ينتقلان بواسطة المن – مما يؤكد صلة الجين Vat بالمقاومة للنقل الحشرى للفيروسات .

١١ – التربية لمقاومة خنافس الخيار

وجد Chambliss &Cuthbert (١٩٦٨) مقاومة حشرة خنفساء الخيار المخططة Diabrotica balteata فى عدة سلالات من القاوون وعدة أصناف منها : Eden Gem ، وFlorida 67 ، و Florida 84 ، و Golden Gate ، و Hale's Best ، و Perfected Per-fecto ، و Rio Gold 65 ، و Sierra Gold .

ويذكر أن مقاومة خنافس الخيار (ثلاثة أنواع من الخنافس) يتحكم فيها جين واحد متنح يأخذ الرمز cb . يتفاعل هذا الجين مع الجين Bi المسئول عن المرارة فى النموات الخضرية ؛ بحيث يكون التركيب الوراثى bi bi cb cb أكثر مقاومة للخنافس (Nugent وآخرون ١٩٨٤) .

وكان Sharma & Hall (١٩٧١) قد وجدا علاقة إيجابية بين تغذية حشرة خنفساء الخيار المبقعة وبين محتوى ١٨ صنفاً وسلالة – من خمسة أجناس من القرعيات – من عدة مكونات هى : الكيوكربتسينات ، والسكريات ، وحامض البالمتك ، وحامض اللينولينك .. وكانت الكيوكربتسينات (وهى المركبات المسئولة عن المرارة) أهمها فى هذا الشأن ، حيث أمكن جعل الأصناف غير المفضلة لتغذية الحشرة مفضلة لها بمعاملتها بهذه المركبات .

ولمزيد من التفصيل عن وراثة وتربية القاوون .. يراجع Whitaker & Jagger (١٩٣٧)، و Robinson & Whitaker (١٩٧٤) ، و Whitaker & Bemis (١٩٧٦) ، و Robinson وآخرون (١٩٧٦) ، و Pitrat وآخرون (١٩٩٠) .

تربية الخيار

يعتبر الخيار من محاصيل الخضر الهامة التابعة للعائلة القرعية ، ويسمى بالإنجليزية Cucumber ، أما اسمه العلمى فهو Cucumis sativus var. sativus .

الموطن وتاريخ الزراعة

من المعتقد أن موطن الخيار فى شمالى الهند ؛ حيث ينمو هناك الصنف النباتى

C. sativus var. hardwickii الذى يعتقد أنه الأصل البرى للخيار المزروع .

ومن الجدير بالذكر أن الخيار يحتوى على سبعة أوزاج من الكروموسومات ؛ وهو بذلك يختلف جذرياً عن الأنواع الأخرى التابعة للجنس Cucumis التى تحتوى على ١٢ زوجاً من الكروموسومات ، والتى يعتقد أن موطنها فى أفريقيا الاستوائية .

ولقد عرف الخيار فى عصر قدماء المصريين (الأسرة الثانية عشرة) ، كما كان معروفاً لدى اليونانيين والرومان ، وأدخل إلى الصين قبل القرن السادس الميلادى ، وزرع على نطاق واسع فى أوروبا قبل أن ينتقل إلى أمريكا بعد اكتشافها (Pursegovlve ١٩٧٤) .

السيتولوجى والانواع البرية والقريبة والهجن النوعية

إن الخيار أحد أنواع الجنس Cucumis الذى ينتمى إليه القاوون كذلك ؛ ولذا .. فإن مناقشة هذا الموضوع لا يمكن أن تكون بمعزل عن القاوون ، وهو ماسبق أن أوردناه .

يعتبر الخيار أقل القرعيات المزروعة فى عدد الكروموسومات ، وفيه ٢ن = ٢س = ١٤ كروموسوماً . وتظهر - أحياناً - نباتات أحادية من الخيار . ويسهل تعرف البنور التى تحتوى على أجنة أحادية باختبار الطفو على الماء ؛ لأنها تكون ضمن البنور الطافية (Robinson & Whitaker ١٩٧٤) .

يعتبر الصنف النباتى C. sativus var. hardwickii أقرب الطرز البرية إلى الخيار . ينمو هذا الصنف النباتى فى جبال الهيمالايا ، وتتميز نباتاته بأنها أكبر وأكثر تفرعاً من الخيار . فبينما تتكون الفروع الأولية (التى تخرج من الساق الرئيسية) والثانوية (التى تخرج من الفروع الأولية) وفروع المستوى الثالث (التى تخرج من الفروع الثانوية) بشكل روتينى فى الصنف النباتى hardwickii .. فإن الخيار لا يتكون به سوى عدد قليل من الفروع الأولية . وثمار هذا الصنف النباتى صغيرة ، بيضية الشكل ، وشديدة المرارة ، وتبرز منها أشواك قليلة حادة . وعلى خلاف الخيار .. فإن نمو أول الثمار البذرية (أى التى تنمو فيها البنور لتكمل نضجها) فى الصنف النباتى hardwickii لا يمنع تكوين ثمار أخرى ؛ ولذا .. فإن هذا الصنف النباتى يمكن أن يحمل - فى المتوسط - نحو ٨٠ ثمرة بكل نبات فى ظروف النهار القصير .

يعتقد أن الصنف النباتى hardwickii هو الأصل البرى للخيار كما أسلفنا ، وهما يُلقّحان معاً بسهولة تامة ، والجيل الأول بينهما قوى النمو ، وكامل الخصوبة (عن Delaney & Lower ١٩٨٧) .

ومن المعروف أن الخيار ، والقاوون ، والنوعين البريين C. metuliferus ، و C. zeyheri لا يلقح بعضها بعضاً ، إلا أن Custers & Den Nijs (١٩٨٦) وجدا اختلافات وراثية بين نباتات النوع C. zeyheri فى القدرة على التلقيح بنجاح مع كل من النوعين : C. metuliferus ، و C. sativus .

أساسيات التداول لأغراض التربية

أولاً : الإزهار والتلقيح

تحمل معظم أصناف الخيار أزهاراً مذكرة وأزهاراً مؤنثة ؛ أى إنها تكون وحيدة الجنس وحيدة المسكن : monoecius . إلا أنه توجد أصناف قليلة تحمل أزهاراً مذكرة وأزهاراً خنثى على نفس النبات – أى تكون andromonoecious – وأصناف أخرى كثيرة تحمل أزهاراً مؤنثة فقط ، وتعرف بأنها gynoecious مثل معظم أصناف الزراعات المحمية .

تحمل الأزهار المؤنثة مفردة عادة فى آباط الأوراق ، ولو أنه قد تتكون أحيانا زهرتان مؤنثتان أو أكثر فى إبط الورقة الواحدة . أما الأزهار المذكرة .. فتحمل غالباً فى عناقيد من خمس أزهار فى آباط الأوراق الأخرى ، وتكون الزهرة المؤنثة سفلية ؛ حيث يظهر المبيض بوضوح أسفل الكأس والتويج .

ويتكون الكأس من خمس سبلات ، ويتكون التويج من خمس بتلات صفراء ، وتكون الأسدية فيها أثرية ، أما المتاع .. فيتكون من مبيض به ٤ –٥ مساكن ، وقلم قصير سميك. وتوجد بكل مسكن عدة صفوف طولية من البويضات . والأزهار المذكرة ذات عنق طويل ، وتتشابه مع الأزهار المؤنثة فى الكأس والتويج ، وتختلف عنها فى احتوائها على محيط من ثلاث أسدية ، تحتوى إحداها على متك واحد ، وتحتوى كل من السداتين الباقيتين على متكين ، كما لا تحتوى الزهرة المذكرة على متاع (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤) .

يكون ميسم الزهرة مستعداً لاستقبال حبوب اللقاح طول اليوم الذى تتفتح فيه الزهرة ،

ولكن ينتهى التلقيح - غالباً - قبل الثالثة عصراً ، وأنسب وقت هو فى الصباح الباكر . وتبلغ نسبة التلقيح الخلطى فى الخيار من ٦٥ - ٧٠ ٪ ، وهو يتم بواسطة الحشرات . ويعتبر نحل العسل من أهم الحشرات الملقحة ، وهو يزور الأزهار لجمع الرحيق وحبوب اللقاح ، ابتداء من الساعة الثامنة صباحاً إلى منتصف النهار ، وقد تمتد زيادة النحل للأزهار حتى بعد الظهر فى الجو البارد .

يجب أن تصل عدة مئات من حبوب اللقاح إلى كل زهرة حتى يحدث إخصاب كامل ، ويتطلب العقد الجيد أن يزور النحل كل زهرة ٨ - ١٠ مرات . ويزيد عدد البذور فى الثمرة مع زيادة عدد زيارات النحل حتى ٤٠ - ٥٠ زيارة لكل زهرة (McGregor ١٩٧٦) .

ثانياً : الثمار والبذور

يكون لون الثمار أخضر قبل النضج ، ثم يتحول إلى أبيض مصفر ، أو بنى بعد النضج. تبدو مساكن المبيض فى القطاع العرضى كمثلث ، وتمتلىء المساكن بالبذور والمشيمة ، وتوجد طبقة سميكة نسبياً من اللب الأبيض المخضر بين المشيمة وجلد الثمرة . وتوجد على الثمار أشواك صغيرة (spines) ، تكون غالباً بيضاء اللون فى الأصناف التى تؤكل طازجة ، وسوداء فى أصناف التخليل pickling varieties ، ثم يتغير لون هذه الأشواك عند النضج إلى اللون الأبيض المصفر وإلى الأصفر الذهبى أو البرتقالى أو البنى فى مجموعتى الأصناف على التوالى وقد تكون الأشواك غير ظاهرة فى بعض الأصناف .

