الفصل التاسع

إنتاج بذور الكرنب والقنبيط

الكرنب

ينتمى الكرنب Cabbage إلى العائلة الصليبية Cruciferae ، ويعرف – علميًا – باسم Brassica oleracea var. capitata .

الوصف النباتي

يعتبر نبات الكرنب عشبيًا ذا حولين فى المناطق الباردة ، وحوليًا فى المناطق المعتدلة التى تكفى فيها البرودة السائدة خلال فصل الشتاء لتهيئة النباتات للإزهار .

الجذور

ينمو لنبات الكرنب مجموع جذرى ليفى كثير الانتشار فى التربة ، خاصة عند الزراعة بالشتل ؛ حيث يقطع الجذر الأولى ، ويحل محله أحد الأفرع الجذرية القوية ، كما ينمو عديد من الجذور الجانبية القوية من قاعدة النبات . تنتشر الأفرع الجذرية فى المراحل الأولى من النمو فى الثلاثين سنتيمتراً السطحية من التربة ، ثم تتجه إلى النمو الرأسى بعد ذلك ، ويصل انتشارها الجانبى إلى مسافة متر عندما تبلغ الرؤوس نحو ثلثى حجمها الطبيعى ، بينما يصل نموها الرأسى إلى عمق حوالى متر ونصف .

الساق

تكون ساق الكرنب قصيرة فى موسم النمو الأول ، وتحمل الأوراق متزاحمة حول البرعم الطرفى لتكون الرأس ، وهى الجزء المستعمل فى الغذاء . وتستطيل الساق ، وتتفرع بكثرة

فى موسم النمو الثانى ؛ لتكوّن النورة التى يتراوح طولها عند اكتمال نموها من ٩٠ – ١٥٠ سنتيمترا .

الأوراق

يتراوح عدد أوراق الكرنب التى تحيط بالرأس من ١١ – ٢٨ ورقة حسب الصنف ، وهى كبيرة نسبيًا ، وتأخذ شكلا بيضاويًا أو مستديراً تقريباً عند اكتمال نموها . وتكون الأوراق الخارجية ذات أعناق قصيرة سميكة مجنحة ، بينما تكون أوراق الرأس جالسة . كما تكون أوراق معظم الأصناف ناعمة ، مغطاة بطبقة شمعية ظاهرة يطلق عليها اسم bloom ، ويختلف سمك هذه الطبقة باختلاف الأصناف . كما تكون أوراق بعض الأصناف مجعدة بشدة Savoy .

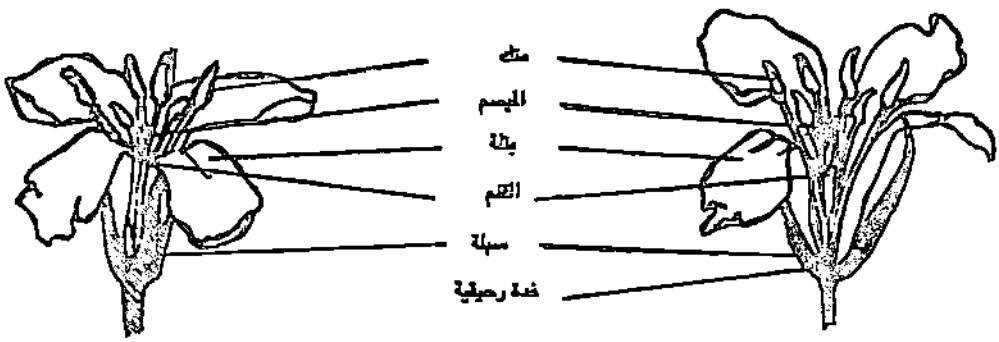
وبينما يكون لون الأوراق أبيض مائلا إلى الأخضر فى معظم الأصناف .. فإنها تكون ذات لون أخضر قاتم فى الأصناف ذات الأوراق المجعدة ، وحمراء أو أرجوانية اللون فى أصناف أخرى . أما الأوراق التى تحمل على الشماريخ الزهرى (محور النورة) .. فإنها تكون أصغر بكثير من الأوراق القاعدية ، كما تكون غالبا مسننة الحافة .

الأزهار والتلقيح

تحمل أزهار الكرنب فى نورات غير محدودة racemes طرفية طويلة على الساق الرئيسية وفروعها . وتكون الأزهار معتدلة ، صفراء اللون منتظمة ، تحتوى على أربع سبلات وأربع بتلات على شكل صليب وست أسدية (شكل ٩ – ١) . والمتاع علوى مكون من كربلتين ملتحمتين ، والمبيض مكون من حجرة واحدة يقسمها حاجز كاذب إلى قسمين ، وهو كاذب ؛ لأنه لاينشأ نتيجة لالتحام حواف الكرابل . الوضع المشيمى جدارى ، وتمتد فترة إزهار نبات الكرنب لنحو شهرين .

تتفتح المتوك طوليًا ، ويكون ميسم الزهرة مستعداً لاستقبال حبوب اللقاح لمدة تمتد من قبل تفتح الزهرة بنحو خمسة أيام إلى ما بعد تفتحها بأربعة أيام . وتنتثر حبوب اللقاح فى نفس اليوم الذى تتفتح فيه الزهرة . والتلقيح خلطى بسبب وجود ظاهرة عدم التوافق الذاتى Self Incompatibility ، ويتم بواسطة النحل ، والحشرات الأخرى التى تجمع

حبوب القاح ، والرحيق . ويتراوح المجال الحرارى المناسب للتلقيح وعقد الثمار من ١٣ – ٢١ °م .



شكل (٩-١) : أجزاء زهرة الكرنب (عن Dickson & Wallace ١٩٨٦) .

الثمار والبذور

الثمرة خردلة Silique ، ولكنها تسمى قرناً pod ، وهى طويلة ، ورفيعة ، وتنتهى بطرف مدبب خال من البذور ، ويحتوى القرن على نحو ١٢ – ٢٠ بذرة . وتمتلئ بذرة الكرنب بالجنين – كما فى الصليبيات الأخرى – نظراً لأن الإندوسبرم يمتص أثناء تكوين الفلقتين . البذرة صغيرة كروية ، يبلغ قطرها نحو ١٫٥ مم ، ناعمة ، ويتغير لونها من البنى الفاتح عند الحصاد إلى البنى القاتم عند تخزينها لفترة طويلة . ويصعب تمييز بذور الكرنب من بذور عدد من الصليبيات الأخرى ؛ مثل : القنبيط ، والبروكولى ، وكرنب بروكسل ، والكيل ، والكولارد ، والخردل ، والكرنب الصينى (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤) .

العوامل الجوية وعلاقتها باختيار الموعد المناسب للزراعة

يجب اختيار موعد الزراعة بحيث يسمح بتكوين رؤوس جيدة يمكن دراستها ، واستبعاد غير المرغوب منها مع تهيئتها للإزهار ؛ حتى يمكن إنتاج محصول البذور . وعمليا .. يكون تعريض النباتات لدرجات الحرارة المنخفضة التى تلزم لتهيئتها للإزهار كما يلى :

١ – فى المناطق ذات الشتاء الشديد البرودة : تقلع الرؤوس فى الخريف ، وتخزن خلال فصل الشتاء – إلى أن تعاد زراعتها فى الربيع – بإحدى الطريقتين التاليتين :

أ – توضع الرؤوس متجاورة وهى قائمة ، مع الترديم حول جذورها برمل رطب ، وتوفير الحماية الكافية لمنع انخفاض درجة الحرارة عن –١°م .

