإنبات فى الظلام التام ، ويقدر مقدار النمو فى هذه الظروف . يستخدم هذا الاختبار فى البسلة ، والفاصوليا ، ومحاصيل الحبوب .

٨ – اختبار معدل التنفس :

يوجد ارتباط وثيق بين قوة البذور ومعدل تنفسها أثناء الإنبات .

٩ – اختبار أيض الجلوكوز Glucose Metabolism Test :

يعد هذا الاختبار مقياساً لكل من معدل التنفس ، ومعدل تمثيل السكريات العديدة التسكر، وهو يستخدم مع بذور الشعير .

١٠– اختبار مستوى ثلاثى فوسفات الأدونيزين Adenosine Triphosphate Level (اختصاراً ATP) :

يتم فى هذا الاختبار تقدير مستوى الـ ATP بعد ٤ ساعات من تشرب البذور للماء ، وهو يعتمد على أن مستوى الـ ATP – حينئذ – يرتبط جيداً بقوة نمو البادرات عند الإنبات ؛ بسبب الحاجة إلى الـ ATP – أثناء الإنبات – كمصدر للطاقة اللازمة لعديد من العمليات الحيوية .

١١ – اختبار التترازوليم Tetrazolium Test :

يعتمد الاختبار على طرز التلوين المشاهدة ، ومدى دكنة اللون عند معاملة البذور بمركب التترازوليم . يستخدم هذا الاختبار – أساساً – كمقياس سريع لحيوية البذور ، ولكنه يفيد – كذلك – فى تقدير قوة البذور وقد سبق شرحه بالتفصيل .

١٢ – اختبار التعجيل بالشيخوخة Accelerated Aging Test :

يجرى الاختبار بوضع البذور فى ظروف تعجل من فقدها لحيويتها ؛ كأن توضع فى حرارة ٤٥°م ورطوبة نسبية ١٠٠ ٪ لمدة ٢ – ٨ أيام ، أو فى حرارة ٣٠°م ورطوبة ٧٥ ٪ لمدة

١٢٥ يوماً ، ثم دراسة تأثير ذلك فى إنباتها .

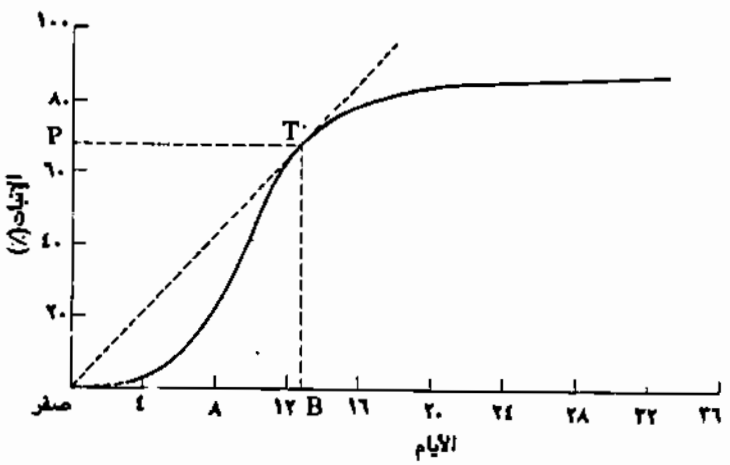
١٣ – اختبار التوصيل الكهربائى Electrical Conductivity Test :

يكـون تدهور البـذور مصاحباً بـتدهور ممـاثل فى الأغشيـة الخلوية ؛ مما يسمح بتسرب مـختلف الأيونات أثناء نقع البذور فى الماء ؛ الأمر الذى يزيد من درجة التوصيل الكـهربائى لهذا المـاء . ويعنـى ذلك أن زيادة القراءة تفيد زيادة تدهور البذور ونقص قوتها (Heydecker ١٩٧٢) .

هذا .. وقد سبق شرح تفاصيل بعض الاختبارات التى ورد ذكرها – مثل اختبار التترازوليم – ونلقى الآن مزيداً من الضوء على بعض الاختبارات الأخرى ذات العلاقة بقوة البذور .

اختبار سرعة الإنبات

تكون العلاقة بين نسبة الإنبات وعدد الأيام من بداية اختبار الإنبات – عادة – كتلك المبينة فى شكل (١٥–٤) .



شكل (١٥–٤) : منحنى العلاقة الطبيعى بين نسبة الإنبات وعدد الأيام من بداية اختبار الإنبات .

ففى بداية اختبار الإنبات لا تنبت سوى نسبة قليلة من البذور ، ثم يزداد معدل الإنبات كثيراً لفترة ، ثم تقل أعداد البذور النابتة مع الوقت ، إلى أن تتوقف نهائياً .

وتقدر سرعة الإنبات Germination Rate بإحدى طريقتين ، كما يلى :

١ – بحساب عدد الأيام التى تمر لحين الوصول إلى نسبة معينة من الإنبات .

٢ – بحساب متوسط عدد الأيام التى تستغرقها عملية الإنبات بالمعادلة التالية :

$$\text{متوسط عدد الأيام للإنبات (سرعة الإنبات)} = \frac{\text{س}_1 \text{ ص}_1 + \text{س}_2 \text{ ص}_2 + \cdots \text{ س}_n \text{ ص}_n}{\text{العدد الكلى للبذور النابتة}}$$

حيث إن :

س = عدد البذور النابتة خلال كل فترة زمنية (يوم أو أسبوع) من الفترات التى تسجل فيها القراءات (من ١ إلى ن) .