تحتوى الثمرة الواحدة على ٤٠٠ - ٦٠٠ بذرة . البذرة الناضجة منضغطة وبيضاوية ذات أطراف مدببة ، وسطحها ناعم ، ولونها كريمى ، وغلاف البذرة سميك ، ويحتوى بداخله على الإندوسبرم والجنين ، وتشغل الفلقتان معظم حجم البذرة .

ثالثاً : طرق إجراء التلقيح الذاتى والخلطى

لاتختلف طريقة إجراء التلقيحات اليدوية الذاتية أو الخلطية فى الخيار عما سبق بيانه بالنسبة للبطيخ ، مع مراعاة مايلى :

١ - بدء التلقيحات عند ظهور أول زهرة مؤنثة على النبات ، بدلاً من الانتظار إلى أن يصبح النبات فى حالة إزهار تام .

٢ – بدء التلقيحات فى الصباح ، وعدم إجراء تلقيحات بعد الظهر إلا لاستكمال عمل بدأ فى الصباح .

٣ – التنبه إلى أن حبوب اللقاح لا تنتشر فى درجة حرارة تقل عن ١٧°م ، وأن أنسب مدى حرارى لانتشارها هو من ١٨ – ٢١°م .

وقد ذكر Munger (١٩٨٨) أن زهرة الخيار المؤنثة تبقى مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح خلال فترة الصباح إلى منتصف النهار فى المناطق الباردة ، وتمتد الفترة إلى وقت متأخر بعد الظهر فى المناطق الحارة (كما فى الفليبين) ، وإلى مابعد ظهر اليوم التالى لتفتح الزهرة فى البيوت المحمية المدفأة (كما فى إثيكا – نيويورك) .

رابعاً : إنتاج الهجن التجارية

تنتج أصناف الخيار الهجين بتلقيح السلالات المرباة داخلياً المتآلفة معاً . وبرغم أن سلالات الخيار المرباة داخلياً لا تعانى أى ضعف فى قوة النمو ، إلا أن قوة الهجين تظهر فى الهجن بدرجة عالية (Robinson & Whitaker ١٩٧٤) . ويعرف خمسة جينات للعقم الذكرى فى الخيار ، هى : الجين ms-1 الذى يقلل – أيضاً – من خصوبة أعضاء التأنيث . والجين ms-2 الذى يقتصر تأثيره على العقم الذكرى ، والجين cl الذى يؤدى إلى غلق الأزهارسواء أكانت مذكرة أم مؤنثة ، والجين ap (apetalous) الذى يحول الأسدية إلى تراكيب تشبه السبلات ، والجين gi (ginko leaf) الذى يحدث عقماً ذكرياً أيضاً . وبرغم ذلك .. فإن أياً من هذه الجينات لا يستفاد منها فى إنتاج بذور الهجن التجارية ، وهى العملية التى تعتمد – أساساً على ظاهرة انفصال الجنس (Pierce & Wehner ١٩٩٠) .

ويستفاد وعند إنتاج هجن الخيار من ظاهرة انفصال الجنس كمايلى :

١ – عندما تكون الأمهات وحيدة الجنس وحيدة السكن monoecious :

تنتج الهجن فى هذه الحالة بالتلقيح اليدوى ؛ حيث تنقل حبوب اللقاح من الأزهار المذكرة لسلالات الآباء إلى مياسم الأزهار المؤنثة لسلالات الأمهات ، مع انتفاء الحاجة إلى عملية الخصى ؛ لوجود الأزهار المذكرة منفصلة عن الأزهار المؤنثة ، ولكن الاحتياطات اللازمة تتخذ – قبل التلقيح وبعده – لمنع وصول حبوب لقاح غير مرغوبة إلى الأزهار الملقحة .

٢ – عندما تكون الأمهات أنثوية الأزهار فقط gynocious :

تستخدم الأمهات الأنثوية فى إنتاج أكثر هجن الخيار فى الوقت الحاضر ؛ لسببين ؛ هما :

أ – السهولة البالغة لإنتاج الهجن عند الاعتماد على هذه الظاهرة ؛ مما جعل إنتاج الهجن التجارية أمراً اقتصادياً .

ب – لأن صفة الأنوثة (أى حمل النبات لأزهار مؤنثة فقط) صفة سائدة تظهر فى الجيل الأول الهجين ؛ وبذا .. يكثر إنتاجه من الثمار ، ويزيد محصوله تبعاً لذلك .

يستخدم فى هذه الحالة سلالات وحيدة الجنس وحيدة المسكن كآباء لتلقيح سلالات الأمهات الأنثوية . ويكون فى حقل إنتاج بذور الهجن خط من الأب مقابل كل أربعة خطوط من الأم ، ويجب أن يبعد حقل إنتاج البذور عن أى حقل آخر مزروع بالخيار بمسافة لا تقل عن كيلو متر . يراعى توافق موعد الإزهار بين سلالتى الأب والأم ، ويترك الحقل للتلقيح الطبيعى . ويحسن قلب خطوط سلالة الأب فى التربة قبل حصاد ثمار الهجن التى تكون محمولة على نباتات السلالة الأم . يبلغ محصول البذور الهجين – عند إنتاجها بهذه الطريقة – حوالى ١٢٥ – ١٥٠ كجم / فدان (George ١٩٨٥) .

وتتباين السلالات المؤنثة فى مدى أنوثتها ؛ ومن ثم فى مدى ظهور هذه الصفة فى الهجن . وبذا .. فإن سلالات الأمهات والهجن ربما لا تكون كاملة الأنوثة ، وإنما تظهر بها بعض الأزهار المذكرة ؛ أى تكون وحيدة الجنس وحيدة المسكن ، ولكن بنسبة منخفضة من الأزهار المذكرة . ولاتعد هذه الحالة أمراً مرغوباً فى سلالات الأمهات ، أو فى الهجن التجارية ، خاصة فى هجن التصنيع التى تحصد آلياً . وقد أوضحت دراسات More & Munger (١٩٨٦) أن ثبات حالة الأنوثة فى الجيل الأول صفة ذات سيادة غير تامة .

وللتأكد من عدم ظهور أية أزهار مذكرة على نباتات سلالات الأمهات .. يلزم رشها مرتين بالإثيفون ؛ بتركيز ٢٥٠ جزءاً فى المليون . تكون الرشة الأولى فى مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الأولى ، والرشة الثانية فى مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الخامسة . كما يلزم المرور

على نباتات الأمهات لفحصها وإزالة أية أزهار مذكرة قد تظهر عليها يدوياً . وطبيعى أن هذه العملية لا تفيد فى التخلص من الأزهار المذكرة فى الهجن ذاتها .

وقد وجد أن استعمال سلالات آباء ذكرية (أى تحمل أزهاراً مذكرة فقط) androecious يؤدى إلى زيادة نسبة الأزهار المؤنثة فى الهجن . كما أدى استعمال سلالات آباء خنثى (أى تحمل أزهاراً كاملة فقط) hermaphrododitic إلى إنتاج هجن عالية المحصول، ومتجانسة فى موعد الإزهار وفى صفات الثمار .

ويذكر Pike & Mulkey (١٩٧١ ، ١٩٧١ أ) أن التهجين بين سلالة الخيار الخنثى TAMU 950 والسلالات المؤنثة أنتج هجناً كاملة الأنوثة . كذلك حاول البعض إنتاج هجن أنثوية بتلقيح سلالات أنثوية gynoecious مع بعضها البعض ، بعد تحفيز سلالات الآباء على تكوين أزهار مذكرة بمعاملة نمواتها الخضرية بنترات الفضة ، أو بمركب أمينو إيثوكسى فنيل جليسين aminoethoxyvinylglycine ، إلا أن ضعف إنتاجية حبوب اللقاح ظل عاملاً غير مساعد على إنتاج الهجن بهذه الطريقة .

وقد حدا ذلك بـ Staub وآخرين (١٩٨٦) إلى استخدام آباء تحمل أزهاراً مذكرة وأزهاراً خنثى andromonoecious . وبمقارنة هذه الآباء بآباء أخرى خنثى gynoecious ذات أصول وراثية متشابهة near isogenic lines .. عوملت نباتاتها بنترات الفضة لتحفيزها على إنتاج حبوب اللقاح .. لم يجد الباحثون فروقاً معنوية بين الهجن الناتجة من أى من طرازى سلالات الآباء فى الحالة الجنسية ، أو المحصول ، أو شكل الثمرة ، أو العيوب ، أو خاصية الصلاحية للتخليل .

وسواء أستخدمت السلالات الأنثوية كآباء أم كأمهات .. فإنه يلزم دفعها إلى تكوين أزهار مذكرة ؛ ليمكن استعمالها كآباء ، وليمكن إكثارها جنسياً بحالة أصلية . وقد كانت الطريقة المتبعة لتحقيق ذلك هو رشها مرتين أو ثلاث مرات بالجيريللين بتركيز ١٥٠٠ جزء فى المليون ، مع إعطاء أول رشة عند بداية ظهور الورقة الحقيقية الأولى ، والرشات التالية على فترات أسبوعية بعد ذلك ، أو الرش ثلاث مرات بالـ $GA_{4/7}$ بتركيز ٥٠ جزءاً فى المليون ، ابتداء من مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية ، ثم كل أسبوعين بعد ذلك ، لكن سلالات الخيار تختلف فى مدى استجابتها لهذه المعاملات .