ب – توضع الرؤوس على أرفف فى أربع طبقات ، مع توجيه جذور كل طبقة مقابل جذور الطبقة الأخرى ، ونثر قليل من البيت موس المبلل حول الجذور لمنع جفافها .

٢ – فى المناطق ذات الشتاء المعتدل البرودة : تبقى الرؤوس فى مكانها فى الحقل ؛ حيث يمكنها أن تتحمل الانخفاض فى درجة الحرارة حتى –٣ °م لفترات قصيرة ، ويشترط عند اتباع هذه الطريقة أن تكون البرودة السائدة – شتاء – كافية لتهيئة نباتات الصنف المزروع للإزهار .

٣ – فى المناطق ذات الشتاء الدافئ : لاتكفى برودة الشتاء فى هذه المناطق لتهيئة نباتات الكرنب للإزهار ؛ لذا فإن النباتات يقلع بجذورها من التربة بعد نضج الرؤوس ، ثم تقطع الرؤوس فقط وتسوق ، أما بقية ساق النبات والجذور (Stump) .. فإنها تخزن خلال فصل الشتاء فى حرارة ٤°م لمدة تتراوح من شهر إلى شهرين ، ثم تزرع فى الربيع لإنتاج البذور (Shoemaker ١٩٥٣) .

طرق إنتاج البذور

تنتج بذور الكرنب بإحدى طريقتين ، إما بطريقة الرؤوس إلى البذور Headed Plant - to - Seed ، وإما بطريقة البذور إلى البذور Seed - to - Seed ؛ كما يلى .

طريقة الرؤوس إلى البذور

تتلخص هذه الطريقة فى إنتاج رؤوس الكرنب أولا (يراجع لذلك حسن ١٩٩٠ ، و١٩٩٤) ، ثم تعريضها للبرودة فى الحقل أو فى المخازن حتى تتهيأ للإزهار ، ثم تشتل لإنتاج البذور.

تجرى عملية التخلص من النباتات غير المرغوب فيها فى أى وقت يمكن التعرف فيه على هذه النباتات . وتتم هذه الخطوة غالبا قرب نضج الرؤوس ؛ حيث تستبعد النباتات المخالفة للصنف المزروع فى لون الأوراق ، وعدد الأوراق القاعدية basal leaves وشكلها وحجمها

ومظهرها ، وموعد النضج ، وشكل الرأس . ويمكن فى حالة حصاد الرؤوس الاكتفاء بفحص الرأس بدقة عند إزالة الأوراق القاعدية .

تترك رؤوس الكرنب فى الحقل دون حصاد خلال فصل الشتاء ، وقد تحصد ، وتخزن فى درجة الحرارة المناسبة ، ويتوقف ذلك على درجة الحرارة السائدة شتاء . فيجرى الحصاد عندما يكون الشتاء شديد البرودة بدرجة تؤدى إلى تجمد النباتات وموتها ، أو دافئاً إلى درجة لا تسمح بتهيئة النباتات للإزهار . وتخزن الرؤوس فى حال حصادها فى درجة الصفر المئوى ، مع رطوبة نسبية تتراوح من ٩٠ - ٩٥ ٪ . ويستمر التخزين حتى بداية فصل الربيع ؛ حيث تشتل الرؤوس فى حقل إنتاج البذور . ويوصى بعمل قطعين متعامدين ، بعمق ٢ر٥ - ٥ سم فى كل رأس ؛ بغرض السماح بنمو الشمراخ الزهرى بصورة طبيعية . لكن يجب الحرص عند إجراء هذه العملية ؛ وذلك لأن زيادة عمق القطع عن ٥ سم قد تضر بالقمة النامية (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤) .

تتبع هذه الطريقة فى إنتاج بذور الكرنب فى مصر ، ولكن تفاصيلها تختلف حسب الصنف المراد إنتاج بذوره كما يلى :

١ - الصنف البلدى :

تفحص الرؤوس عند تمام نضجها ، وتنتخب الرؤوس الكبيرة المندمجة ذات السوق القصيرة ، ثم تقطع الرؤوس وتسوق ، وتقلع السوق بجذورها ، ثم تعاد زراعتها بعد أن تقلم الجذور تقليما خفيفا . يكون التقليع وإعادة الزراعة - غالبا - خلال شهرى : نوفمبر وديسمبر ، وتكون إعادة الزراعة - فى حالة الرى بطريقة الغمر - على خطوط بعرض ٩٠ سم ، وعلى مسافة ٥٠ - ٦٠ سم بين النباتات فى الخط .

وفى حالة الرى بطريقة التنقيط تكون كثافة الزراعة كما فى حالة الرى بالغمر ، ولكن مع زراعة سوق النباتات المنتخبة فى خطوط مزدوجة حول خراطيم (أنابيب) الرى ، وتبعد عنها - من كلا الجانبين - بنحو ٥٠ سم ، وتكون متبادلة الوضع فى الخطين المزدوجين حول خرطوم الرى . وتكون المسافة بين خراطيم الرى (منتصف الخطوط المزدوجة) ١٨٠ سم .

ولايناسب الرى بالرش إنتاج بذور الكرنب (بعد زراعة السوق المنتجة فى موسم النمو

الثانى) ؛ لأنه يؤخر جفاف البذور ، ويزيد من مشكلة انتشارها . ومع ذلك .. يمكن الرى بطريقة الرش إلى حين بداية مرحلة الإزهار ، ثم يحل محله الرى بالغمر بعد ذلك . وتكون الزراعة – فى هذه الحالة – كما فى حالة الرى بالغمر . وتوالى النباتات بالخدمة ؛ حيث تزهر فى شهر فبراير ، وتنضج بذورها فى شهرى : أبريل ومايو .

٢ – الأصناف الأجنبية (مثل برونزويك) :

لاتكفى برودة الشتاء فى مصر لتهيئة نباتات الأصناف الأجنبية للإزهار . ويتبع عند إنتاج بذورها محليًا زراعة البذرة فى منتصف شهر مايو ، ثم تحصد النباتات بجذورها فى بداية شهر أكتوبر ، وتخزن فى درجة حرارة ٤°م لمدة شهرين ، ثم تقطع الرؤوس وتسوق فى بداية شهر نوفمبر ، بينما تعاد زراعة الجزء المتبقى من ساق النبات والجذور (الـ stump) بعد تقليمه . تزهر هذه النباتات فى شهر مارس ، وتنضج بذورها فى شهر مايو (مرسى والمربع ١٩٦٠) .

طريقة البذور إلى البذور

تبقى النباتات عند إنتاج البذور بهذه الطريقة فى مكانها فى الحقل من الشتل حتى إنتاج البذور (يراجع بشأن إنتاج النباتات وخدمتها حسن ١٩٩٠ ، و ١٩٩٤) قد تكون النباتات فى هذه الحالة رؤوسا صغيرة قبل الإزهار ، أو قد تتجه نحو الإزهار مباشرة . وتتبع هذه الطريقة فى إنتاج معظم البذور التجارية فى الولايات المتحدة . وتجب عند اتباعها مراعاة مايلى :

١ – استخدام بذور أساس عالية الجودة ، لأنه لن يمكن إجراء عملية التخلص من النباتات المخالفة للصنف بدقة ؛ نظرا لأن الطريقة لاتسمح بتكوين رؤوس طبيعية مكتملة التكوين ، ولايتم فيها نزع الأوراق القاعدية المغلفة للرأس .

٢ – أن تكون برودة الشتاء فى منطقة إنتاج البذور كافية لتهيئة النباتات للإزهار .