ص = المدة (يوم أو أسبوع) التى تمر من بداية اختبار الإنبات حتى نهاية الفترة التى تسجل فيها القراءات .

ويعبر مقلوب هذه المعادلة مضروباً فى ١٠٠ عن معامل سرعة الإنبات Coefficient of velocity .

وتحسب قيمة الإنبات germination value (أو GV) – فى البذور البطيئة الإنبات – بالمعادلة التالية :

$$GV = PV \times MDG$$

حيث إن :

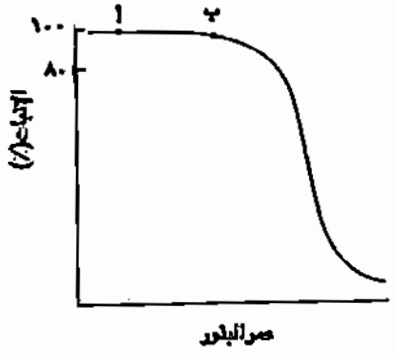
GV = قيمة الإنبات .

PV = أقصى معدل للإنبات Peak value ، وهى نسبة الإنبات (P) المقابلة للنقطة T فى شكل (١٥–٤) مقسومة على عدد الأيام (B) المقابلة لها أيضاً .

MDG = متوسط الإنبات اليومى Mean Daily Germination : وهى نسبة الإنبات النهائية مقسومة على عدد أيام الاختبار (عن Hartmann & Kester ١٩٨٣) .

اختبار التعجيل بالشيخوخة Accelerated Aging Test

يحدث أثناء تقدم البذور فى العمر سلسلة من التغيرات التى لا رجعة فيها ، والتى تؤدى فى نهاية المطاف إلى فقدان البذور لحيويتها . وتبدأ هذه التغيرات عندما تكون البذور فى أوج نضجها وقوتها . ويكون تناقص نسبة إنبات البذور مع الزمن – من وقت حصادها إلى وقت اختبار إنباتها – كما هو موضح فى شكل (١٥– ٥) .



شكل (١٥–٥) : التغير فى نسبة إنبات البذور مع تقدمها فى العمر .

يتبين من شكل (١٥–٥) أن البذور تمر – بعد حصادها – بمرحلة لا يحدث فيها سوى نقص بسيط جداً فى نسبة الإنبات ، ويلى ذلك مرحلة تتناقص فيها سرعة الإنبات سريعاً كلما تقدمت فى العمر ، ويستمر ذلك إلى أن تقترب نسبة الإنبات من الصفر ؛ حيث ينخفض معدل التناقص فى نسبة الإنبات – مع الوقت – مرة أخرى .

وبرغم أن كل البذور التى تُظهر إنباتاً عالياً فى اختبارات الإنبات تكون فى الجزء العلوى من المنحنى .. إلاّ أن بعضها يكون قريباً من بداية مرحلة التدهور السريع (النقطة ب فى شكل ١٥–٥) ، ولا يستدل على ذلك من اختبار الإنبات .

ويمكن التنبؤ بموقع لوط البذور على منحنى الإنبات باختبار التعجيل بالشيخوخة ؛ الذى يسرع من تدهور البذور . ويجرى الاختبار بتعريض عينات من عدة لوطات من البذور لحرارة ٤٥°م ورطوبة عالية لمدة ٢٤ ساعة . تكشف هذه المعاملة موقع البذور – ذات نسب الإنبات المرتفعة ابتداء – على منحنى الإنبات ؛ فنجد – مثلاً – أن البذور التى تكون فى الموقع (أ ؛ شكل ١٥-٥) تستمر محتفظة بنسبة إنبات عالية بعد تعريضها لاختبار التعجيل بالشيخوخة ، بينما يتدهور الإنبات – بشدة – فى البذور التى تكون فى الموقع (ب) بعد تعريضها لاختبار التدهور السريع .

وتشير نتائج الدراسات – التى أجريت فى هذا الشأن – إلى وجود ارتباط قوى بين نسبة إنبات البذور بعد تعريضها لاختبار التدهور السريع وبين قوة إنباتها (عن Matthews & Powell ١٩٨٦) .

وقد تمكن Pesis & Ng (١٩٨٣) من إحداث تدهور سريع فى حيوية بذور القاوون بتعريضها لحرارة ٤٥°م ورطوبة نسبية ١٠٠ ٪ لفترة وصلت إلى ١٢ يوماً ، كما وجد الباحثان زيادة فى مدى التدهور الذى حدث للبذور مع زيادة فترة المعاملة ، وتبين لهما وجود اختلافات بين الأصناف فى هذا الشأن .

ولمزيد من التفاصيل عن اختبارات قوة البذور وكيفية إجرائها .. يراجع Copeland (١٩٧٦) ، و Adbul - Baki (١٩٨٠) ، و McDonald (١٩٨٠) .