وقد وجدت مركبات أخرى أكثر فاعلية من الجبريللين فى هذا الشأن ؛ مثل نترات الفضة ، وأمينو إيثوكسى فنيل جليسين ، علماً بأن لموعد المعاملة بأى من هذين المركبين والتركيز المستعمل أهمية كبيرة فى تحديد العقدة التى يبدأ عندها التحول من إنتاج الأزهار المؤنثة إلى إنتاج الأزهار المذكرة . كما أن تأثير أيون الفضة (الذى يثبط - بشدة - فعل الإيثيلين) يتأثر بالضوء ، وتختلف السلالات فى استجابتها للمعاملة .

وقد وجد More & Munger (١٩٨٦) أن أكثر معاملات نترات الفضة تأثيراً كانت الرش بتركيز ٢٥٠ جزءاً فى المليون فى مرحلة الورقة الحقيقية الأولى . وأدى الرش مرة أخرى - فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية - إلى إنتاج أعلى نسبة من الأزهار المذكرة . كما أوضح Kasrawi (١٩٨٨) أن رش نباتات الخيار صنف ديالا - مرتين - بنترات الفضة ؛ بتركيز ٣٠٠ جزء فى المليون (كانت الرشة الأولى فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى ، والرشة الثانية بعد أسبوع من الأولى) .. أعطى أكبر عدد من الأزهار المذكرة . هذا .. وكان Hunsperger وآخرون (١٩٨٣) قد تمكنوا من تحويل سلالات الخيار الأنثوية إلى ذكرية ، برش النباتات ٣ - ٤ مرات بنترات الفضة بتركيز ٢٠٠ - ٤٠٠ جزء فى المليون ، مع إعطاء أو ل رشة فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى ، والرشات التالية كل أربعة أيام بعد ذلك .

خامساً : استخلاص البذور

تستخلص بذور الثمار الناتجة من التلقيحات فى برامج التربية يدوياً . أما بذور المربى ، وبذور الهجن التجارية .. فتستخلص من ثمارها آليا .

وقد صمم Wehner وآخرون (١٩٨٣) آلة لاستخلاص البذور على النطاق الضيق ، يمكنها استيعاب نحو ١٠٠ ثمرة فى الدقيقة ، وتستخدم فى عمليات إنتاج البذور التى تقل مساحتها عن هتكار.

سادساً : التضاعف

إن الخيار نبات ثنائى ، ولكن أمكن مضاعفة كروموسوماته بنقع البذور فى محلول الكولشيسين ؛ بتركيز ٥ر٠ - ٠ر١ ٪ لمدة ٦-٢٤ ساعة فى درجة حرارة ٢١°م . وقد

أحدث التضاعف التأثيرات التالية :

١ – انخفض المحصول إلى النصف .

٢ – انخفضت خصوبة النباتات إلى الخمس ، وذلك من واقع مقارنة عدد البذور المكتملة الحيوية بالثمار .

هذا .. بينما لم يؤثر التضاعف فى طعم الثمار بأية درجة ملحوظة (Smith & Lower ١٩٤٣) .

سابعاً:استخدام مزارع البروتوبلازم فى إنتاج الهجن النوعية الصعبة

أجرى Tang & Punja (١٩٨٩) دراسات على زراعة ودمج بروتوبلازم الخيار مع السلالة P.I. 292190 من C. metuliferus ، وهى سلالة مقاومة لكل من نيماتودا تعقد الجذور ، وفيرس موزيك الزوكينى الأصفر ، وفيرس موزيك البطيخ رقم ١ .

وراثة الصفات البستانية والتربية لتحسين المحصول وصفات الجودة

أولاً : الصفات التى تجعل نبات الخيار مناسباً للدراسات الوراثية

يتميز نبات الخيار بعديد من الصفات التى تجعله مناسباً للدراسات الوراثية ، وهى كمايلى :

١ – يحتوى نبات الخيار على أقل عدد من الكروموسومات بين جميع أنواع القرعيات المزروعة ؛ الأمر الذى يسهل دراسات الارتباط .

٢ – يمكن الحصول على مستويات مختلفة من التضاعف .

٣ – دورة حياة النبات قصيرة ، ويمكن زراعة ثلاثة أجيال سنوياً .

٤ – تسهل زراعة النبات وإنتاجه فى الحقل والصوبة ، ويمكن إكثاره جنسياً وخضرياً .

٥ – يزهر النبات على مدى فترة زمنية طويلة نسبياً ؛ مما يسمح بإجراء التلقيحات بين النباتات التى تتفاوت فى موعد الإزهار .

٦ – الأزهار كبيرة نسبياً ، ويمكن تلقيحها بسهولة ، ولا يلزم إجراء عملية الخصى فى معظم الأصناف ، إذ إنها وحيدة الجنس وحيدة المسكن .

٧ – يمكن إجراء عدد من التلقيحات وإنتاج عدة ثمار بكل نبات ، والعقد جيد ، وتحتوى

كل ثمرة على عدد كبير من البذور التى يسهل استخراجها .

٨ – تنتج السلالات المرباة داخلياً دون مشاكل .

٩ – لا توجد ظاهرة عدم التوافق .

١٠ – تحتفظ البذور بحيويتها لفترات طويلة نسبياً ، ولا تمر بفترة راحة قبل إنباتها (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦) .

ثانياً : طفرات البادرات والجينات المعلمة

تحدث الطفرات التى يكون بها نقص فى الكلوروفيل بصورة تلقائية ، ومعظمها طفرات بسيطة متنحية . ويكون بعض هذه الطفرات مميتاً مثل طفرة الأوراق الفلقية الذهبية gold-en cotyledon (gc) ، والطفرة المميتة المتنحية pale lethal (pl) ، وطفرة نقص الكلوروفيل chlorophyl deficient (cd) .. إلا أن طفرات أخرى كثيرة يتكون بها ما يكفى من الكلوروفيل ليقائها حية ؛ مثل طفرات الأوراق الذهبية golden leaves (g) ، والأوراق الفلقية الصفراء yellow cotyledons (yc-1 ، و yc-2) ، والنبات الأصفر yellow plant (yp) . أما الطفرة الحساسة للضوء light sensitve (ls) .. فإنها تموت إذا عرضت لأشعة الشمس المباشرة لمدة أسبوع واحد فى أى عمر ، ولكنها تبقى حية إذا كان تعرضها للضوء بشكل غير مباشر . وقد حصل Whelan (١٩٧٢) على هذه الطفرة بعد تعريض بذور الخيار لجرعة مقدارها ١٦٠٠٠ راد من أشعة جاماً ، وهى ذات تأثير متعدد . فإلى جانب حساسيتها لضوء الشمس المباشر.. فإن الأوراق الفلقية تكون صغيرة وباهتة اللون ، والنباتات بطيئة النمو وقصيرة ، وسلامياتها قصيرة ، وأعناق الأوراق قصيرة ، والأوراق والأزهار والثمار صغيرة .

وتوجد طفرات أخرى تظهر بوضوح فى طور البادرة كذلك ، وتصلح لأن تكون مُعلِّمات وراثية genetic markers ؛ ومن أمثلتها مايلى :

١ – طفرات قوية النمو وكاملة الخصوبة ؛ مثل طفرتى الأوراق الملساء glabrous (gl) ، و glabrate (glb) ، وطفرة الأوراق المجعدة crinkled feaf (cr) .

٢ – طفرات خصبة نسبياً ؛ مثل الأوراق الفلقية الملتفة إلى الوراء revolute cotyle-don (rc) .

٣ – طفرات عقيمة – نسبياً – مثل : طفرة الورقة الفلقية المتقزمة stumted cotyledon (sc) ، وطفرة الورقة المروحية ginko leaf (gi) .

ثالثاً : صفات النبات

١ – طبيعة النمو :

يتحكم فى صفة النمو المحدود جين واحد متنح ، يأخذ الرمز de ؛ نسبة إلى الصفة determinate ، وإن كان البعض يعتقد أن هذا الجين نو سيادة غير تامة . ويتأثر فعل الجين بجين آخر محور هو In - de .

ويوجد جين آخر متنح يجعل النبات خالياً من القمة لدى تعرضه لصدمة حرارية temper-ature shock ، ويأخذ هذا الجين الرمز bl نسبة إلى الوصف الذى يتميز به هذا النبات وهو " blind " . ويمنع تكوين المحاليق tendrils جين واحد متنح يأخذ الرمز td ، له تأثيرات أخرى فى تركيب الثمرة والورقة .

وبالنسبة لطول النبات .. فإن الجين السائد T يتحكم في صفة النبات الطويل tall ، ويتحكم الجين المتنحى cp فى صفة النمو المندمج compact ، والجين المتنحى dw فى صفة النمو المتقزم dwarf . ويؤدى كل من الجينين الأخيرين إلى تقصير سلاميات النبات .

وجدير بالذكر أن النباتات المندمجة cp cp تكون شديدة التقزم ، ولا يزيد حجم بذورها على ثلث حجم بذور النباتات التى تحمل الأليل السائد Cp .