٣ – تقليل مسافة الزراعة بين النباتات إلى ٣٠ سم .

٤ – يكون الرى إما بالغمر ، وإما بالتنقيط ، ويمكن الرى بطريقة الرش إلى حين بداية مرحلة الإزهار ، على أن يستبدل بنظام الرى بالغمر بعد ذلك .

مسافة العزل

لا يمكن مناقشة هذا الموضوع فى الكرنب بمعزل عن الصليبيات الأخرى ؛ فجميع الصليبيات خلطية التلقيح بدرجة عالية ، وبعض المحاصيل الصليبية تتلقح خلطيا مع محاصيل صليبية أخرى ؛ لذا .. فإنه يلزم عزل أصناف كل محصول عن بعضها ، وعزل الخضر الصليبية التالية أيضا عن بعضها بمسافة لاتقل عن ٤٠٠ م عند إنتاج البذور المعتمدة certified seed ، ولاتقل عن ١٥٠٠ م عند إنتاج بذور الأساس foundation seed .

١ – كل الخضر التابعة للنوع B. oleracea ، والتى منها : الكرنب ، والقنبيط ، وكرنب بروكسل ، وكرنب أبو ركبة ، والكيل ، والأنواع البرية القريبة .

٢ – كل الخضر التابعة للنوع B. campestris ، والتى منها اللفت ، والكرنب الصينى ، والأنواع البرية القريبة .

تتلقح خضروات كل مجموعة مع بعضها ، ولكنها لاتتلقح مع خضروات المجموعة الأخرى ، ولاتتلقح خضروات أى من المجموعتين مع الخضر الصليبية الأخرى ؛ وهى : الفجل ، والجرجير ، والكرسونات (McNaughton ١٩٧٦ ، و Thompson ١٩٧٦) .

إنتاج بذور الأصناف الهجين

يتطلب الإنتاج التجارى لبذور الكرنب الهجين الإلمام ببعض جوانب تربية هذا المحصول ؛ علمًا بأن جميع الخضر الصليبية تتشابه فى هذا الشأن ؛ لذا .. فإن حديثنا تحت هذا العنوان يتعلق بالصليبيات بصورة عامة .

طرق إجراء التلقيحات

يلزم – عند إجراء التلقيحات – خصى أزهار نباتات الأمهات قبل تفتحها بيوم ، أو يومين ، ثم تنقل إلى مياسمها – بعد الخصى مباشرة – حبوب لقاح من أزهار متفتحة لنباتات الآباء ، مع ضرورة توفير الحماية من التلوث بحبوب لقاح غريبة لكل من الأزهار المستخدمة ؛ كمصدر لحبوب اللقاح من قبل تفتحها ، والأزهار الملقحة من بعد تلقيحها .

وتلقح أزهار نباتات الأمهات عند تفتحها مباشرة – دونما حاجة إلى إجراء عملية الخصى – إذا كانت تلك النباتات عقيمة (غير متوافقة) عقماً تاماً .

تداول حبوب اللقاح

تحتفظ حبوب لقاح الصليبيات بحيويتها – تحت الظروف الطبيعية – لمدة أربعة أيام ، ولكن أمكن تخزين حبوب لقاح الكرنب بحالة جيدة لمدة ٢٥ يوماً فى حرارة ٤°م .

العقم الذكرى وإنتاج الهجن

تتوفر مختلف حالات العقم الذكرى فى الصليبيات ؛ فقد وجد العقم الذكرى الوراثى الذى يتحكم فيه جين واحد متنح فى الكرنب بروكسل ، والكرنب ، والقنبيط . وكانت بعض الحالات حساسة لدرجة الحرارة ؛ حيث ظهر تأثير جين العقم الذكرى كاملاً فى نظام حرارى ١٧/٢٤°م (نهار/ ليل) ، بينما كان النبات خصباً تماما فى ١٠°م .

كذلك توجد حالة تحور الأسدية إلى بتلات petaloidy فى الكرنب (عن Ryder ١٩٧٩).

كما اكتشف العقم الذكرى السيتوبلازمى فى الفجل . وبإحلال نواة الكرنب فى سيتوبلازم الفجل .. أمكن انتخاب نباتات عقيمة – سيتوبلازمياً – من كل من الكرنب ، ولفت الزيت B. napus . وقد أعقب ذلك إنتاج لفت عادى B. campestris عقيم الذكر – سيتوبلازمياً – بتلقيح اللفت مع لفت الزيت العقيم الذكر ، ثم التلقيح رجعياً إلى اللفت .

ومن أهم عيوب العقم الذكرى السيتوبلازمى أنه يكون مصاحباً بتثبيط جزئى أو كلى ؛ لتكوين الغدد الرحيقية ؛ الأمر الذى يحد من استخدام الظاهرة فى إنتاج البذرة الهجين ؛ لأن التهجينات لاتتم إلا بواسطة الحشرات التى تزور الأزهار بهدف جمع الرحيق . إلا أنه أمكن استعادة تكوين الغدد الرحيقية فى نباتات B. campestris العقيمة الذكر ؛ بواسطة بضع دورات من الانتخاب لزيادة عدد وحجم تلك الغدد (Leung وآخرون ١٩٨٣) .

كذلك تمكن Pearson (١٩٧٢) من إدخال العقم الذكرى السيتوبلازمى فى الكرنب ؛ من خلال تلقيحات نوعية بين أنواع الجنس Brassica ؛ ففى البداية .. أجرى Pearson تلقيحا بين المسترد الأسود B. nigra كأم ، والبروكولى B. oleracea كأب ، ثم عامل

نباتات الجيل الأول بالكولشيسين لإنتاج النباتات المتضاعفة هجينياً (٤ن) ، وتلا ذلك اختزال عدد الكروموسومات إلى الحالة الثنائية (٢ن) مرة أخرى بالتلقيح الرجعى المستمر بحبوب لقاح البروكولى ؛ وبذا .. وضعت الهيئة الكروموسومية للبروكولى فى سيتوبلازم المسترد الأسود . واقترح إعطاء النوع الجديد الاسم broccolin .

عندما لقحت الأجيال الأولى من هذا النوع مع الكرنب .. أمكن عزل طرازين من العقم الذكرى ، كان السيتوبلازم فى كليهما من B. nigra . وقد كان الطراز الأول من نوع الـ petaloidy الذى تتحول فيه الأسدية إلى بتلات ، وكانت أزهاره خالية من الرحيق . أما النوع الثانى .. فكانت متوكه أثرية ، وأزهاره رحيقية ، وهو طراز يمكن استعماله – بكفاءة – فى إنتاج البذرة الهجين ، وقد أعطى الرمز : Npsps .

ظاهرة عدم التوافق وإنتاج الهجن

أولاً : عوامل عدم التوافق المعروفة فى الصليبيات

بدأت محاولات حصر وجمع أليلات S – المسئولة عن ظاهرة عدم التوافق فى الصليبيات – فى كمبردج Cambridge بإنجلترا سنة ١٩٦٨ ، ثم انتقلت تلك الجهود إلى محطة بحوث الخضر الوطنية National Vegetable Res. Sta. فى إنجلترا أيضا منذ عام ١٩٧١ . وقد تجمع لدينا – الآن – كثير من المعلومات عن أليلات S فى الكيل ، وكرنب بروكسل ، والبركولى ، يمكن الرجوع إلى تفاصيلها فى Ockendon (١٩٨٢) .

