والبرقوق، والكريز، والبندق، والعنب، وعديد من الفواكه الأخرى ذات الثمار الصغيرة التى تتبع الجنس *Rubus*، الذى يشتمل على أنواع كثيرة جدًّا توجد فيها الكروموسومات فى مضاعفات للعدد الأساسى ٧ حتى ١٢ ضعفًا، وهو يتضمن الراسبرى rasberry (ثنائى غالبًا)، والبلاكبرى blackberry والدوبرى dewberry (معظمها ثنائية وبعضها به ٦ مضاعفات أو أكثر للعدد الأساسى) والنسبرى nessberry، واللونجانبرى longanberry، وبويزنبرى boysenberry. وقد نشأ النسبرى (٤س) من التهجين بين *Rubus trivialis* (٢س)، و *R. strigosus* (٢س)؛ حيث إن الأول هو الدوبرى الجنوبى، والثانى هو الراسبرى الأمريكى، ونشأ اللونجانبرى *R. longanbaccus* (٦س) من التهجين بين الدوبرى الأمريكى *R. ursinus* (٨س)، والراسبرى الأوروبى *R. idaeus* (٢س)؛ حيث اتحدت جاميطات (٢ن) من الثانى مع جاميطات (١ن) من الأول. وقد تهجن اللونجانبرى بدوره مع الدوبرى الشرقى، ونتج من ذلك الينجبرى youngberry الذى يحتوى على نفس عدد الكروموسومات مثل اللونجانبرى، ولكنه لا يلقّح معه.

وقد نشأت بعض المحاصيل الاقتصادية المهمة مثل القمح، والشوفان، والقطن، وبعض الكرنبيات، والتبغ، وقصب السكر (وهى التى تعد نباتات متضاعفة هجينيًّا، شبيهة بالثنائية amphidiploids) من هجن نوعية بعيدة. وفيما عدا ذلك .. فلم يكن للهجن النوعية الطبيعية دور كبير فى نشأة محاصيل الحبوب، والألياف، والزيوت، والعلف. كما لم تتأثر محاصيل الخضر – كثيرًا – بالهجن النوعية الطبيعية باستثناء البطاطس، والبطاطا.

الهجن النوعية الصناعية وأهميتها فى تربية النباتات وتحسينها

مقدمة

تجرى التهجينات النوعية – بصورة أساسية – بهدف نقل جين ما مرغوب فيه أو عدد قليل من الجينات من نوع لآخر، ونادرًا ما تجرى بهدف تركيب نوع نباتى جديد.

وعندما يكون الهدف من التهجين النوعى نقل جين أو جينات معينة من نوع برى لأحد الأنواع المزروعة، فإن استمرار التهجين الرجعى للأب المزروع يعمل على عودة عدد

الكروموسومات إلى ذلك الخاص بالنوع المزروع، مع استعادة الصفات البستانية أو المحصولية لهذا النوع. ولقد اتبعت تلك الطريقة فى نقل جينات مرغوب فيها إلى الأنواع المحصولية المزروعة فى عديد من الحالات؛ منها الأجناس: *Nicotiana*، و *Brassica*، و *Triticum* (عن Singh وآخرين ١٩٩٠).

وعندما تكون كروموسومات النوعين المهجنين متماثلة فى العدد والتركيب، فإنها تتقارن فى الجيل الأول الهجين، وتكوّن وحدات ثنائية الكروموسوم bivalents بانتظام أثناء الانقسام الاختزالى؛ وبذا .. تكون نباتات الجيل الأول خصبة.

ومن أمثلة تلك التهجينات، ما يلى:

١ – الهجين بين *Glycine max* (فول الصويا المزروعة، وفيها ٢ن = ٢س = ٤٠)، والنوع *G. soja* (فول الصويا البرية، وفيها ٢ن = ٢س = ٤٠).

٢ – الهجين بين *Gossypium hirsutum* (القطن الأمريكى الـ upland، وفيه ٢ن = ٢س = ٥٢)، و *G. barbadense* (القطن الأمريكى الـ Pima، وفيه ٢ن = ٢س = ٥٢).

٣ – الهجين بين *Zea mays* (الذرة الشامية، وفيه ٢ن = ٢س = ٢٠)، و *Z. mexicana* (الـ teosinte، وفيه ٢ن = ٢س = ٢٠).

٤ – الهجين بين *Lycopersicon esculentum* (الطماطم وفيها ٢ن = ٢س = ٢٤)، و *L. piminellifolium* (الطماطم البرية – current tomato – وفيها ٢ن = ٢س = ٢٤).