كما أن الجين de الخاص بالنمو المحدود يؤثر فى طول السلاميات ، ولكنه لا يؤثر فى عددها (Kauffman & Lower ١٩٧٦) . أما الجين in-de .. فيؤدى وجوده بحالة متنحية أصيلة مع الجين de إلى جعل النباتات متقزمة ، وكثيرة الأوراق (George ١٩٧٠) . ولجميع هذه الجينات أهمية خاصة عند التربية للصلاحية للحصاد الآلى .

٢ – حالة الجنس :

تتوفر فى الخيار جميع حالات الجنس ، وهى إنتاج أزهار مذكرة وأزهار مؤنثة على نفس النبات (وحيدة الجنس وحيدة المسكن monoecious) ، وإنتاج أزهار مؤنثة فقط

(أنثوية gynoecious) ، وإنتاج أزهار مؤنثة وأزهار كاملة (gynomonoecious) ، وإنتاج أزهار مذكرة وأزهار كاملة (andromonoecious) ، وإنتاج أزهار كاملة فقط (hermaphroditic) ، وإنتاج أزهار مذكرة وأزهار مؤنثة وأزهار كاملة (trimonoecious) ، وإنتاج أزهار مذكرة فقط (androecious) .

يتحكم فى صفة إنتاج الأزهار المؤنثة (حالة الـ gynoecious) جين واحد سائد يأخذ الرمز F ، ولكن فعل هذا الجين يتأثر – بشدة – بالجينات المحورة وبالعوامل البيئية . ولا يشترط أن تكون النباتات الحاملة لهذا الجين كاملة الأنوثة ؛ فقد تكون وحيدة الجنس وحيدة المسكن أو خنثى كذلك ، ويتوقف ذلك على الجينات الأخرى التى تتفاعل مع الجين F ، والخلفية الوراثية للسلالة ، والظروف البيئية . ولكن السلالات الحاملة لهذا الجين السائد تكون فيها نسبة الأزهار المؤنثة أعلى منها فى السلالات ذات الأصول الوراثية المشابهة isogenic lines التى تحمل الأليل المتنحى f . ومن الجينات المؤثرة فى صفة الأنوثة الجين In-F الذى يزيد intensifies حالة الأنوثة (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦) .

وقد وجد Kubicki أن صفة الذكورة (أى إنتاج أزهار مذكرة فقط androecious) يتحكم فيها عامل وراثى متنح أعطى الرمز a ، بينما تكون النباتات الحاملة للجين السائد A وحيدة الجنس وحيدة المسكن .

ويذكر أن حالة الجنس فى الخيار يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية ؛ هما : M ، و F . وبينما يحدد الجين M وأليله m كون الزهرة مؤنثة (M-) أم كاملة (mm) .. فإن الجين F وأليلة f يحددان عدد العقد فيما إذا كان النبات خالياً تماماً من أية أزهار مذكرة (F-) ، أم تظهر به بعض الأزهار المذكرة على العقد الأولى من الساق الرئيسية (ff) . ينعزل الجينان مستقلين عن بعضيهما ، وتكون التراكيب الوراثية الممكنة والأشكال المظهرية المقابلة لها كمايلى :

التركيب الوراثى	الشكل المظهرى
M - F -	أنثوى gynoecious
M - ff	وحيد الجنس وحيد المسكن monoecious
mm F -	خنثوى hermaphroditic
mm ff	مذكر androecious

ويتأثر ذلك كله بكل من الجينات المحورة والعوامل البيئية (عن Iezzoni & Peterson ١٩٨٠) . وقد اقترح Iezzoni وآخرون (١٩٨٢) وجود جين آخر (M - 2) إلى جانب الجين M يؤثر فى صفة الجنس بطريقة مكملة complementary ، كما وجدوا أن كلا الجينين M ، و M-2 يرتبط بشدة بالجين المسئول عن المقاومة لمرض الذبول البكتيرى .

وقد درس Miller & Quisenberry (١٩٧٦) وراثة عدد الأيام من الزراعة إلى حين ظهور أول زهرة مؤنثة ، وتوصلا إلى النتائج التالية :

أ - كان معظم التباين الوراثى إضافياً ، ولكن ظهرت سيادة جزئية لكل من صفة الإزهار المبكر وصفة تكوين أول زهرة عند عقدة أقرب لقاعدة الساق .

ب - يتحكم فى عدد الأيام - من الزراعة إلى حين ظهور أول زهرة مؤنثة - عدد قليل من الجينات . وكانت درجة توريث هذه الصفة عالية نسبياً ؛ حيث تراوحت من ٤٦ ر٠ - ٦٢ر٠ .

جـ - برغم اختلاف الأصناف فى سرعة إنبات البذور .. إلا أن هذه الصفة لم تكن ذات أهمية بالنسبة للمحصول المبكر ، مقارنة بصفة عدد الأيام إلى حين ظهور أول زهرة بالنبات.

د - كان للحرارة المنخفضة تأثير سلبى ؛ إذ إنها أبطأت النمو النباتى ، وأخرت ظهور أول زهرة إلى عقدة أبعد عن قاعدة الساق .

هـ - كان الارتباط بين موعد الإزهار ومتوسط تاريخ الحصاد جوهرياً وعالياً ، وبلغت قيمته ٨٢ ر٠ .

هذا .. وتمر نباتات الخيار الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن بمراحل للنمو ، تنتج فيها النباتات - على التوالى - أزهاراً مذكرة فقط ، ثم أزهاراً مختلطة ، ثم أزهاراً مؤنثة فقط .

وقد وجد George (١٩٧١) جيناً سائداً يسرع التحول من حالة إنتاج الأزهار المذكرة إلى إنتاج الأزهار المؤنثة ، أعطى الرمز Acr ؛ نسبة إلى الصفة accelerator .

وبالمقارنة .. وجد جين آخر متنح يؤخر الإزهار فى ظروف النهار القصير ، وقد أعطى الرمز df ؛ نسبة إلى الصفة delayed flowering . وتبين أن حالة من سكون البذور ترتبط بهذا الجين فى الأجيال الانعزالية .

٣ – لون الأزهار :

يتحكم زوج واحد من الجينات فى لون بتلات الأزهار الأصفر الفاتح مقابل اللون الأصفر البرتقالى مع سيادة اللون الأخير ، ويأخذ الجين الرمز O .

رابعاً : صفات الثمار

١ – ملمس الثمار :

يعتبر لون الأشواك الأسود صفة بسيطة شائدة على اللون الأبيض ، ويتحكم فيها الجين B . وقد اكتشف جين آخر يؤثر مع الجين الأول فى نفس الصفة – فى بعض التلقيحات – وأعطى هذا الجين الأخير الرمز B-2 . ويرتبط الجين B ارتباطاً تاماً بالجين R الذى يتحكم فى لون الثمار الناضجة ، والجين H الذى يتحكم فى ظهور شبك كثيف heavy netting بالثمار . ويعتقد البعض بوجود موقع جينى واحد للصفات الثلاث . ويوجد جين آخر متنح ، يتحكم فى كل من دقة الأشواك (fine spines) ، وكثافتها (spine frequency) ، ويأخذ الرمز s . أما وجود الأشواك ذاته فيتحكم فيه جين واحد سائد على صفة غياب الأشواك .

ويتحكم فى وجود بروزات صغيرة – على سطح الثمار غير الناضجة – جين واحد سائد يأخذ الرمز Tu ؛ نسبة إلى تلك النموات السطحية التى يطلق عليها اسم tubercles .كذلك يتحكم جين آخر سائد فى ظهور هذه البروزات على الثمار الناضجة التى يتميز بها الصنف النباتى C. sativus var. tuberculatus . يأخذ هذا الجين الأخير الرمز P ؛ نسبة إلى الصفة Prominent tubercles ، ويتأثر فعله بجين آخر يأخذ الرمز I ؛ لأنه يزيد من حدة intensifies هذه البروزات . وللجين P تأثيرات متعددة أخرى ؛ هى : لون الثمار الناضجة الأصفر ، وتعريق الثمار ، ولون النموات الخضرية الأخضر الفاتح . كما تتميز النباتات التى تحمل الجين Tu بأن جلد ثمارها مبرقش ، وباهت ، وسميك ، وصلب (عن Robinson ١٩٧٦).

٢ – لون الثمار غير الناضجة :

يتحكم فى لون الثمار غير الناضجة الأبيض – كما فى الصنف البلدى – جين واحد متنح يأخذ الرمز w (Abobaker ١٩٦٨) . أما لون الثمار غير الناضجة الأخضر الفاتح .. فيتحكم فيه جين آخر متنح هو yg .

ويذكر H.M. Munger أنه يوجد بصنف الخيار تيبل جرين Table Green جين ثالث متنح يجعل لون الثمار أخضر داكناً . وعلى خلاف الأصناف الأخرى التى لا تحمل هذا الجين .. فإن ثمار هذا الصنف لا يتغير لونها إلى اللون الأخضر المصفر فى الجو الحار .