يعتبر نظام عدم التوافق فى الصليبيات من النوع الاسبوروفيتى Sporophytic ، وهو يتماثل فى مختلف الكرنبيات Cole crops ؛ مثل : الكرنب ، والكيل ، والبروكولى ، وكرنب بروكسل ، وكرنب أبو ركبة . وتأكد ذلك بفحص النسل الناتج من التهجينات بين كل من الكيل وكرنب بروكسل ، والكرنب ، والبروكولى ، والكرنب البرى ، وكرنب أبو ركبة ، والقنبيط . هذا .. إلا أن عدد أليلات عدم التوافق يختلف من محصول لآخر . وقد أمكن التعرف على ٧ أليلات فى البروكولى ، و٢٨ فى الكيل .

وفى دراسة أخرى .. ذكر أنه يوجد ٤١ أليلاً لعدم التوافق ؛ منها ١٣ أليلاً فى الكيل وكرنب بروكسل ، و١٩ أليلاً فى كرنب بروكسل ، ونحو ١٠ أليلات فى الكرنب . هذا .. بينما قدر العدد الإجمالى لأليلات S فى مختلف الكرنبيات بنحو ٥٠ أليلاً (عن Ryder ١٩٧٩ ،

و Dickson & Wallace ١٩٨٦) .

ومن المحتمل أن يزيد العدد المعروف حاليا – كثيراً – على هذا الرقم ؛ ففى دراسة أجراها Ockendon (١٩٨٢) .. أمكن حصر ٣١ أليلاً فى ١٩٧ نباتا من الكرنب ؛ تمثل ١١ صنفا من مختلف الطرز . كذلك وجدت معظم هذه الأليلات إما فى الكيل ، وإما فى الكرنب بروكسل ، إلا أن خمسة منها لم تكن معروفة من قبل ، ويبدو أنها توجد فى الكرنب فقط .

وفى دراسة أخرى مفصلة على خمسة أصناف من الكرنب .. وجد بها ١٢ أليلاً فقط ، وكان الأليل S_2 أكثرها شيوعاً ، وتلك حقيقة معروفة فى النوع B. oleracea بوجه عام . كذلك أوضحت الدراسة أن الأليلين S_5 ، و S_{15} الشديدى التنحى لم يكونا شائعين فى الكرنب بدرجة شيوعهما فى كرنب بروكسل ؛ الأمر الذى يفسر عدم حدوث التلقيحات بين نباتات الصنف الواحد فى الكرنب – عند إنتاج الهجن – على خلاف الحال فى كرنب بروكسل .

وجدير بالذكر أن بعض أصناف القنبيط – خاصة الصيفية منها – متوافقة ذاتياً ، بينما البعض الآخر – وخاصة من الأصناف الخريفية والشتوية – غير متوافقة ذاتيا ، علماً بأن الأصناف المتوافقة ذاتياً لا تتدهور مع التربية الداخلية (Thompson ١٩٧٦) .

وقد توصل Nieuwhof (١٩٧٤) – من دراسته على ٣٠ صنفاً من القنبيط – إلى أن حالة عدم التوافق كانت ضعيفة فى الأصناف المبكرة ، بينما كانت قوية فى الأصناف المتأخرة .

وتوجد ظاهرة عدم التوافق الاسبوروفيتى كذلك فى كل من اللفت والفجل ، ولكنها تختلف فى شدتها باختلاف الأصناف (Matsubara ١٩٨٠) .

وبصفة عامة .. فإن ظاهرة عدم التوافق تعد شائعة فى جميع الصليبيات ، ولكن عدداً من النباتات يكون متوافقاً ذاتياً ، وتتوقف نسبة النباتات المتوافقة على النوع المحصولى ، والصنف .

هذا .. ويمكن الرجوع إلى التفاصيل الخاصة بنظام عدم التوافق الأسبوروفيتى الذى ينتشر فى الصليبيات فى حسن (١٩٩١) .

ثانياً : طرق التعرف على عوامل عدم التوافق

يمكن تقسيم الطرق المستخدمة فى التعرف على عوامل عدم التوافق إلى فئتين – حسب كون إجراء التلقيحات ضرورياً ، أم غير ضرورى – كما يلى :

١ – طرق تعتمد على إجراء التلقيحات بين مختلف التراكيب الوراثية المعلومة والمجهولة :

تعتمد تلك الطرق على إجراء مئات – أو آلاف – التلقيحات بين عديد من التراكيب الوراثية المعلومة والمجهولة ، ثم يستدل على طبيعة العلاقة بين العوامل التى توجد فى مختلف التراكيب الوراثية من نتيجة تلك التلقيحات : أهى متوافقة ، أم نصف متوافقة ، أم غير متوافقة ؟ ويتم التعرف على نتيجة التلقيحات بإحدى الطرق الآتية :

أ – بالانتظار لحين نضج الثمرون ، ثم حساب عدد البذور الناتجة من كل تلقيح ، وهى طريقة تتطلب وقتا طويلا يصل إلى شهرين .

ب – جمع الأزهار بعد يومين من التلقيح ، وعمل قطاعات فى مياسم وأقلام أمتعتها ، وهى طريقة تتطلب جهداً كبيراً .

جـ– جمع الأزهار بعد ٢٤ – ٤٨ ساعة من التلقيح كما فى الطريقة السابقة ، ثم فحص مدى توافق التلقيحات باستخدام ميكرسكوب تعتمد الرؤية فيه على الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet Microscope ، وهى طريقة سهلة ، وتتلخص فى صبغ مياسم وأقلام الأزهار – بعد يوم ، أو يومين من التلقيح – بصبغة أزرق الأنيلين aniline blue ، بعد تطريتها فى محلول أيدروكسيد الصوديوم بتركيز ٦٠ ٪ ، ثم تهرس تحت غطاء شريحة زجاجية ، وتفحص – مباشرة – بواسطة الميكرسكوب المذكور آنفا ، مع استخدام أشعة فوق بنفسجية يتراوح طول موجاتها من ٣٥٠ – ٤٥٠ ملليمكروناً (Crehu ١٩٦٨) .

وقد استخدم Hal & Verhoeven (١٩٦٨) تلك الطريقة فى دراسة حالة عدم التوافق فى ٦٠ سلالة من كرنب بروكسل ، وتمكنا – خلال موسم واحد – من التعرف على العلاقة ودرجات السيادة بين ١٥ آليلاً من آليلات عدم التوافق .

٢ – الطريقة السيرولوجية Serelogical Method :

لاتعتمد هذه الطريقة على إجراء تلقيحات بين التراكيب الوراثية التى يراد دراستها كما فى الطرق السابقة ، وإنما على نتائج الاختبارات السيرولوجية للتراكيب الوراثية المعلومة والمجهولة . فقد تبين من دراسات سيرولوجية – أجريت على سلالات كرنب عديمة التوافق ذاتياً وذات تركيب وراثى $S_1\ S_1$ ، أو $S_2\ S_2$ – أن مياسم أزهارها تحتوى على أنتيجينات antigens مختلفة ، بينما لم يمكن تمييز تلك الأنتيجينات ، أو الكشف عنها فى حبوب اللقاح ، أو فى الأجزاء الأخرى من النبات . كذلك وجد أن مياسم النباتات الخليطة $S_1\ S_2$ ، و $S_1\ S_3$ ، و $S_2\ S_3$ تحتوى على الأنتيجينات الأبوية ، علما بأن كل هجين منها لم يكن متوافقاً مع أى من أبوية . وقد أمكن تحضير أجسام مضادة لتلك الأنتيجينات ؛ بحقن مستخلص المياسم فى الأرانب ؛ ثم الحصول على الأمصال المضادة antisera المحتوية على الأجسام المضادة من دم الأرانب المحقونة . وأمكن بعد ذلك – باستخدام أمصال مضادة للتراكيب الوراثية الخليطة – التمييز بين التراكيب الوراثية الأصيلة والهجن بينها (Nasrallah ١٩٦٨) .