وسائل تحسين قوة البذور ونوعيتها

تحسين قوة البذور بفصل البذور القليلة الكثافة

تمكن Hill وآخرون (١٩٨٩) من تحسين نوعية بذور الخس ، والطماطم ، والبصل ، والكرنب ، والجزر ؛ وذلك بنقع بذور لوطات تجارية منها إما فى ماء مقطر جيد التهوية على حرارة ٢٥°م إلى أن تشربت بالماء (أى أصبحت imbibed) ، وإما فى محلول PEG ٨٠٠٠ على حرارة ١٥°م إلى أن بدأ مجرد بزوغ الجنير فيها (أى أصبحت primed) ، ثم فُصلت البذور القليلة الكثافة – بعد ذلك – بطريقة الطفو ؛ باستعمال محاليل مائية من التحضير التجارى Maltrin 500 للخس ، و Maltrin 600 لبقية المحاصيل .

وقد وجدت علاقة جوهرية موجبة بين كثافة البذور ونسبة إنباتها فى كل من الخس ، والطماطم ، والبصل ؛ سواء أكان فصلها بعد تشربها بالماء ، أم بعد نقعها فى محلول الـ PEG . وكانت البذور الأعلى كثافة – من تلك المحاصيل – أسرع إنباتاً ، وأكثر تجانساً فى بروز الجذير ، وذات سويقات جنينية سفلى أطول (بعد ستة أيام) من نظيرتها الأقل كثافة .

وبذا .. فإنه يمكن تحسين قوة البذور باستبعاد البذور الأقل كثافة بعد تعريضها لمعاملة الـ priming ؛ وهى المعاملة التى تجرى – طبيعياً – قبل الزراعة آليا .

تحسين نوعية البذور بخفض معامل التباين فى حجم أجنتها

من الأهمية بمكان أن تكون جذور البزر متجانسة فى الحجم والشكل ، سواء أكان الغرض من إنتاجها هو الاستهلاك الطازج ، أم للحفظ بالتجميد ، أم بالتعليب .

وقد وجد أن حجم جنين البذرة يؤثر تأثيراً بالغاً فى النمو النباتى ؛ ومن ثم .. فى حجم الجذور عند الحصاد ، وخاصة فى غياب التنافس بين النباتات . ووجد أن زراعة بذور متجانسة فى حجم جنين البذرة تعطى محصولاً متجانساً فى حجم الجذور ؛ ولذا .. فإن اختبارات بذور الجزر – فى إنجلترا – تتضمن اختباراً يتم فيه تقدير معامل الاختلاف Coefficient of variation فى حجم جنين البذرة .

وقد جرت العادة على إجراء هذا الاختبار على عينة من ١٠٠ بذرة يتم فصل أجنتها تحت المجهر باستعمال أدوات التشريح ، وهى طريقة مكلفة ، ويتطلب إجراؤها وقتاً طويلاً ، وخبرة كبيرة لدى القائمين بتنفيذها .

وقد توصل Keefe & Draper (١٩٨٦) إلى طريقة سهلة وسريعة لتقدير معامل الاختلاف فى طول جنين بذرة الجزر ، تتضمن التخلص من غلاف البذرة بالوسائل الميكانيكية والكيميائية ، وتقدير طول الجنين آليا بوسائل إليكترونية تعتمد على " رؤية " الآلة للجنين ، ثم تحليل النتائج ، وحساب معامل الاختلاف بالحاسب الآلى الموجود فى نفس الجهاز .

ويتطلب حساب معامل الاختلاف لطول الجنين فى عينة من البذور – بهذه الطريقة – نحو

سُدس الوقت الذى يلزم فى الطريقة العادية ، وبذا .. يمكن زيادة حجم العينة إلى ٢٠٠ بذرة بدلاً من ١٠٠ ، فتزيد - بذلك - دقة النتائج ، ويختصر الوقت اللازم لإجراء الاختبار إلى الثلث

اختبار تقدير رطوبة البذور

لرطوبة البذور علاقة أكيدة بمدى قدرتها على الاحتفاظ بحيويتها أثناء التخزين ؛ ولذا .. فإنه من الضرورى تقدير نسبة الرطوبة ؛ للتأكد من أنها وصلت إلى المستوى المرغوب فيه .

تجهيز العينات لاختبار الرطوبة

يجب أن تُرسل العينات المخصصة لاختبار الرطوبة - إلى المختبر - فى أوعية غير منفذة للرطوبة ، مع ملء الوعاء تماماً بالبذور ؛ لكى تكون التغيرات فى رطوبة البذور أثناء إرسالها للفحص فى أضيق الحدود . ويجب إجراء اختبار تقدير الرطوبة بمجرد فتح الوعاء

يتطلب الأمر طحن البذور الكبيرة الحجم قبل تجفيفها عند تقدير رطوبتها ؛ لكى تنفذ الحرارة بسهولة إلى داخل البذور ، وليسهل فقد الرطوبة منها . ولكن توجد مشاكل تتعلق بعملية الطحن فى كل من البذور التى تحتوى على نسبة عالية من الرطوبة ، أو من الدهون .

فتؤدى عملية الطحن فى البذور - التى تحتوى على أكثر من ١٣ ٪ رطوبة - إلى فقد جزء من هذه الرطوبة . ويمكن تجنب ذلك بتجفيف عينة البذور جزئياً حتى تنخفض رطوبتها عن ١٣ ٪ ، وتقدر كمية الرطوبة المفقودة منها ، ثم تطحن ، ويستكمل - بعد ذلك - اختبار تقدير الرطوبة بالطريقة العادية .