٣ – لون الثمار الناضجة :

يذكر Whitaker & Davis (١٩٦٢) أن لون الثمار الناضجة يتحكم فيه الجينان R ، وC ، ويكون انعزال التراكيب الوراثية والأشكال المظهرية فى الجيل الثانى كمايلى :

التركيب الوراثى	النسبة	الشكل المظهرى
R - C-	٩	أحمر
R - cc	٣	برتقالى
rr C-	٣	أصفر
rr cc	١	كريمى

أما Kooistra (١٩٧١) .. فقد أوضح أن لون لب الثمار الناضجة يتحكم فيه زوجان من العوامل الوراثية ؛ هما : w ، و v ، وأن وجودهما معاً فى صورة سائدة يجعل لون لب الثمار أبيض كالحاً dirty white ، بينما يؤدى وجودهما معاً فى صورة متنحية إلى جعل لون الثمار برتقالياً . وقد غير Robinson وآخرون (١٩٧٦) رمزى الجينين – فيما بعد – إلى wf ، و vf على التوالى .

٤ – شكل الثمار :

يتحكم فى شكل الثمار الشبيه بثمرة عنب الثعلب gooseberry الجين gb . وتكون ثمار النباتات ذات التركيب الوراثى mm (التى تحمل أزهاراً مذكرة وأزهاراً خنثى andromo-

noecious) أسمك وأقصر . كذلك يرتبط الجين m بصفات ثمرية أخرى ؛ منها عدد حجرات الثمرة ، واستجابة عنق الثمرة للجاذبية ، وربما كانت جميعها تأثيرات متعددة للجين m .

٥ – انفصال الكرابل :

وجد Wilson & Baker (١٩٧٦) أن صفة انفصال الكرابل سائدة على صفة التحام الكرابل ، ويتحكم فيها ٢ –٣ أزواج من العوامل الوراثية ، وأنها ذات تباين إضافى عالٍ . وقد تراوحت درجة توريثها على النطاق الضيق من ٣٩ – ٤٥ ٪ ؛ مما يدل على إمكان التخلص من هذه الصفة بسهولة . هذا .. ولم يجد الباحثان أى ارتباط بين صفة انفصال الكرابل وأى من حالات الجنس .

٦ – الطعم المر :

توجد ثلاث حالات لتوزيع المرارة فى الأجزاء المختلفة لنبات الخيار ؛ هى :

أ – حالة تكون فيها النموات الخضرية مرة الطعم والثمار غير مرة ، ولكنها تصبح مرة فى بعض الظروف البيئية غير المناسبة .

ب – حالة تكون فيها النموات الخضرية مرة الطعم والثمار غير مرة ، وتبقى غير مرة فى كل الظروف .

جـ – حالة تكون فيها النموات الخضرية والثمار غير مرة الطعم (عن Haynes & Jones ١٩٧٥) .

ترجع المرارة إلى ما تحتويه النموات الخضرية والثمار من مركبات تعرف باسم الكيوكربتسينات Cucurbitacins ، وهى مواد سامة للإنسان .

يتحكم فى الطعم المر bitter flovor زوجان من الجينات ؛ هما : الجين السائد Bt المسئول عن زيادة المرارة بشدة فى الثمار – كما فى السلالة P.I. 173889 – والجين المتنحى bi الذى يمنع تكوين الكيوكربتسينات المسئولة عن الطعم المر فى كل من النموات الخضرية والثمار (عن Lee & Janick ١٩٧٨) . هذا .. إلا أن De Ponti & Garretsen (١٩٨٠) وجدا أن الجين Bi نو سيادة غير تامة ، وأن فعله يتأثر بجينات أخرى محورة ذات تأثير إضافى تزيد من حدة المرارة (intensifier genes) .

كذلك أوضحت دراسات Robinson وآخرين (١٩٨٨) أن مرارة الثمار تعود إلى تغيرات كمية - وليست نوعية - فى محتواها من الكيوكربتسين . فثمار النباتات ذات التركيب الوراثى Bt Bt عالية فى محتواها من كيوكربتسين C ، الذى يوجد أيضاً - ولكن بدرجة قليلة - فى ثمار النباتات ذات التركيب الوراثى bt bt ، بينما تكون ثمار النباتات ذات التركيب الوراثى Btbt متوسطة فى محتواها من الكيوكربتسين .

كما أوضح تحليل كيوكربتسين C - فى الأوراق الفلقية لبادرات الجيل الثانى للتلقيح بين الصنف Eversweet والسلالة المرة P.I. 173889 - أن الانعزال كان بنسبة ٣ بها كيوكربتسين : ١ خالية من الكيو كربتسين ؛ الأمر الذى يفيد تفوق الجين bi على الجين Bt . هذا .. بينما انقسمت نباتات الجيل الثانى - التى احتوت على الكيوكربتسين - إلى مجموعتين : كان متوسط الأولى ٢٥ر٠ مجم كيوكربتسين C / جم (بمدى قدرة ١٠ر٠ - ٣٠ر٠مجم) ، ومتوسط الثانية ٤٠ر٠ مجم (بمدى قدره ٣١ر٠ - ٠٠ر١ مجم) كيوكربتسين C / جم من الأوراق الفلقية . وكان انعزال بادرات الجيل الثانى - حسب محتواها من الكيوكربتسين - بنسبة ٩ عالية المحتوى : ٣ متوسطة المحتوى : ٤ خالية ؛ الأمر الذى يؤكد السيادة غير التامة للجين Bt ، وتفوق الجين bi عليه . وكان الدليل الثالث على تفوق الجين bi على Bt انعزال صفة المرارة فى ثمار نباتات الجيل الثانى للتلقيح السابق الذى حدث كذلك بنسبة ٩ مرة (< ١٠ر٠ مجم كيوكربتسين ٢ / جم) من الثمار : ٣ عادية (١٠ر٠ مجم كيوكربتسين C) : ٤ غير مرة (خالية من كيوكربتسين C) .

ونظراً لأن تأثير الجين المسئول عن المرارة يظهر فى البادرات .. فإن أفضل وقت للانتخاب ضد صفة المرارة يكون فى طور البادرة (Whitaker & Davis ١٩٦٢) . وقد توصل Gorski وآخرون (١٩٨٦) إلى طريقتين سريعتين لتقدير محتوى الأوراق الفلقية من كيوكربتسين C ، تتطلب كل منهما ورقة فلقية واحدة يتم استخلاصها بالإيثانول ، ثم يقدر محتواها - بعد ذلك - كروماتوجرافياً إما بالـ TLC ، وإما بالـ HPLC وهى الوسيلة المفضلة . وكلتا الطريقتين سريعة ، وتصلح لأغراض الانتخاب فى الأجيال الانعزالية من برامج التربية لكل من صفتى الخلو من المرارة والمقاومة لخنافس الخيار؛ نظراً لارتباط وجود

الكيوكربتسبين C فى الأوراق الفلقية بالقابلية للإصابة بالخنافس .

خامساً : التربية لتحسين المحصول

أوضح Rubion & Wehner (١٩٨٦) أن الانتخاب المبكر فى جيل التلقيح الذاتى الأول (S_0) لخيار التخليل كان ذا فاعلية كبيرة فى الانتخاب للقدرة العامة والقدرة الخاصة على التآلف ؛ بالنسبة لصفتى المحصول الكلى والمحصول المبكر ، ولكنه لم يكن فعالاً بالنسبة لصفات الجودة .

وقد وجدت صفات اقتصادية كثيرة هامة فى الصنف النباتى C. sativus var. hard-wickii يمكن إدخالها فى الخيار المزروع ؛ مثل : حمل عدة ثمار عند كل عقدة ، وخلوه من ظاهرة السيادة القمية ؛ حيث يعطى فروعا جانبية أكثر وأطول مما فى الخيار . ولكن يعيب هذا الصنف النباتى أن ثماره صغيرة الحجم (يتراوح طولها من ٤ – ٨ سم) ، بيضاوية الشكل ، ويوجد بها فجوات بذرية كبيرة ، وعلى سطحها أشواك سوداء قوية ، وجلدها صلب قوى ، وطعمها مر . هذا .. فضلاً على أن بعض سلالاته التى درست من قبل (مثل P.I. 183967 ، و P.I. 215589) وجدت قصيرة النهار اختيارياً facultative short - day ، كما كانت سلالات أخرى – مثل LJ 90430 – قصيرة النهار إجباريا ؛ حيث لم تزهر إلا عندما قصرت الفترة الضوئية عن ١٢ ساعة مع درجة حرارة ٣٠°م نهاراً ، و ٢٠°م ليلاً ؛ الأمر الذى يشكل تحدياً للاستفادة من هذا الصنف النباتى فى تحسين الخيار المزروع .

وباستخدام طريقة الانتخاب المتكرر ، والسلالة P.I. 90430 من C. sativus var. hardwickii كمصدر لصفة تعدد الثمار .. أمكن إحراز تقدم ملحوظ – خلال ثلاث دورات من الانتخاب – فى متوسط عدد ثمار التخليل / نبات عند إجراء الحصاد مرة واحدة آلياً .

كما حاول Delaney & Lower (١٩٨٧) الجمع بين صفة تعدد الفروع والثمار من هذا الصنف النباتى مع صفة النمو المحدود determinate من سلالتى الخيار Spacemaster ، و NCSU M27 .