وقد شرح حسن (١٩٩١) تفاصيل هذه الطريقة وكيفية استخدامها فى التعرف على عوامل عدم التوافق .

وقد اعترض البعض على هذه الطريقة ؛ فذكر Sedgley (١٩٧٤) أنها ليست سهلة ، أو سريعة ؛ إذ لم يتمكن من إنتاج أمصال إلا لأليلين فقط – هما S_{16} ، و S_{23} – من بين ٧ أليلات تضمنتها دراسته ؛ علما بأن هذين الأليلين كانا على درجة عالية من السيادة ، وأن الأجسام المضادة التى حصل عليها كانت بتركيزات منخفضة .

ثالثاً : طرق إكثار النباتات غير المتوافقة ذاتياً

يتعين – عند الاستفادة من ظاهرة عدم التوافق فى إنتاج الهجن التجارية – المحافظة على عوامل عدم التوافق التى توجد فى الآباء بصورة نقية ؛ وهو ما يعنى استحالة إكثار هذه الآباء بصورة طبيعية ؛ ليتسنى استمرار استخدامها فى إنتاج الهجن . وقد توصل مربو النبات إلى عدة طرق للتغلب على هذه المشكلة ، نوجزها فيما يلى :

١ – التلقيح البرعمى Bud Pollination :

يستفاد من التلقيح البرعمى فى التغلب على مشكلة إكثار سلالات آباء الهجن غير المتوافقة ذاتياً ؛ لأن المواد التى تمنع إنبات حبوب اللقاح على مياسم الأزهار لا تكون – على ما يبدو – قد تكونت بعد فى تلك المرحلة المبكرة من نمو البرعم الزهرى .

يجرى تلقيح البراعم قبل تفتحها بنحو ٣ – ٤ أيام ؛ بوضع نهاية ملقط التلقيح بين سبلتين ، ثم يسمح له بالانفراج ؛ فتتفرق السبلات ، ويظهر الميسم ، الذى يتم تلقيحة – حينئذ – بحبوب لقاح من زهرة أخرى حديثة التفتح ، تكون قد سبقت حمايتها – قبل تفتحها – من احتمال تلوثها بحبوب لقاح غريبة ، بتكييس نورة النبات أو جزء منها . وتجرى عملية التلقيح بنقل اللقاح بفرشاة ، أو على ظفر الإبهام ، أو باستعمال الأزهار المتفتحة مباشرة .

تكرر عملية التلقيح البرعمى على عدة براعم أخرى غير متفتحة بنفس النبات ، ثم تكيس بنفس الطريقة لمنع وصول الحشرات إليها . وبطبيعة الحال .. لاتكون هناك ضرورة لعملية التكييس إذا أجريت عملية التلقيح البرعمى فى بيت مجمى خالٍ من الحشرات الملقحة .

٢ – إجراء التلقيح الذاتى فى الفترة المناسبة من موسم الإزهار :

أوضحت دراسات Johanson (١٩٧١) – التى فحص فيها مياسم وأقلام أزهار الكرنب بروكسل بميكروسكوب الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet Microscope بعد ٢٤ ساعة من التلقيح – أن حالة عدم التوافق الذاتى كانت أقوى مايمكن فى كل المراحل الوسطية والمتأخرة من فترة الإزهار ، كذلك وجد – فى بعض السلالات – أن حالة عدم التوافق تضعف فى درجات الحرارة المرتفعة .

٣ – الاستفادة من ظاهرة التوافق الكاذب :

تحدث ظاهرة التوافق الكاذب pseudo compatibility عندما تحمل النباتات آليلات ضعيفة لعدم التوافق – خاصة الآليلات المتنحية – التى يؤدى وجودها إلى حدوث عقد جزئى للبذور ، يمكن الاستفادة منه فى إكثار مثل هذه السلالات (عن Ryder ١٩٧٩) .

٤ – إجراء التلقيح بفرشاة من الصلب :

تمكن Roggen & Van Dijk (١٩٧٢) من التغلب على حالة عدم التوافق فى كرنب بروكسل بتجريح الميسم أثناء التلقيح ، بالاستعانة فى عملية التلقيح بفرشاة من الصلب ، يبلغ قطر شعيراتها ١ر٠ مم ، وطولها ٤مم ؛ وتمكنا بذلك من إنتاج ١ر١ – ٦ر٢ بذرة من كل تلقيح ، مقارنة بنحو ١ – ٣ بذرات تنتج من كل تلقيح برعمى . وفى المقابل .. تتميز هذه الطريقة على طريقة التلقيح البرعمى بأنه يمكن – عند اتباعها – تلقيح جميع أزهار النبات ؛ وبذا .. تزيد كمية البذور التى يمكن الحصول عليها من النبات الواحد .

٥ – زيادة الرطوبة النسبية :

تمكن Carter & McNeilly (١٩٧٦) من الحصول على عقد جيد فى سلالات كرنب بروكسل – على درجة عالية من عدم التوافق الذاتى – بزيادة الرطوبة النسبية فى الجو المحيط بالنباتات بعد تلقيح الأزهار المتفتحة .

وتعد هذه الطريقة أسرع من طريقة التلقيح البرعمى ؛ إذ إنها أعطت ٤٦ بذرة فى دقيقة عمل ؛ مقارنة بـ ٢٧ بذرة / دقيقة فى حالة التلقيح البرعمى .

٦ – رفع درجة حرارة المياسم :

عندما عرضت ٦ سلالات كرنب بروكسل – أصيلة فى آليلات مختلفة لعدم التوافق – لحرارة ثابتة مقدارها ١٤ ، أو ١٧ أو ٢٠ °م ، أو لدرجات حرارة متغيرة مقدارها ١٧، أو ٢٠، أو ٢٣ ، أو ٢٦ °م نهاراً مع ١٤°م ليلاً .. وجد أن أكثر حالات التلقيح الذاتى حدثت فى السلالات الحاملة لأضعف آليلات عدم التوافق عند ارتفاع درجة الحرارة نهاراً ، بينما لم تتأثر آليلات عدم التوافق القوية بأى من المعاملات الحرارية (عن Ryder ١٩٧٩).

كذلك تمكن Roggen & Van Dijk (١٩٧٦) من التغلب على حالة عدم التوافق الذاتى – فى بعض سلالات الكرنب ، والكرنب بروكسل – بمعاملة الأزهار المتفتحة بمكواة كهربائية دقيقة تتراوح حرارتها – عند تشغيلها – من ٧٠ إلى ٨٠°م . وقد أعطت هذه الطريقة كمية أكبر من البذور ؛ مقارنة بطريقة التلقيح البرعمى .

كذلك وجد Matsubara (١٩٨٠) أن تعريض نباتات الفجل لدرجة حرارة مقدارها ٥٠ °م – لمدة ٢٥ دقيقة – أدى إلى إنبات حبوب اللقاح بصورة طبيعية . ويعتقد أن هذه المعاملة أحدثت دنترة denaturation للبروتينات المسئولة عن حالة عدم التوافق فى مياسم الأزهار .

٧ – رفع درجة حرارة حبوب اللقاح :

أدى رفع درجة حرارة لقاح الفجل – قبل استخدامها فى التلقيح – إلى ٦٠°م لمدة ١٥ أو ٣٠ دقيقة إلى زيادة نسبة الثمار العاقدة ، وزيادة عدد البذور بالثمرة (Matsubara ١٩٨٤) .