أما البذور ذات المحتوى المرتفع من الدهون .. فإنها تفقد جزءاً من ذلك المحتوى عند طحنها . كما أن الزيوت قد تتأكسد أثناء الطحن ، ويزداد وزنها تبعا لذلك ؛ الأمر الذى يترتب عليه خطأ فى تقدير الرطوبة ؛ لذا .. فإنه لا يجوز طحن البذور الزيتية .

طرق تقدير رطوبة البذور

تفضل الطرق السريعة لتقدير رطوبة البذور . ويشترط فى الطرق المستخدمة ألاّ تتسبب

فى تحلل المادة العضوية ، وأن يكون الفقد فى المواد القابلة للتطاير volatile substances ضئيلاً إلى درجة يمكن معها إهماله .

ومن الطرق المستخدمة فى تقدير رطوبة البذور مايلى :

١ - طرق الأفران :

يوضع وزن معلوم من البذور فى الفرن ؛ حيث تستخدم الحرارة فى تجفيف البذور . وتختلف تفاصيل الطريقة باختلاف نوعية البذور ونسبة الرطوبة الأصلية فيها ، كما يلى :

أ - تقدر رطوبة معظم البذور بتجفيفها على حرارة ١٣٠°م لمدة ساعة ، ولكن يجب أن يستمر التجفيف إلى أن يتوقف النقص فى وزن العينة ، وتحسب نسبة الرطوبة كمايلى :

$$\text{نسبة الرطوبة} = \frac{\text{الفرق فى الوزن قبل التجفيف وبعده}}{\text{الوزن قبل التجفيف}} \times ١٠٠$$

ب - تجفف البذور التى تحتوى على مركبات متطايرة - مثل البصل ، والكرات ، والجزر ، والفجل ، والخس - بتجفيفها على حرارة ١٠٥°م لمدة ١٦ ساعة . أما البذور التى تحتوى على مركبات شديدة التطاير .. فإن رطوبتها لا تقدر بطريقة الأفران .

جـ - تجفف البذور - التى تزيد رطوبتها على ١٣ ٪ - جزئياً على حرارة ٧٥°م لمدة ساعتين ، ويحسب الفرق فى الوزن ، ثم تؤخذ عينة من البذور المجففة جزئياً ، ويستكمل تجفيفها بإحدى الطرق السابقة ، ثم تحسب نسبة الرطوبة كما يلى :

$$\text{نسبة الرطوبة} = ١٠٠ - \left(\frac{\text{ب} \times \text{د}}{\text{أ} \times \text{جـ}} \times ١٠٠\right)$$

حيث إن :

أ = وزن العينة الأصلية (ذات الرطوبة العالية) قبل تجفيفها جزئياً .

ب = وزن العينة المجففة جزئياً .

جـ = وزن العينة التى أخذت من (ب) لاستكمال تجفيفها .

د = وزن العينة (جـ) المجففة نهائياً .

وتتوفر عدة أنواع من الأفران ؛ منها مايلى :

أ – أفران الهواء .. وهى تعتمد على تسخين الهواء إلى درجة الحرارة المطلوبة كهربائياً.

ب – أفران الماء .. وهى تعتمد على تسخين الماء المقطر بين جدارين ، ويبلغ متوسط حرارتها ٥ر٩٨°م ، ويستمر التجفيف فيها لمدة أربعة أيام .

جـ – أفران التفريغ .. ويتم التجفيف فيها على حرارة ٩٨ – ١٠٠°م تحت ضغط ٢٥سم زئبق لمدة خمس ساعات . وتستخدم هذه الأفران مع كل أنواع البذور ، وخاصة البذور التى تحتوى على نسبة زيت أعلى من ٢٥ ٪ ، وتلك التى يكون الرقم اليودى للزيت فيها أعلى من ١٥٠ ، وهى زيوت سريعة الجفاف والتأكسد .

٢ – طرق المعادلات الكهربائية :

هى طرق سريعة ، وتعتمد على قياس درجة التوصيل الكهربائى للبذور ، التى تعتمد بدورها على المحتوى الرطوبى للبذور . ويلزم – عند اتباع هذه الطرق – عمل منحنى قياسى لكل محصول على حدة ؛ يوضح العلاقة بين درجة التوصيل الكهربائى للبذور ومحتواها الرطوبى فى مدى واسع من المحتوى الرطوبى . وهى طريقة أقل دقة من طريقة الأفران .

وتوجد طرق أخرى لتقدير رطوبة البذور ؛ مثل طريقة التقطير ، وطريقة استخدام المواد المجففة ، ولكل منها استعمالاتها الخاصة .

ولمزيد من التفاصيل عن اختبارات تقدير رطوبة البذور .. يراجع Zeleny ١٩٦١ ، ومرسى وعبد الجواد ١٩٦٤ .

اختبار تأكيد هوية النوع المحصولى والصنف البستانى

يجرى هذا الاختبار للتأكد من أن البذور صادقة لنوعها المحصولى وصنفها البستانى ؛ بهدف منع أى غش تجارى .

اختبارات تأكيد هوية النوع المحصولى

النوع المحصولى هو المحصول ذاته كالكرنب ، ، والقنبيط ، والطماطم ، والبنجر ، والسلق ... إلخ .