وفى دراسة أخرى .. وجد Kupper & Staub (١٩٨٨) أن سبع سلالات من النوع النباتى C. sativus var. hardwickii كانت ذات قدرة عامة على التآلف مع ثلاث سلالات

من الخيار فى جميع الصفات التى درساها ؛ وهى : عدد الثمار ، وعدد الفروع الجانبية ، وطول الثمرة ، ونسبة طول الثمرة إلى قطرها ، وعدد العقد التى تحمل أزهاراً مؤنثة ، وعدد الأيام إلى تفتح الأزهار anthesis ؛ الأمر الذى يدل على إمكان الاستفادة منه فى تحسين الصفات البستانية فى الخيار .

التربية للتوافق مع طرق الإنتاج والظروف البيئية القاسية

١ - التربية لتحمل مبيدات الحشائش

اكتشفت المقاومة لمبيد الحشائش كلورامبين Chloramben فى بعض سلالات الخيار . وأضح Miller وآخرون (١٩٧٣) أن جينات المقاومة للمبيد - فى سلالتين من الخيار - تراوحت من ١ - ٥ جينات ؛ تبعاً لطريقة التقييم للمقاومة ، وطريقة تقدير عدد الجينات . وكان تفاعل الجينات إضافياً أساساً ، مع سيادة جزئية للقدرة على تحمل المبيد ، وظهر واضحا أن الجينات المسئولة عن المقاومة تختلف فى السلالتين ، ويدل على ذلك اختلاف درجة توريث الصفة فى السلالتين ، وظهور انعزال فائق الحدود عند تهجينهما معاً . وقد تراوحت درجة التوريث على النطاق العريض من ٤٩ر٠ - ٩٣ر٠ . وعلى النطاق الضيق من ٣٦ ر٠ - ٨٧ ر٠ .

وفى دراسة تالية .. قيم Staub & Crubaugh (١٩٨٩) ٧٥٣ سلالة من الخيار للقدرة على تحمل نفس المبيد ، ووجدا أن تسع سلالات منها كانت أكثر من غيرها تحملاً للمبيد .

٢ - التربية للصلاحية للحصاد الآلى

يحاول مربو النبات الاستفادة من عدد من الصفات التى تتوفر فى جيرمبلازم الخيار والأصناف النباتية القريبة ؛ لإنتاج أصناف جديدة تصلح للحصاد الآلى . وأهم الصفات التى يلزم توفرها لتناسب هذه الجزئية من العملية الإنتاجية الإنتاج المركز للثمار - أى كثرة عدد الثمار التى ينتجها النبات فى آن واحد - وسهولة فصل الثمرة عن النمو الخضرى بعد التقاطه بواسطة آلة للحصاد .

ويتوقف مدى سهولة انفصال الثمرة على مساحة موضع اتصال الثمرة بالعنق Stem Attachment Area . وبدراسة هذه الصفة .. وجد Burnham & Peterson (١٩٧٠)

اختلافات جوهرية بين ثلاثة أصناف من الخيار ، كما وجد أن مساحة هذه المنطقة تزداد زيادة طفيفة مع زيادة طول الثمرة ، وكانت العلاقة بين المتغيرين كمايلى :

$$Y = 0.112 + 0.04 \quad x$$

حيث إن Y هى مساحة موضع الاتصال ، و x هى طول الثمرة . وينصح الباحثان بأن يكون الانتخاب للمساحة المناسبة لموضع اتصال الثمرة بالعنق ، فلا تكون كبيرة بدرجة يصعب معها فصل الثمار ، ولاتكون صغيرة جدا إلى درجة قد تنفصل معها الثمار قبل وصول النمو الخضرى إلى الموضع المناسب من آلة الحصاد .

أما بالنسبة للإنتاج المركز من الثمار .. فإن المربى يأمل فى تحقيق ذلك من خلال ثلاث صفات ؛ هى :

أ - صفة التقزم Dwarfism .. حيث يمكن زراعة السلالات المتقزمة على مسافات ضيقة ، وبذا .. يزيد عدد الثمار التى يمكن حصادها آلياً مرة واحدة .

ب - صفة الأنوثة .. حيث يبدأ إنتاج الأزهار المؤنثة مبكراً وبصورة أكثر تركيزاً . وقد وجد Prend & John (١٩٧٦) أن محصول الهجن المتقزمة الأنثوية gynoecious dwarf كان أكثر من مثلَىْ محصول الهجن الأنثوية العادية . كما كان متوسط عدد الثمار بالنبات أكبر مما فى الهجن الأنثوية العادية عندما أجرى الحصاد مرة واحدة آلياً .

جـ - صفة كثرة التفريع وكثرة عدد الثمار/ نبات التى تتوفر فى الصنف النباتى C. melo var. hardwickii ، وقد سبقت الإشارة إليها .

٣ - التربية للقدرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة

توجد سلالات من الخيار تنبت بذورها بسرعة أكبر من غيرها فى درجات الحرارة المائلة إلى البرودة . ووجد Wehner (١٩٨٤) أن درجة توريث سرعة إنبات البذور فى درجة ١٧°م تراوحت من ٠ر٤٤ - ٠ر٦١ .

٤ - التربية للتأقلم على الفترة الضوئية

إن الخيار نبات محايد بالنسبة لتأثير الفترة الضوئية فى الإزهار ، ولكن محاولة الاستفادة من الصنف النباتى C. melo var. hardwickii فى التربية تثير مشكلة تأثره

بالفترة الضوئية ؛ لكونه نباتاً قصير النهار . وقد وجد Vecchia & Peterson (١٩٨٤) أن هذه الصفة – فى السلالة P.I. 215589 – يتحكم فيها جين واحد متنح أعطى الرمز df . وذكر الباحثان أن هذا الجين ربما يكون آليلياً للطفرة df (delayed flowering) ، التى كانت قد اكتشفت من قبل فى الصنف Baroda ، والتى تؤدى إلى تأخير الإزهار إلى أن يحل النهار القصير شتاء .

٥ – التربية لتحمل ملوحة التربة

تتوفر القدرة على تحمل ملوحة التربة فى الخيار ، ويتحكم فى هذه الصفة جين واحد متنح ، يأخذ الرمز sa (Pierce & Wehner ١٩٩٠) .

٦ – القدرة على العقد البكرى

تعقد سلالات الخيار البكرية العقد ثماراً فى الظروف البيئية القاسية التى لا تناسب عقد الثمار فى الأصناف العادية . كما تناسب هذه الصفة الصوبات ؛ حيث لا تتوفر الحشرات الملقحة والأصناف الأنثوية التى لا تتوفر بها الأزهار المذكرة .

وقد وجد Pike & Peterson (١٩٦٩) أن صفة العقد البكرى فى الخيار يتحكم فيها جين واحد نو سيادة غير تامة ، يأخذ الرمز Pc ؛ حيث : PcPc : تظهر الثمرة البكرية الأولى قبل العقدة الخامسة ، و pcpc : تظهر الثمار البكرية بعد ذلك وتكون أقل عدداً ، وpcpc : لاتظهر أية ثمار بكرية . ويتأثر فعل هذا الجين بكل من الخلفية الوراثية والعوامل البيئية .

وفى دراسة أخرى على عدد من سلالات الخيار – التى تختلف فى درجة العقد البكرى – وجد Ponti & Garretsen (١٩٧٦) أن صفة العقد البكرى يتحكم فيها ثلاثة أزواج من العوامل الوراثية ذات تأثير إضافى ، مع ارتباط هذه الجينات بالجينات المتحكمة فى صفات الأنوثة .

٧ – التربية لتحمل تلوث البيئة

تتوفر اختلافات وراثية بين أصناف وسلالات الخيار فى قدرتها على تحمل التركيزات

العالية – نسبياً – من ثانى أكسيد الكبريت فى الهواء الجوى . وقد توصل Bressan وآخرون (١٩٨١) – من التلقيح بين الصنف المقاوم National Pickling والصنف الحساس Chipper – إلى أن القدرة على تحمل التلوث بغاز ثانى أكسيد الكبريت يتحكم فيها جين واحد سائد .

التربية لمقاومة الآفات

إذا ذكرت تربية الخيار – خاصة التربية لمقاومة الأمراض – فلابد أن يذكر معها العالم Henry M. Munger أستاذ تربية النبات بجامعة كورنل بالولايات المتحدة ، الذى استطاع – وحده – إنتاج ٥١ صنفاً تجارياً وسلالة تربية متقدمة مرباة داخلياً من الخيار – منها ٣٠ من خيار الاستهلاك الطازج ، و ٢١ من خيار التخليل – خلال الفترة من ١٩٥١ – ١٩٨٦ (Mutschler ١٩٨٦) .

وقد حققت معظم هذه الأصناف نجاحاً كبيراً ، وانتشرت زراعتها كثيراً فى الولايات المتحدة ، وفى دول أخرى كثيرة ، ومن أمثلتها سلسلة أصناف : Tablegreen ، و Marketmore ، و Poinsett ، و SR ، و PMR ، و SMR .

كما أنتج Munger – خلال نفس الفترة – أصنافاً أخرى كثيرة من الخضر ؛ منها : خمسة أصناف من الطماطم ، و خمسة أخرى من القاوون ، وثلاثة من البصل ، وصنفان من كل من الكرفس وقرع الشتاء ، وصنف واحد من الكرنب .

ويعتبر الخيار أحد محاصيل الخضر التى أنتج منها أصناف كثيرة متعددة المقاومة للأمراض . ويبين جدول (٧–٢) قائمة لبعض هذه الأصناف والأمراض التى يقاومها كل منها (عن Ware & Macollum ١٩٧٥) .