٨ – زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون :

تمكن Nakanishi & Hinata (١٩٧٥) من زيادة نسبة البذور العاقدة بالتلقيح الذاتى فى سلالات الكرنب غير المتوافقة ذاتياً ؛ بزيادة نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون حول الأزهار ، بعد إجراء عملية التلقيح ؛ ففى إحدى سلالات الكرنب التى لايعقد بها – فى الظروف الطبيعية – أكثر من ٢ر٠ بذرة / زهرة .. أمكن دفعها إلى إنتاج ١٠ بذور / زهرة ؛ بزيادة تركيز الغاز إلى ٦ر٣ ٪ – ٩ر٥ ٪ لمدة خمس ساعات بعد التلقيح .

وفى سلالة أخرى على درجة أقل من عدم التوافق الذاتى .. كانت زيادة تركيز الغاز إلى ٤ر١ ٪ فقط – ولمدة أربع ساعات فقط – كافية لزيادة عقد البذور بها . وجدير بالذكر أن معاملة زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون أحدثت زيادة مماثلة فى عقد البذور فى حالة التلقيح البرعمى كذلك .

وقد نجح Taylor (١٩٨٢) فى تطبيق هذه الطريقة على نطاق واسع فى كل من : الكيل ، والكرنب بروكسل ؛ حيث قام برفع تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون إلى ٨ – ١٠ ٪ لمدة ٤ ساعات بعد التلقيح ، ولكنه ذكر أن ذلك التركيز كان مرتفعاً ، وأنه كان من الممكن تخفيضه إلى النصف دون أن تتأثر النتائج ، كما اقترح الاعتماد على الحشرات فى إجراء التلقيحات الذاتية .

٩ – معاملة مياسم الأزهار بمحلول كلوريد الصوديوم :

وجد Tao & Yang عام ١٩٨٦ أن رش أزهار الكرنب الصيني بمحلول ٣ ٪ كلوريد صوديوم – بعد نصف ساعة إلى ساعة من تلقيحها ذاتياً – أدى إلى التخلص من حالة عدم التوافق .

وأوضح Monteiro وآخرون (١٩٨٨) أن أفضل معاملة هي استعمال كلوريد الصوديوم بتركيز ٥ر١ ٪ قبل التلقيح بنحو ١٠ – ١٥ دقيقة ، مع إضافته إما بالاستعانة بماصة صغيرة ، وإما بواسطة قطعة قطن مبللة بالمحلول . أدت المعاملة إلى زيادة تثبيت حبوب اللقاح وإنباتها على المياسم ، مع تقليل تكوين الكالوز Callose بها؛ وبذا .. ارتفع عقد البذور إلى ٢ر٧ – ٢ر٨ بذرة / ثمرة .

١٠ – معاملة المياسم بمنظمات النمو والأحماض الأمينية والفيتامينات :

أفادت معاملة مياسم أزهار الفجل ببعض منظمات النمو (مثل نفثالين حامض الخليك)، وبعض الأحماض الأمينية (مثل حامضي الجلوتاميك والجليسين) ، وبعض الفيتامينات (مثل حامضي الفوليك والنيكوتينك) في زيادة نسبة عقد الثمار ، وعدد البذور / ثمرة ، لكن النتائج اختلفت باختلاف الأصناف (Matsubara ١٩٨٤) .

١١ – توليد جهد كهربائي بين أجزاء الزهرة :

تمكن Roggen وآخرون (١٩٧٢) من كسر حالة عدم التوافق الذاتي في كرنب بروكسل بتوليد جهد كهربائي قدره ١٠٠ فولت بين حبوب اللقاح والمياسم أثناء عملية التلقيح . وتتلخص هذه الطريقة في توصيل نهاية سلك نحاسي مغطى ، يبلغ قطره ٥ر٠ مم بالقطب السالب لبطارية ، بينما تدفع النهاية الأخرى للسلك في الحامل النوري بالقرب من الأزهار التي يرغب في تلقيحها ، ويوصل سلك نحاسي مماثل بالقطب الموجب ، ويثبت طرفه الآخر في ملقط تلقيح . وعند إجراء التلقيح .. تحرك قمة الملقط على متك ناضج ، إلى أن تعلق بها كمية كافية من حبوب اللقاح ، ثم تحرك قمة الملقط على مياسم الأزهار التي يراد تلقيحها ، مع الضغط على مفتاح تشغيل الجهاز بالقدم لمدة ثانية واحدة إلى ثانيتين أثناء عملية التلقيح .

وقد أمكن – باتباع هذه الطريقة – زيادة عدد البذور العاقدة إلى الضعف فى إحدى سلالات الكرنب الضعيفة فى حالة عدم التوافق ، وإلى ٣٠ ضعفاً فى سلالة أخرى قوية فى حالة عدم التوافق ، بينما لم تكن للمعاملة أية تأثيرات أخرى جانبية . وتتميز هذه الطريقة بإمكان تلقيح كل الأزهار المتفتحة .

وقد قارن Roggen & Van Dijk (١٩٧٣) الطريقة الكهربائية بطريقة التلقيح البرعمى فى كل من الكرنب وكرنب بروكسل ، ووجدا أن طريقة التلقيح البرعمى تعطى عددا أكبر من البذور / زهرة ، إلا أن عدد الأزهار العاقدة كان أقل فى حالة التلقيح البرعمى ؛ مما أدى إلى تساوى عدد البذور الكلية المتحصل عليها من عدد متساو من التلقيحات .

التربية الداخلية

تعتبر التربية الداخلية أمراً ضرورياً لإنتاج السلالات المرباة داخلياً inbred lines التى تستخدم فى إنتاج الهجن . ويستفاد من الطرق التى سبق شرحها – للتغلب على ظاهرة عدم التوافق الذاتى – عند إنتاج هذه السلالات . وتكون حالة عدم التوافق الذاتى أقوى ما يمكن فى الطرز البدائية من الصليبيات مثل الكيل ، بينما تكون أضعف ما يمكن – وتسمح بحدوث نسبة من التلقيح الذاتى الطبيعى – فى الطرز المتقدمة التى تَدَخَّل الإنسان لانتخابها مثل القنبيط ؛ وعليه .. يتفاوت تأثير التربية الداخلية باختلاف المحصول ؛ ففى الكيل .. يحدث نقص كبير فى قوة النمو بعد جيل واحد من التلقيح الذاتى ، بينما يكون تأثر القنبيط قليلاً بالتربية الداخلية ، خاصة فى الأصناف المتوافقة ذاتياً . ويعد النقص فى الخصوبة أكثر مظاهر النقص فى قوة النمو الذى يكون ملازماً للتربية الداخلية فى الصليبيات . ويبين جدول (٩–١) مدى تأثر مختلف المحاصيل الكرنبية Cole Crops بجيل واحد من التربية الداخلية (عن Watts ١٩٨٠) .

إنتاج الهجن التجارية

يعتمد إنتاج بذور الأصناف الهجين فى الصليبيات على ظاهرة عدم التوافق الذاتى .. وتستخدم لذلك سلالات مرباة تربية داخلية لمدة خمسة أجيال (أى يستخدم جيل التلقيح الذاتى الخامس S_5 الذى يكثر – بعد ذلك – بالتلقيح الاخوى sib pollination) . تزرع بذور سلالتى الآباء مخلوطة معاً – إن كانتا متساويتين فى القدرة على إنتاج البذرة

الهجين – أما إن كانت إحداهما أكثر إنتاجاً للبذور من الأخرى .. فإنها تزرع فى خطوط بالتبادل مع السلالة الأخرى بنسبة ٣ – ٤ :١ على التوالى ، مع حصاد البذرة الهجين من كليتهما .