وبرغم أنه يمكن تعرف النوع المحصولى وتحديد هويته – دون أدنى شك فى ذلك – بمجرد الفحص المظهرى للبذور ، كما فى الطماطم ، والفلفل ، والباذنجان – على سبيل المثال – إلاّ أن ذلك يكون أمراً مستحيلاً بالنسبة لمحاصيل أخرى ؛ فمثلاً .. يستحيل تمييز بذور البنجر من بذور السلق ، أو بذور محاصيل الخضر التى تتبع النوع Brassica oleracca من بعضها البعض .

وفى هذه الحالات الأخيرة يمكن التأكد من هوية النوع المحصولى بإحدى وسيلتين ، كمايلى :

١ – إما بالتفتيش الحقلى قبل حصاد البذور .

٢ – وإما بزراعة البذور فى الصوبة أو فى الحقل ، ورعاية النباتات إلى أن يمكن تمييز نوعها المحصولى .

اختبارات تأكيد هوية الصنف البستانى

تُعرف عديد من الاختبارات التى يمكن استخدامها فى التأكد من هوية الصنف المحصولى ، ولكن يَعيب بعضها أنها لا تعطى أدلة قاطعة على انتماء البذور إلى صنف بعينه ، وإنما إلى مجموعة معينة من الأصناف التى تتميز باشتراكها فى إحدى الصفات ، أو فى بعض الصفات .

١ – اختبار الفحص المظهرى للبذور

يمكن الجزم فى بعض الخضر – كالبسلة ، والفاصوليا ، واللوبيا ، والبطيخ – أن بذورهما لا تنتمى إلى صنف معين إن لم يكن نوعها مطابقاً للون بذور الصنف . كذلك يمكن فى حالة السبانخ تأكيد عدم انتماء البذور إلى صنف معين إن لم يكن ملمسها مماثلاً للملمس المميز (أملس ، أو شوكى) لبذور الصنف .

٢ – اختبار فحص البادرات

يمكن كذلك – فى بعض الخضر – الجزمُ بما إذا كانت البذور تنتمى إلى صنف معين أم لا تنتمى إليه عن طريق استنباتها وفحص بادراتها ؛ فمثلاً .. تتميز بعض أصناف

محاصيل معينة من الخضر – كالخس والكرنب – بظهور لون قرمزى بنباتاتها ابتداء من طور البادرة . ويعنى عدم ظهور هذا اللون حتمية عدم انتماء البذور إلى الأصناف التى تتميز بهذا اللون .

كذلك يمكن إجراء اختبار بسيط – فى طور البادرة – لمقاومة مرض معين ، يُفترض مقاومة الصنف له ؛ فإذا أصيبت البادرات بهذا المرض .. كان ذلك دليلاً على عدم انتمائها إلى هذا الصنف .

ويمكن إجراء اختبارات أخرى مماثلة للحساسية لبعض المركبات الكيميائية ؛ مثل الكبريت فى القرعيات ، والـ د . د . ت فى الشعير (Thomson ١٩٧٩) .

٣ – اختبارات الصوبة (البيوت المحمية) والحقل

تلك هى أكثر الاختبارات واقعية من حيث دقة نتائجها ، وفيها تزرع البذور فى الصوبة أو فى الحقل تحت أفضل الظروف لظهور الصفات المميزة للصنف ، مع رعاية النباتات لحين التأكد من صفات الصنف . ويتعين تسجيل ملاحظات على النباتات المختبرة خلال جميع مراحل نموها ؛ لأن بعض الصفات قد تظهر فى المراحل الأولى للنمو ، ثم تختفى فيما بعد.

لا يقل عدد النباتات التى يتم اختبارها – عادة – عن ١٠٠ نبات فى حالة المحاصيل التى تزرع على مسافات واسعة (مثل الطماطم) ، أو عن ٢٠٠ نبات فى حالة المحاصيل التى تزرع على مسافات ضيقة نسبياً (كالبصل ، والخس) . توزع النباتات المختبرة على مكررتين على الأقل ، مع مقارنتها بنباتات معروفة من نفس الصنف ، تزرع معه فى نفس الحقل وتحت نفس الظروف .

ويعيب هذه الطريقة مايلى :

١ – زيادة تكلفة الاختبار واتساع رقعته التى يجرى فيها .

٢ – ربما لا تكون الظروف الجوية مناسبة لظهور الصفات المميزة للصنف .

٣ – لا يمكن – فى حالة اختبارات الحقل – إجراء الاختبار قبل الموعد الطبيعى للزراعة ؛ الأمر الذى يؤدى إلى تأخير تسويق البذور موسماً كاملاً (U.S.D.A.

١٩٥٢ ، و Davidson ١٩٦١) .

٤ – الاختبارات المعملية

تتميز الاختبارات المعملية بسرعتها ودقة غالبيتها ، ولكنها تحتاج إلى مهارات وأجهزة خاصة لإجرائها . ومن هذه الاختبارات مايلى :

أ – اختبار عدّ الكروموسومات :

تتميز بعض الأصناف بأنها متضاعفة كروموسومياً ، وهى صفة يمكن التأكد منها بسهولة ؛ وذلك بفحص بعض خلايا القمة النامية للجذر أثناء انقسامها (Thomson ١٩٧٩) .