١ – التربية لمقاومة البياض الدقيقى

يذكر أن المقاومة لفطر Sphaerotheca fuliginea المسبب لمرض البياض الدقيقى يتحكم فيها ثلاثة جينات متنحية ، أعطيت الرموز : pm-1 ، و pm-2 ، و pm-3 . إلا أن نتائج الدراسات الوراثية متضاربة فى هذا الشأن ؛ فمثلاً .. يذكر Warid وآخرون (١٩٦٩) أن المقاومة يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية المتنحية ، ويذكر آخرون (عن Dixon

١٩٨١) أن المقاومة يتحكم فيها جينان ؛ أحدهما سائد ، والآخر متنح ، ويلزم تواجدهما معاً بهذه الصورة لظهورالمقاومة بالأوراق ؛ حيث لا يظهر تأثير الجين السائد إلا فى وجود الجين المتنحى، كما يلزم تواجد الجين الثانى (المتنحى) لظهور المقاومة بالسويقة الجنينية العليا . ويوجد جين ثالث متنح يؤدى - عند وجوده بحالة أصيلة - إلى منع ظهور المقاومة الكاملة، ولكنه لا يؤثر فى حالة مقاومة السويقة الجنينية العليا .

جدول (٧-٢) : قائمة ببعض أصناف الخيار المتعددة المقاومة للأمراض .

الاستعمال	طبيعة الصنف	اسم الصنف	الأمراض التى يقاومها الصنف (أ)
الاستهلاك الطازج	مفتوح التلقيح	Ashley	٦ ، ٥
الاستهلاك الطازج	مفتوح التلقيح	Marketmore	٤ ، ٣
الاستهلاك الطازج	مفتوح التلقيح	Poinsett	٦ ، ٥ ، ٢ ، ١
الاستهلاك الطازج	هجين عادى	Burpee's M&M Hybrid	٦ ، ٥ ، ٣
الاستهلاك الطازج	هجين عادى	Challenger	٥ ، ٣
الاستهلاك الطازج	هجين عادى	High Mark II	٥ ، ٤ ، ٣
الاستهلاك الطازج	هجين عادى	Saticoy	٥ ، ٣
الاستهلاك الطازج	هجين أنثوى	Cherokee 7	٦ ، ٥ ، ٢ ، ١
الاستهلاك الطازج	هجين أنثوى	Gemini	٤ ، ٣ ، ١
الاستهلاك الطازج	هجين أنثوى	Meridian T	٤ ، ٣
التخليل	مفتوح التلقيح	Chipper	٦ ، ٥ ، ٣ ، ٢ ، ١
التخليل	مفتوح التلقيح	Pixie	٦ ، ٥ ، ٢ ، ١
التخليل	مفتوح التلقيح	Wisconsin SMR 18	٤ ، ٣
التخليل	مفتوح التلقيح	Wisconsin SMR 58	٤ ، ٣
التخليل	هجين أنثوى	Bounty	٦ ، ٥ ، ٤ ، ٣ ، ٢ ، ١
التخليل	هجين أنثوى	Briney Hybrid	٤ ، ٣
التخليل	هجين أنثوى	Explorer	٦ ، ٥ ، ٣ ، ٢ ، ١
التخليل	هجين أنثوى	Green Beauty	٦ ، ٥ ، ٤ ، ٣
التخليل	هجين أنثوى	Picadilly	٦ ، ٥ ، ٤ ، ٣
التخليل	هجين أنثوى	Premier	٦ ، ٥ ، ٤ ، ٣ ، ٢ ، ١

(أ) الأمراض هى : ١ - تبقع الأوراق الزاوى ، ٢ - الأنثراكنوز ، ٣ - موزايك الخيار ، ٤ - الجرب ، ٥ - البياض الزغبى ، ٦ - البياض الدقيقى .

ويذكر H.M. Munger أنه يكفى الانتخاب لمقاومة البياض الزغبى ؛ للحصول على مقاومة للبياض الدقيقى ، والعكس أيضا صحيح ؛ الأمر الذى يعنى تحكم نفس النظام الوراثى فى المقاومة لكلا المرضين ، وأن طبيعة المقاومة واحدة فى كليهما . واكتشف – كذلك – ارتباط آخر بين المقاومة للبياض الدقيقى وجين سائد يجعل الثمار ذات لون أخضر شاحب وهى فى مرحلة النضج الاستهلاكى (Kooistra ١٩٧١) .

٢ – التربية لمقاومة البياض الزغبى

اكتشفت المقاومة لفطر Pseudoperonospora cubenis – المسبب لمرض البياض الزغبى فى الخيار – فى عدة سلالات وأصناف بدائية . فمثلاً .. اكتشفت المقاومة فى السلالة P.I. 197087 الهندية المنشأ . وتستجيب هذه السلالة للعدوى بالبياض الزغبى بتكوين بقع بنية صغيرة جداً ؛ مقارنة بالبقع الكبيرة الصفراء التى تظهر فى الأصناف القابلة للإصابة (Barnes & Epps ١٩٥٤) . وتعد هذه السلالة مقاومة لمرض البياض الدقيقى كذلك ، وربما كانت هى مصدر المقاومة للبياض الدقيقى فى الصنف SC- 50 (Barnes & Epps ١٩٥٦) .

وقد اختلفت – كثيراً – نتائج الدراسات على وراثة المقاومة لهذا المرض ؛ فيذكر – مثلاً – أن مقاومة السلالة P.I. 197087 يتحكم فيها زوج أو زوجان من العوامل الوراثية الرئيسية ، بالإضافة إلى زوج أو أكثر من العوامل الوراثية الثانوية . أما مقاومة الصنف GY14A – المنتخب من السلالة P.I. 197087 – فقد ذكر أنها كمية . كذلك ذكر أن مقاومة الصنفين Chinese Long ، و Puerto Rico 37 كمية ، ويتحكم فيها عدة جينات . وبالمقارنة .. فقد وجد أن مقاومة الصنف Poinsett – المستمدة من السلالة P.I. 197087 – يتحكم فيها جين واحد متنح ، يرتبط بجين المقاومة للبياض الدقيقى، أو أن هذا الجين نو تأثير متعدد على الصفتين ، وقد أعطى هذا الجين الرمز dm .

٣ – التربية لمقاومة لفحة الساق الصمغية

اختبر Wyszogrodzka وآخرون (١٩٨٦) ٤٩ صنفاً وسلالة من الخيار لمقاومة الفطر Didymella bryoniae ، وعثروا على مقاومة جزئية فى الصنف Homegrean No.2

والسلالة P.I. 200818 . وبالمقارنة .. لم يعثر الباحثون على أى مصدر للمقاومة لدى اختبارهم لـ ١٢٠٨ سلالة فى طور الأوراق الفلقية – وهى فى عمر أربعة أيام – عندما أجريت العدوى بتركيز مرتفع من جراثيم الفطر بعد تجريح الأوراق الفلقية . وفى دراسة أخرى .. اختبر Wehner & Jenkins ١١٦٥ صنفاً وسلالة من الخيار ، ووجدا أن أكثرها مقاومة كانت Slice ، و M12 ، و M17 .

٤ – التربية لمقاومة الأنثراكنوز

وجدت المقاومة للأنثراكنوز فى سلالة الخيار P.I.197087 من الهند ، وهى مقاومة كمية يتحكم فيها عديد من الجينات ، وربما بعض العوامل المحورة أيضاً (Barnes & Epps ١٩٥٥).

٥ – التربية لمقاومة الجرب

يتحكم جين واحد سائد فى المقاومة للفطر Cladosporium cucumerinum المسبب لمرض الجرب ، ويأخذ هذا الجين الرمز Ccu . تكون سيادة هذا الجين غير تامة فى طور البادرات الصغيرة جداً ؛ وبذا .. يمكن – باختبار النباتات فى هذه المرحلة من النمو – التمييز بين النباتات الأصيلة والخليطة فى صفة المقاومة . ويوصى بإجراء هذا الاختبار فى درجة حرارة ١٧ – ١٨°م (عن Walker ١٩٦٥) .

وتؤدى عدوى النباتات المقاومة بالفطر المسبب للمرض إلى تحفيزها لتمثيل مادة تثبط نشاط الإنزيمات الـ Pectolytic التى يفرزها الفطر ؛ وبذا .. يتوقف نمو الفطر . ويحدث ذلك فى غضون ٢٤ ساعة من العدوى (عن Dixon ١٩٨١) .

٦ – التربية لمقاومة الذبول الطرى

يسبب الفطر Rhizoctonia solani ذبولاً طرياً لبادرات الخيار ، و عفناً فى الجزء الملامس للتربة من الثمرة ؛ لذا .. فإنه يسمى أيضاً بعفن الوسط belly rot .

وقد وجد Booy وآخرون (١٩٨٧) اختلافات كبيرة بين ٣٥ سلالة من الخيار فى شدة إصابتها بالذبول الطرى ؛ حيث تراوحت شدة الإصابة من ٥ر١ – ٩ر٥ فى مختلف السلالات

على مقياس من صفر (لاتوجد أية إصابة) إلى ٩ (النباتات ميتة) . ولم يجد الباحثون ارتباطاً بين المقاومة للذبول الطرى ، والمقاومة لعفن الثمار الرايزكتونى .