جدول (٩–١) : تأثير جيل واحد من التربية الداخلية (التلقيح الذاتى) على مختلف المحاصيل الصليبية التى تتبع B. oleraca .

المحصول	عقد البذور الطبيعى (٪)	عقد البذور بعد جيل واحد من التلقيح الذاتى (٪ من العقد الطبيعى)	النقص فى قوة النمو (٪) بعد جيل واحد من التلقيح الذاتى
الكيل المعلاق	٣٤–٤٠	١١	٤٥
الكيل المجعد	٢٥–٢٧	٢٠	٣٠
كرنب أبو ركبة	٢٤–٢٦	١٢–١٨	١٧
كرنب بروكسل	١٨–٢٤	١١–٤١	٢١
البروكولى	٢١–٢٨	٩–١٠	٢٦
الكرنب	٢٤–٣١	٣–٢٢	١٠
قنبيط الشتاء	٢٠–٣٠	٥–٣٩	٢٩
قنبيط الخريف	٢٢–٣٤	١٢–٤٣	٢٤
قنبيط الصيف	٢٢–٣٢	١٩–٣٨	صفر

ومن أهم مشاكل إنتاج البذرة الهجين فى الصليبيات ما يلى :

١ – يكثر الاعتماد على السلالات التى تكون حالة عدم التوافق فيها ضعيفة ليسهل إكثارها ، ويزيد ذلك من فرصة حدوث تلقيح ذاتى لهذه السلالات فى حقول إنتاج البذرة الهجين .

٢ – تكون السلالات المرباة داخلياً ضعيفة النمو إلى درجة كبيرة ، وتكون قدرتها على إنتاج حبوب اللقاح والبويضات منخفضة بشكل واضح ؛ ويؤدى ذلك إلى نقص إنتاج البذرة الهجين .

٣ – غالبا ما تفضل الحشرات الملقحة – خاصة النحل – إحدى السلالات على الأخرى ،

وتستمر فى زيارة أزهارها دون الانتقال إلى السلالة الثانية . ويؤدى ترتيب خطوط سلالتى الآباء – طولياً ، أو عرضياً ، أو بالتبادل – إلى زيادة فرصة بقاء النحل على السلالات التى يفضلها ؛ لدرجة أن البذرة الهجين تنتج – فى حالات كهذه – من التلقيحات التى تحدث قدراً . وللتغلب على هذه المشكلة .. يفضل –دائماً – خلط بذور السلالتين معاً ، وزراعتها عشوائياً تماماً .

ومن عادة النحل – أيضاً – البقاء على النبات الواحد لفترة طويلة قبل الانتقال إلى نبات جديد ؛ وهو ما يعنى أن الأزهار التى يبدأ بزيارتها هى التى تتعرض للتلقيح الخلطى ، بينما تقل الفرصة بالنسبة لبقية أزهار النبات قبل انتقال الحشرة إلى نبات جديد ؛ ذلك لأن حبوب اللقاح التى تكون محمولة على جسم الحشرة عند انتقالها إلى نبات جديد هى التى تفيد فى التلقيح الخلطى ، وهى تفقد بعد زيارة عدد قليل من الأزهار .

٤ – تزداد فرصة حدوث التلقيح الذاتى عندما لاتتوافق سلالتا الآباء فى موعد الإزهار ، وتكون النباتات الناتجة من هذه البذور ضعيفة النمو ، صغيرة الحجم ؛ لأنها تمثل سلالات الآباء المرباة داخلياً .

ولأجل ذلك .. يجب اختبار عينة من البذرة " الهجين " ؛ لمعرفة نسبة البذور التى تكون ناتجة من التلقيح الذاتى ، وتستبعد – عادة – لوطات بذور الهجن التى تزيد فيها نسبة البذور الناتجة من التلقيح الذاتى على ٥٪ (عن Watts ١٩٨٠) .

هذا .. وتكثر الأصناف التجارية الهجين من الكرنب ، والقنبيط ، وكرنب بروكسل ، والبروكولى ، والكرنب الصينى . وبرغم إمكانية إنتاج الهجين فى محاصيل كاللفت .. إلا أن زراعتها لم تنتشر تجارياً ؛ إذ إن معظم الأصناف التجارية الناجحة منها – حالياً – هى أصناف تركيبية (McNaughton ١٩٧٦) .

وللتفاصيل الخاصة بتاريخ إنتاج الهجن فى الصليبيات .. يراجع Wallace & Nasrallah (١٩٦٨) ، وتلك الخاصة بكيفية الاستفادة من ظاهرة عدم التوافق الاسبوروفيتى فى إنتاج بذور الهجن .. يراجع حسن (١٩٩١) .

وقد بدأت – منذ سنوات قليلة – محاولات للاستفادة من ظاهرة العقم الذكرى فى إنتاج

هجن الصليبيات – خاصة الكرنب – وهو اتجاه آخذ فى الازدياد ؛ نظراً لصعوبة التعامل مع نظام عدم التوافق الاسبوروفيتى الموجود فى الصليبيات ، ولأن اختلاط البذرة الهجين ببذور ناتجة من التلقيح الذاتى يعد أمراً مستحيلاً فى حالة الاعتماد على العقم الذكرى فى إنتاج الهجن . ومع إنتاج السلالات العقيمة الذكر .. فإنه يكون من المرغوب فيه الانتخاب – كذلك – لصفة التوافق الذاتى .

حصاد واستخلاص البذور

تنضج قرون الكرنب بنفس الترتيب الذى تكونت به على النورة الراسيمية (غير المحدودة) . ويعتبر أنسب وقت لإجراء عملية الحصاد هو قبل جفاف القرون الأولى على النباتات بفترة قصيرة ؛ ففى تلك المرحلة يلاحظ اصفرار نسبة كبيرة من قرون النبات ، وتكون بذور معظم القرون قد وصلت إلى المرحلة المناسبة من النضج . ويعرف ذلك بعدم سحق البذور عند الضغط عليها بين الأصابع . يؤدى التبكير فى الحصاد عن هذه المرحلة إلى زيادة نسبة البذور غير التامة النضج ، بينما يؤدى التأخير فيه إلى تفتح القرون السفلى وانتثار بذورها .

يجرى الحصاد بقطع النباتات آليا أو يدويا . تترك النباتات بعد ذلك فى الحقل ليتخللها الهواء حتى تجف ، ويستغرق ذلك عادة من ١ – ٣ أسابيع حسب الظروف الجوية السائدة . تستكمل معظم القرون نضجها خلال هذه الفترة ، ولا يتبقى غير ناضج سوى نسبة ضئيلة من القرون الطرفية .

تستخلص البذور بعد ذلك بالدراس والتذرية ، ثم تنظف ، وتجفف حتى ينخفض محتواها الرطوبى إلى ٧٪ فقط قبل تخزينها .