ب – اختبار الأشعة فوق البنفسجية :

تحتوى بعض أصناف الشوفان على مواد استشعاعية fluorescent تظهر عند تعريضها للأشعة فوق البنفسجية ؛ مما يميزها عن غيرها من الأصناف التى تخلو بذورها من تلك المواد . وتوجد هذه الخاصية – كذلك – فى كل من الـ red fescue ، و الـ ryegrass .

جـ – الاختبارات الكيميائية :

من أمثلتها مايلى :

(١) اختبار الأمونيا وكبريتات النحاس الذى يستخدم فى تمييز الـ sweetclover الأصفر من الأبيض .

(٢) اختبار حامض الأيدروكلوريك الذى يستخدم فى تمييز أصناف الشوفان .

(٣) اختبار الفينول الذى يستخدم فى تمييز أصناف كل من : القمح ، والشعير ، والشوفان ، و الـ bluegrass ، و الـ ryegrass . يجرى الاختبار بوضع البذور على مهاد ورقى مشبع بمحلول الفينول لمدة أربع ساعات ؛ حيث يظهر لون داكن فى بيريكارب بعض الأصناف ، كما تختلف شدة اللون من صنف لآخر .

(٤) اختبار أيدروكسيد البوتاسيوم الذى يستخدم فى تمييز بذور الذرة الرفيعة ، وفى الكشف عن وجود بذور أرز حمراء اللون (Copeland ١٩٧٦ ، و Roos & Wiesner ١٩٩١) .

د – اختبار الفصل الكروماتوجرافى للمركبات الكيميائية :

تتميز الأصناف المختلفة من المحصول الواحد بأن لكل منها طرازاً كروماتوجرافيا Chromatograph pattern خاصاً به ؛ فقد وُجِدَتْ طرزاً كروماتوجرافية مختلفة لأصناف القمح التى درست فى أستراليا ، كما وجد ٢٦ طرازاً كروماتوجرافيا مميزاً لدى اختبار ٢٩ صنفاً من القمح فى إنجلترا ، بينما تشابهت الطرز فى ثلاثة أصناف منها فقط .

هـ – اختبار الفصل الكهربائى Electrophoresis :

يفيد هذا الاختبار فى فصل مختلف المركبات – وخاصة البروتينات – التى توجد فى البذور ، ويكون ذلك فى طرز patterns خاصة ، تختلف من صنف لآخر حسب نوعية المركبات التى توجد فيها .

كذلك تستخدم تقنية الفصل الكهربائى فى فصل النظائر الإنزيمية Isoenzymes – التى توجد فى مختلف الأصناف عن بعضها البعض .

و – الاختبارات الإنزيمية Enzymes والنظائر الإنزيمية Isoenzymes :

(١) اختبار البيروكسيديز Peroxidase الذى يستخدم فى تمييز أصناف فول الصويا.

(٢) اختبار التباين فى النظائر الإنزيمية Allozymic variation :

تستخدم اختبارات النظائر الإنزيمية فى تحديد نسبة الخلط الوراثى فى بذور الهجن ؛ حيث تؤخذ مستخلصات بذور الهجن وتفحص بالـ starch gel electrophoresis ؛ ليستدل من التباين فى النظائر الإنزيمية لإنزيم alcohol dehydrogenase فى تقدير نسبة النقاوة التجارية فى الهجن والأصناف الصادقة التربية .

استخدم هذا الاختبار فى الطماطم ، ووجد أن ٤٦ ٪ من الأصناف التى تناولتها

الدراسة كانت مناسبة لهذا الاختبار ، ووجد أن نسبة الخلط الوراثى (عدم النقاوة) فى بذور الهجن المختبرة كانت كمايلى :

الهجين	عدم النقاوة (٪)
Freeman	١ر٢
PSR 279	٣ر٠
Royal Flush	٠ر٩
Jackpot	٢ر٧
PSR 32377	٠ر٨
Caslex 1028	صفر
المتوسط العام	١ر٥

ويعد هذا الاختبار من أسهل الاختبارات للتمييز بين بذور الهجن والآباء الداخلة فى إنتاجها (Tanksley & Jones ١٩٨١) .

اختبارات الفحص المرضى والحشرى

برغم أن أجسام الفطريات والحشرات التى تكون مختلطة بالبذور يتم التعرف عليها فى اختبار النقاوة وتحسب ضمن المواد الغاملة .. إلا أن الفحص المرضى والحشرى يجرى مستقلاً على عينة خاصة من البذور خلاف عينة اختبار النقاوة . وفى هذا الاختبار تفحص البذور ؛ لتعرُّف أنواع الكائنات الحية المتطفلة على المحصول – وتحمل على التقاوى – سواء أكانت هذه الكائنات فطريات ، أم بكتيريا ، أم فيروسات ، أم نيماتودا ، أم حشرات .

وتتعدد طرق الفحص المرضى والحشرى للبذور كما يتبين من الشرح التالى .