٧ - التربية لمقاومة الذبول البكتيرى

تتوفر المقاومة للبكتيريا Erwinia tracheiphila المسببة لمرض الذبول البكتيرى bacterial wilt فى الخيار ، ويتحكم فيها جين واحد سائد يأخذ الرمز Bw . وكانت هذه المقاومة قد اكتشفت فى سلالة الخيارة P.I. 200818 التى جلبت من بورما .

وقد وجد Iezzoni & Peterson (١٩٨٠) ارتباطاً قوياً بين الجين Bw والجين M الذى يتحكم فى نوع الزهرة من حيث جعلها مؤنثة ، أم خنثى . وقد كانت المسافة بينهما وحدة عبورية واحدة . وفى أخرى .. قارن Staub & Peterson (١٩٨٦) أربعة أزواج من السلالات الأنثوية التى تتشابه سلالتا كل زوج منها فى أصولها الوراثية ، ولكنها تختلف فى مقاومتها أو قابليتها للإصابة بالذبول البكتيرى ، ووجد الباحثان أن السلالات القابلة للإصابة أبكر إزهاراً ، وأعلى محصولاً ، وأطول ثماراً من السلالات المقاومة . كذلك كانت هجن السلالات المقاومة متأخرة الأهار ، وأقل محصولاً .

٨ - التربية لمقاومة فيرس موزايك الخيار

إن معظم أصناف الخيار المزروعة فى الولايات المتحدة مقاومة لفيرس موزايك الخيار ، وهى تستمد مقاومتها من الأصناف الشرقية المقاومة ؛ وبخاصة الصنفان Chinese Long Green ، و Tokyo Long Green اللذان يتكاثر فيهما الفيرس ، ولكن بدرجة ضعيفة لا تتأثر معها النباتات . ويتحكم فى هذه المقاومة جين واحد سائد يأخذ الرمز Cmv (Walker ١٩٦٥) ، إلا أن باحثين آخرين وجدوا أنها أكثر تعقيداً من ذلك (عن Robinsoin وآخرين ١٩٧٤) .

وتقيم البادرات للمقاومة بسهولة بحك أوراقها الفلقية برفق بالعصير الخلوى لنباتات مصابة بالفيرس بعد نثر قليل من الكربورندم على الأوراق الفلقية ، وتجرى عملية الحك بقطعة الشاش المبللة بالعصير . وتترك النباتات بعد ذلك فى درجة حرارة ٢٨°م وإضاءة لا تقل عن ١٠٠٠ قدم - شمعة ؛ حيث تظهر نتيجة الاختبار فى خلال ٢٠ يوماً .

٩ - التربية لمقاومة فيرس تبرقش البطيخ رقم ١

يذكر Wang (١٩٨٤) أن المقاومة لفيرس تبرقش البطيخ رقم ١ تتوفر فى الصنف Surinam الذى حُصِلَ عليه من سورينام ، والذى يعد أفضل مصدر للمقاومة ؛ حيث لا تظهر به - عقب الإصابة بالفيرس - سوى تبرقشات خفيفة على الورقتين الحقيقيتين الأولى والثانية . وقد وجد الباحث أن مقاومة هذا الصنف ترجع إلى جين واحد متنح أعطى الرمز wmv-1-1 (يشير الرقم الأول إلى رقم الفيرس ، والرقم الثانى لهذا الجين ؛ لتمييزه عن جين المقاومة لفيرس تبرقش البطيخ رقم ٢ - الذى اكتشف قبل هذا الجين - والذى يأخذ الرمز Wmv) .

١٠ - التربية لمقاومة فيرس تبرقش البطيخ رقم ٢

تتوفر المقاومة لفيرس تبرقش البطيخ رقم ٢ فى الخيار ، ويتحكم فيها جين سائد يأخذ الرمز wmv .

١١ - التربية لمقاومة فيرس تبرقش الزوكينى الأصفر

وجد Provvidenti (١٩٨٧) أن مقاومة صنف الخيار الصينى Taichung Mou Gua للسلالة CT من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر يتحكم فيها جين واحد متنح . وقد أعطى هذا الجين الرمز zym .

١٢ - التربية لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور

تتوفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى النوع البرى Cucumis metuliferus ، الذى يعد النوع الوحيد من القرعيات المقاوم لهذه الآفة .

١٣ - التربية لمقاومة خنافس الخيار

تعتبر مركبات الكيوكربتسينات - المسئولة عن المرارة - جذابة لخنافس الخيار المبقعة والمخططة (Diabrotica spp.) ، أى إن المقاومة ترتبط بخلو النباتات من المرارة ؛ لذا .. يعتبر الجين bi فى صورته الأصيلة (bibi) مسئولا - كذلك - عن مقاومة خنافس الخيار (عن Pierce & Wehner ١٩٩٠) .

١٤ - التربية لمقاومة العنكبوت الأحمر

تتوفر المقاومة للعنكبوت الأحمر Tetranychus uriticae فى الخيار . وقد أجريت دراسات عديدة على العلاقة بين الجين Bi المسئول عن صفة المرارة فى النموات الخضرية ، وبين مقاومة هذا الأكاروس . ويذكر De Ponti (١٩٨٠) تفاصيل هذه الدراسات كما يلى :

كان Kooistra عام ١٩٧١ أول من اقترح هذه العلاقة بعد تقييمه لـ ٤٠٠ صنف من الخيار لكل من صفتى المرارة والمقاومة للعنكبوت الأحمر .

وفى السنة نفسها .. توصل Da Casta & Jones (١٩٧١) إلى أن المقاومة للأكاروس يتحكم فيها الجين Bi المسؤل عن المرارة ، وبدا لهما أن تغذية الأكاروس على النباتات المرة ذو تأثير سلبى على الأطوار المبكرة لنمو اليرقة .

هذا .. إلا أن Soans وآخرين وجدوا عام ١٩٧٣ أن الصنف المر Hawaiian يصاب بالأكاروس .

كما اختبر De Ponti عام (١٩٧٨) ٤٠٠ صنف آخر من الخيار ، ووجد بعض الأصناف التى كانت مرة الطعم وشديدة القابلية للإصابة فى آن واحد .

كما أوضحت دراسات De Ponti (١٩٨٠) على أربعة أزواج من السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة - التى تتشابه جميعها فى كونها مقاومة للأكاروس ، وتختلف سلالتا كل زوج منها فى كونها مرة أو غير مرة - عدم وجود أى اختلاف فى صفة المقاومة بين السلالات المرة وغير المرة .

وفى دراسة وراثية موسعة عن تلك العلاقة بين المرارة والمقاومة للأكاروس .. وجد De Ponti & Garretsen (١٩٨٠) أن المقاومة (متمثلة فى درجة إقبال الحشرة على التغذية acceptance ، وقدرتها على وضع البيض على النباتات ovioposition) صفة كمية يتحكم فيها عدة جينات ذات تأثير إضافى ، بينما يتحكم فى المرارة جين واحد ذو سيادة غير تامة ، هو الجين Bi ، الذى يتأثر فعله بجين آخر محور ذى تأثير إضافى . ولم يتوصل الباحثان إلى أية علاقة بين أى من هذين الجينين ومقاومة الأكاروس ، ولكنهما وجدا علاقة بين المرارة والقدرة على تحمل الإصابة . وقد فسرت هذه العلاقة على أساس الارتباط بين

الجينات المسئولة عن هذه الصفات ، وليس على أساس أن الصفات يتحكم فيها نفس الجينات .

مصادر إضافية عن تربية الخيار

لمزيد من التفاصيل عن وراثة وتربية الخيار .. يراجع مايلى :

المرجع	السنة	الموضوع
Whitaker & Jagger	١٩٣٧	نشأة الأصناف القديمة وجهود التربية قبل عام ١٩٣٧ .
Sitterly	١٩٧٢	التربية لمقاومة الأمراض .
Robinson & Whitaker	١٩٧٤	وراثة الصفات والتربية .
Whitaker & Bemis	١٩٧٦	نشأة الخيار وتطوره وتربيته .
Robinson وآخرون	١٩٧٦	وراثة الصفات .
Lower & Edwards	١٩٨٦	شامل لموضوع تربية الخيار .
Pierce & Wehner	١٩٨٩	شامل لوراثة جميع الصفات .
Pierce & Wehner	١٩٩٠	شامل لوراثة جميع الصفات والمجموعات الارتباطية .

تربية القرع

نتناول فى هذا الجزء تربية كل الأنواع النباتية والمحصولية التى تتبع الجنس Cucurbita ، مع التركيز - أساساً - على قرع الكوسة - وبدرجة أقل - على القرع العسلى .

يتبع الجنس Cucurbita ٢٧ نوعاً ؛ أهمها : C. pepo ، و C. maxima ، و C. mos-chata ، و C. mixta ، وهى الأنواع التى تنتمى إليها جميع الأصناف المعروفة من الكوسة، والقرع ؛ حيث تتوزع على الأنواع الأربعة على النحو التالى :

١ - جميع أصناف الكوسة squash ، والجورد gourd ذات الأزهار الصفراء تتبع النوع C. pepo .

٢ - جميع أصناف الـ cushaws تتبع النوع C. mixta .

٣ - تتوزع أصناف الـ marrows على النوعين C. pepo ، و C. maxima .

٤ - تتوزع أصناف قرع الشتاء winter squash ، والقرع العسلى pumpkin على الأنواع الأربعة الرئيسية للجنس .