الأمراض التى تنتقل عن طريق البذور

ينتقل عدد كبير من مسببات الأمراض التى تصيب الكرنب عن طريق البذور . ولا يقتصر الضرر الذى تحدثه هذه الأمراض على محصول البذور فقط ، بل يتعداه إلى الحقول التجارية التى تزرع ببذور بعد ذلك ؛ لذا .. تجب العناية التامة بمكافحتها ؛ وهى (عن George ١٩٨٥) كما يلى :

المسبب	المرض
Alternaria brassicae	تبقع الأوراق الرمادى Grey leaf spot
Alternaria brassicicola (syns. A oleracea , A. circinans)	التبقع الأسود Black spot, wirestem
Ascochyta oleracea	تبقع الأوراق Leaf spot
Leptosphaeria maculans	العفن الجاف أو الأسود Dry rot, black leg, black rot
Mycosphaerella brassicicola (syns. Asteromella brassicae, Phyilosticta brassiciola)	التبقع الحلقى الأسود Black ring spot
Plasmodiophora brassicae	تدرن الجذور Club root
Pseudocercosporella capsellae	تبقع الأوراق الأبيض White leaf spot
Rhizoctonia solani	رايزوكتونيا Rhizoctonia
Sclerotinia sclerotiorum	العفن الطرى المائى Watery soft rot
Pseudomonas maculicola	تبقع الأوراق البكتيرى Bacterial leaf spot
Xanthomonas campestris	العفن الأسود Black rot

محصول البذور

يتراوح محصول البذور من ٢٠٠ – ٤٠٠ كجم للفدان ، بينما يصل المحصول الجيد إلى حوالى ٦٠٠ كجم للفدان .

القنبيط

ينتمى القنبيط Cauliflower إلى العائلة الصليبية ، ويعرف – طبيا – باسم Brassica oleracea var. botrytis .

الوصف النباتى

القنبيط نبات عشبى ، يكون حوليا فى بعض الأصناف ، وذا حولين فى أصناف أخرى . ويمر المحصول – كغيره من الخضر الصليبية الأخرى – بموسمين ، أو مرحلتين للنمو ، يكون النمو فيهما خضريا فى موسم النمو الأول ، وزهريا فى موسم النمو الثانى .

الجذور

يقطع الجذر الرئيسى لنبات القنبيط عادة عند الشتل ، وتنمو بدلا منه شبكة كثيفة من الجذور الجانبية الكثيرة التفريع المتعمقة فى التربة . ويعد المجموع الجذرى للقنبيط أشد كثافة مما فى الكرنب .

الساق

تكون ساق النبات قصيرة فى موسم النمو الأول ، وتحمل الأوراق متزاحمة، وتنتهى بالقرص curd ، أو الرأس head ، وهى جزء من الساق ذات سلاميات قصيرة لحمية مزنحمة .

وعندما يكون قرص القنبيط فى أفضل مراحل تكوينه للاستهلاك .. فإنه يكون عبارة عن كتلة من أفرع كثيفة متضخمة مع نهاياتها الميرستيمية .

وقد أوضح Rosa منذ عام ١٩٢٨ (عن Hawthorn & Pollard ١٩٥٤) أن القرص لا يوجد به – فى هذه المرحلة – أى أثر للأزهار ، أو البراعم الزهرية ، أو حتى مبادئ الأزهار . هذا .. بينما ذكر Watts (١٩٨٠) أن القرص عبارة عن قمة نامية ضخمة ، غير محمية لبراعم زهرية فى أولى مراحل التكوين ، وذكر George (١٩٨٥) أن القرص يتكون من عديد من الحوامل النورية المتفرعة ، والمنضغطة التى تحتوى على آلاف الأنسجة الميرستيمية قبل الزهرية Pre-floral meristems .

وأيا كان تركيب القرص .. فالثابت أنه ليس زهريا ؛ لأنه لا يحتوى على أزهار أو براعم زهرية . وهو لا يتفتح إلى أزهار مباشرة ، بل تنمو نحو ٢٠٪ من تفرعاته ، وتستطيل حاملة الأزهار ، وتصبح شماريخ زهرية ، بينما تبقى تفرعاته الأخرى قصيرة ولاتحمل أزهارا . وإذا أتلفت القمة النامية للنبات فى أية مرحلة من نموه .. فإنه لايعطى قرصا ، وإذا قطع القرص فى أية مرحلة من تكوينه .. فإن النبات لاينتج أزهارا إلاّ بمعاملات خاصة .

الأوراق

تكون الأوراق الأولى لنبات القنبيط محققة ، أما الأوراق التالية لها فتكون جالسة ، وهى

أطول وأضيق من أوراق الكرنب ، وتستمر فى النمو إلى مستوى أعلى من مستوى القرص . تميل الأوراق الداخلية القصيرة للانحناء نحو الداخل ، ويفيد ذلك فى حماية القرص من التعرض لأشعة الشمس .

الأزهار والثمار والبذور

يتشابه تركيب زهرة القنبيط مع زهرة الكرنب . تحمل الأزهار على شماريخ زهرية أقصر مما فى الكرنب ، وتأخذ النورة – وهى غير محدودة – شكل المظلة ؛ نظرا لعدم وجود محور رئيسى بها . يتراوح طول النورة عادة من ٦٠ – ٧٥ سم . وينتج النبات الواحد من ٥٠٠٠ – ٨٠٠٠ زهرة على مدى ١٠ – ١٤ يوما ، وهى فترة تقل كثيرا عن مثيلتها فى الكرنب . الثمرة خردلة تتشابه فى تركيبها مع ثمرة الكرنب . البذور صغيرة لونها بنى قاتم ، وتشبه بذرة الكرنب .

إنتاج البذور

يراعى عند إنتاج بذور القنبيط توفير مسافة عزل مناسبة . وقد سبقت مناقشة هذا الموضوع تحت الكرنب . تشتل النباتات لأجل إنتاج البذور فى شهر أغسطس ، وأوائل شهر سبتمبر ، ويمتنى بالحقول كما فى حالة الإنتاج التجارى للقنبيط (يراجع لذلك حسن ١٩٩٠ ، و ١٩٩٤) . وتجرى عملية التخلص من النباتات غير المرغوب فيها فى موعدين كما يلى :

١ – المرة الأولى ، وتكون قبل الموعد الطبيعى لتكوين الأقراص ، ويتم أثناءها التخلص من النباتات التى كونت أزرارا ، ومن النباتات المخالفة فى وضع الأوراق ، وعددها ، وشكلها ، ودرجة تجعدها .

٢ – المرة الثانية تكون فى الموعد الطبيعى لتكوين الأقراص ، ويتم أثناءها التخلص من النباتات المخالفة فى لون القرص وشكله ، والنباتات ذات الأقراص المحببة ، وغير المندمجة ، والتى لاتتوفر لها حماية كافية بالأوراق (George ١٩٨٥) .

تترك النباتات المتبقية – بعد ذلك – فى مكانها بالحقل لحين إزهارها وإنتاج البذور ، مع تجنب الرى بالرش ابتداء من مرحلة الإزهار . وقد يتطلب الأمر خف بعض الحوامل النورية

لشدة كثافتها . تنضج البذور – عادة – فى شهرى : أبريل ، ومايو . تقطع النباتات عندما يتلون ٦٠ – ٧٠ ٪ من قرونها باللون البنى ، ثم تترك معرضة للشمس لمدة ٤ – ٥ أيام ، ثم تقلب وتترك لمدة ٤ – ٥ أيام أخرى ، ثم تستخلص البذور بعد ذلك بالدراس ، والتذرية . وتجفف البذور حتى تصل رطوبتها إلى ٧ ٪ قبل تخزينها . ويتراوح محصول الفدان من ١٠٠ – ٢٠٠ كجم من البذور (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤ ، ومرسى والمربع ١٩٦٠).

وتنتج بذور أصناف القنبيط الهجين بنفس الطريقة التى سبق بيانها تحت الكرنب .