الفحص المباشر للبذور

يتم الفحص المباشر Direct Examination للبذور إما بالعين المجردة ، وإما

بالاستعانة بالمجهر . ويمكن – فى حالة الفحص بالعين المجردة – تمييز أعراض عدد من الأمراض الهامة ، وآثار الإصابات الحشرية ، والتعرف على الحشرات ذاتها ، والأجسام الفطرية المختلطة بالبذور . فيمكن – على سبيل المثال – التعرف على بذور الفاصوليا المصابة بالأنثراكنوز – الذى يسببه الفطر Colletotrichum lindemuthianum ؛ لأن أعراض الإصابة تظهر بوضوح فى صورة بقع بنية ، ويكون ظهورها أوضح فى البذور البيضاء اللون . ويمكن فصل هذه البذور – إليكترونياً – عن البذور السليمة .

كذلك يمكن إجراء الفحص المجهرى للبذور إما مباشرة ، وإما بعد رجّ نحو ١٠٠ بذرة مع قليل من الماء فى أنبوبة اختبار ، ثم فحص السائل الناتج بالمجهر ؛ إما مباشرة ؛ وإما بعد ترسيب جراثيم الفطريات بالطرد المركزى . كما يمكن عزل النيماتودا العالقة على البذور بسهولة باستخدام قمع Baerman .

اختبار حضانة البذور

يتم فى هذا الاختبار وضع البذور – دون أن تجرى عليها أية معاملات – متباعدة عن بعضها على ورق ترشيح مبلل بالماء فى وعاء حافظ للرطوبة ، لمدة ١٢ ساعة ، مع تعريضها لأشعة ذات موجات ضوئية قريبة من مدى موجات الأشعة فوق البنفسجية (Near Ultra Violet Light) . تفيد هذه المعاملة فى تجرثم معظم الفطريات المختلطة بالبذور ؛ مما يُسهّل التعرف عليها . وكثيراً ما تنبت البذور فى هذه الاختبارات ، وتتعرض البادرات ، النابتة للإصابة بالفطريات التى تحملها البذور .

وقد يكتفى بمجرد ترطيب البذور على مهاد مناسب لحين ظهور جراثيم الفطريات التى تحملها البذور .

اختبار تنمية المسببات المرضية على الآجار

تعرف هذه الطريقة باسم Agar Plate Method ، وتعد من أسرع الطرق ، إلا أنها تتطلب مهارة خاصة ؛ نظراً لاحتمال نمو عديد من الكائنات الدقيقة الأخرى غير المرضية . ويتطلب نجاح هذا الاختبار تطهير البذور سطحياً ؛ مما يعنى القضاء على مسببات الأمراض التى تحمل سطحياً على البذور ، واستحالة التعرف عليها نتيجة لذلك

. (١٩٨٣ Commonwealth Agricultural Bureaux)

اختبار استنبات البذور

لا يختلف هذا الاختبار عن اختبار الإنبات العادى سوى فى وضع البذور على المهاد متباعدة عن بعضها بدرجة أكبر مما فى اختبارات الإنبات . يؤدى إنبات البذور إلى نمو المسببات المرضية مع البادرات وإصابتها لها ؛ بحيث يمكن التعرف على تلك الإصابات – بسهولة – بالفحص المباشر . ويمكن – عن طريق مقارنة البذور المطهّرة سطحياً بالبذور غير المطهّرة – معرفة إن كانت المسببات المرضية محمولة على البذور ، أم بداخلها .

ولا شك فى أن زراعة البذور فى بيئة معقمة وملاحظتها لحين ظهور الأعراض المرضية عليها تعد أفضل طرق الفحص المرضى ، وخاصة فى حالات الإصابات البكتيرية والفيروسية . ويتطلب نجاح هذا الاختبار توفير الظروف البيئية التى تشجع على ظهور الإصابات المرضية (Anderson & Leach ١٩٦١) .

وتفيد هذه الطريقة فى عزل عديد من مسببات الأمراض البكتيرية ، مثل (عن Schaad ١٩٨٢) :

البكتيريا	العائل
Pseudomonas glycinea	فول الصويا
P. phaseolicola	الفاصوليا
P. pisi	البسلة
Xanthomonas campestris	الصليبيات
X. carotae	الجزر
X. nigromaculans	الزينيا
X. phaseoli	الفاصوليا
X. vesicatoria	الفلفل

ويعيب هذه الطريقة مايلى :

١ – لا تناسب اختبار أعداد كبيرة من البذور ؛ إذ إنها تتطلب كثيراً من الوقت والجهد والإمكانات ، علما بأنه يلزم اختبار من ١٠ آلاف – ٥٠ ألف بذرة لكل لوط من البذور .

٢ – يمكن أن تؤثر الفطريات – التى تحمل خارجياً على البذور – فى نتائج الاختبارات البكتيرية .

٣ – ربما لا تنبت البذور المصابة ؛ ومن ثم .. لا يتم التعرف عليها ، برغم أنها قد تشكل مصدراً للإصابة فى الحقل ، بعد أن تُسهم فى تلويث التربة بالمسبب المرضى .

٤ – ربما لا تظهر إصابات البذور المرضية إن لم تكن الظروف البيئية مناسبة لتطور المرض .

الاختبارات المعملية

تتميز الاختبارات المعملية بسهولتها ، وسرعتها ، وبأنها أقل تكلفة ، وأكثر حساسية ودقة من الاختبارات الأخرى فى إثبات وجود الحالة المرضية . تفيد هذه الاختبارات – بصفة خاصة – فى حالات الأمراض البكتيرية ، ويعتمد نجاح أية طريقة منها على ثلاثة أمور ، كما يلى :

١ – استخلاص البكتيريا من البذور .

٢ – تحديد هوية البكتيريا المستخلصة .

٣ – تحديد أقل نسبة ممكنة من البذور المصابة التى يمكن التعرف عليها فى لوط من البذور ، وهو ما يعرف بالـ Tolerance Level للاختبار .

استخلاص البكتيريا من البذور

تستخلص البكتيريا من البذور بعدة طرق تعتمد فى جوهرها على نقع البذور عدة ساعات ، أو غسلها لفترة قصيرة فى بيئة سائلة . وقد يسبق ذلك ، تطهيرها سطحيا ، أو تركها على حالها .

وقد تزرع البذور فى بيئة اختيارية Selective Media ، أو قد تطحن وهى جافة فى

مطحنة ، أو تضرب فى خلاط . وتتوقف الطريقة التى يتم اختيارها على النوع المحصولى ، ومكان وجود البكتيريا فى البذور وخصائصها .

تحديد هوية البكتيريا المستخلصة

يُتّبع لأجل تحديد هوية البكتيريا المستخلصة عدة طرق ، نذكر منها مايلى :

١ – حقن البكتيريا المستخلصة فى عوائل قابلة للإصابة بها ؛ حيث يتم التعرف عليها من الأعراض المرضية التى تحدثها بتلك العوائل . ويفيد ذلك مع كل من البكتيريا Corynebacterium michiganense فى الطماطم ، و P. phaseolicola ، و P. phaseoli فى الفاصوليا .

٢ – استعمال طريقة الـ phage - plaque multiplication method مع المستخلص البكتيرى مباشرة . وقد استخدمت هذه الطريقة مع البكتيريا : C. michiganense فى الطماطم ، و P. atrofaciens فى الحبوب ، و P. phaseolicola فى الفاصوليا ، و P. pisi فى البسلة ، و X. oryzae فى الأرز .

٣ – استعمال بيئة اختيارية فى التعرف على جنس البكتيريا بسهولة دونما حاجة إلى اللجوء إلى الاختبارات البيوكيمائية . وتلك طريقة سهلة ، وسريعة ، وغير مكلفة ، لكن يعيبها أنه لم يمكن التوصل إلى بيئات اختيارية لكل الأنواع البكتيرية التى تنتقل عن طريق البذور.

ومن أمثلة البيئات الاختيارية المستخدمة فى هذا الشأن مايلى :

أ – بيئة King's Medium التى تنمو عليها البكتيريا التابعة لجنس Peudomonas مثل P. pisi ، و P. syringe اللتين تصيبان البسلة ، و P. phaseolicola التى تصيب الفاصوليا ، ولكن يعيب هذه البيئة أنها تسمح – كذلك – بنمو جميع الـ Pseudomonads الأخرى سواء أكانت متطفلة ، أم مترممة .

ب – بيئة Beef Peptone and Starch Agar ، أو بيئة Nutrient Starch and Cycloheximide agar اللتان يعزل على أى منهما البكتيريا Xanthomonas campestris ، والتفريق بينها وبين معظم أنواع البكتيريا المترممة ؛ لقدرة البكتيريا X. campestris على تحليل النشا .

٤ – استخدام الاختبارات السيرولوجية فى التعرف على البكتيريا المحمولة على البذور مباشرة ؛ حيث تنقع البذور المطهّرة سطحياً فى الماء لمدة ٢٦ ساعة ، ثم يختبر وجود البكتيريا فى هذا السائل بأحد الاختبارات السيرولوجية ؛ مثل : الـ Agglutination Test ، أو الـ Agar Double - Diffusion Test ، مع استعمال مضادات السيرم Antisera المناسبة . يستخدم هذا الاختبار بصورة روتينية للكشف عن وجود البكتيريا P. phaseolicola فى الفاصوليا ، و X. campestris فى الصليبيات .

كذلك يمكن استعمال اختبار الـ Immunofluorescence ، وهو أكثر حساسية ؛ حيث لا يتطلب سوى ١٠ ميكروليتر من الـ antiserum لكل عينة مختبرة .

وتتميز الاختبارات السيرولوجية – عموماً – بأنها قليلة التكلفة وسريعة ؛ حيث تظهر نتائجها خلال يوم واحد .

تحديد الـ Tolerance Level

إن الـ Tolerance Level – كما أسلفنا – هو أقل إصابة يمكن اكتشافها فى عينة من البذور . ولكل طريقة للكشف عن البكتيريا Tolerance Limit خاص بها ، بالنسبة لكل مسبب مرضى وكل عائل ؛ فمثلاً .. قد يمكن بطريقة معينة الكشف عن وجود بذرة واحدة مصابة فى كل ١٠٠ ألف بذرة ، فيكون الـ Tolerance Limit لهذه الطريقة هو ٠٫٠٠١ ٪ ، بينما لا يمكن لطريقة أخرى الكشف عن وجود البذور المصابة إذا قلت نسبتها عن واحد فى الألف ؛ فيكون الـ Tolerance Limit لها هو ٠٫١ ٪ .

وتجرى مثل هذه الدراسات بخلط بذور مصابة – بنسب مختلفة – مع بذور سليمة ، ثم إجراء الاختبار للكشف عن البكتيريا (Schaad ١٩٨٢) .