وبالإضافة إلى الصعوبات السهلة الخمسة التى تقدم بيانها، فإنه تعترض حالات أخرى ناجمة من الصعوبات النوعية التى تعد أكثر صعوبة فى إجرائها، مثل:

١ – الهجن النوعية التى يتعين فيها مضاعفة أعداد كروموسومات جاميطات الآباء لكى يكون الجيل الأول الهجين خصبًا:

تعرف الهجن الناتجة من تلك التلقيحات النوعية بأنها متضاعفة هجينيًا amphiploids، ومن أمثلتها العديد من الهجن التى تجرى بين أنواع الجنس *Brassica*، وقد تُضاعف كروموسومات الجيل الأول الهجين – بعد إجراء التهجين بين الآباء غير المضاعفة – حيث يعرف الهجين الناتج بأنه amphiploid وهى التى تعرف فى عديد من الأجناس، مثل *Brassica*، و *Triticum*، و *Gossypium*، و *Nicotiana*.

٢ – الهجن النوعية التى تجرى بعد مضاعفة كروموسومات أحد الأنواع، ليمكن تهجينه مع أحد الأنواع الأخرى المتضاعفة.

٣ – الهجن النوعية التى تجرى بين نباتات أحادية من نوع رباعى التضاعف ذاتيًا مثل البطاطس (حيث تعرف النباتات الأحادية باسم dihaploids) وأنواع أخرى ثنائية من الجنس ذاته (عن Poelham & Sleper ١٩٩٥).

ونظرًا لأن السيتوبلازم يُحمل عليه – فى الهجين النوعى – من النوع المستخدم كأم فى التهجين؛ لذا .. كان لزامًا تحديد ذلك عند وصف التركيب الوراثى للهجين.

ولقد أقتُرِحَ استعمال حرف أبجدى واحد كبير – وهو ذلك الذى يستخدم بالصورة الصغيرة lower case فى تمثيل الهيئة الكروموسومية – لوصف السيتوبلازم الذى يحتويه الهجين النوعى؛ فمثلاً يحتوى النوع *Brassica oleracea* على هيئة كروموسومية (جينوم genome) تتكون من ٩ أزواج من الكروموسومات، وتأخذ الرمز cc ويُرمز للسيتوبلازم بالرمز C، ويرمز إلى الهجين *B. oleracea* فى سيتوبلازم الفجل (π) بالرمز Rcc، كما يرمز إلى الهجين *B campestris* (aa) فى سيتوبلازم الفجل بالرمز Raa، وإلى الهجين *B. juncea* (ab) فى سيتوبلازم *B. campestris* بالرمز Aab؛ ولتفاصيل التهجينات النوعية .. يراجع شكل (١٣–٣) (عن Dickson & Wallace ١٩٨٦).

الترتيكيل: نوع جديد "مركب" من تهجين القمح مع الشيلم

يعد الترتيكيل Triticale (*Triticosecale* sp.) أحد محاصيل العائلة النجيلية، وهو من الحبوب الصغيرة، ويمثل أول محاولة ناجحة، لتركيب محصول جديد بالتهجين بين جنسين مختلفين، هما قمح الخبز السداسى *Triticum vulgare*، والشيلم *Secale cereate*. وكان التلقيح قد أجرى – أصلاً – بهدف جمع صفة المقاومة للبرودة، التى توجد فى الشيلم مع الصفات المرغوب فيها للقمح.

يتشابه الترتيكيل – موروفولوجيًا – مع القمح فى شكل النبات وصفات الحبة، إلا أنه يمتاز عنه بزيادة فى كل من قوة النمو وحجم الحبة، كما أن السفا فيه أطول،

ويتحدد إن كان الترتيكيل من النوع الربيعي، أو الشتوى بنوع وصنف القمح المستخدم فى التلقيح مع الشيلم.

وقد عرفت من الترتيكيل أنواع سداسية (٢ن = ٦س = ٤٢ كروموسومًا)، وأخرى ثمانية (٢ن = ٨س = ٥٦ كروموسومًا) منذ أكثر من مئة عام، تكونت الأولى (السداسية) عندما هجن القمح الرباعى (٢ن = ٤س = ٢٨ كروموسومًا) مع الشيلم، (٢ن = ٢س = ١٤ كروموسومًا)، ثم ضوعفت كروموسومات الجيل الأول الهجين. أما الأنواع الثمانية فقد أنتجت بتهجين القمح السداسى (٢ن = ٦س = ٤٢ كروموسومًا) مع الشيلم، ثم مضاعفة كروموسومات الجيل الأول الهجين، ونظرًا لأن إنتاج الطرز الثمانية كان أسهل من الطرز السداسية التى كانت أكثر خصوبة؛ لذا فإنها حظيت باهتمام أكبر فى بادئ الأمر، إلى أن تبينت أفضلية الطرز السداسية التى كانت أكثر خصوبة، كذلك .. أنتجت طرز رباعية (٢ن = ٤س = ٢٨ كروموسومًا) من الترتيكيل على نطاق تجريبى فقط، ووجد أنها أقل فى صفاتها الحقلية والتجارية من الطرز الأخرى.

وقد أنتج الصنف روزنر Rosner فى كندا كأول صنف تجارى من الترتيكيل، وكان واضحًا تفوق هذا الصنف على الطرز التى سبقته من التريتكيل فى قوة الساق (لتجنب الرقاد) والخصوبة والتبكير فى النضج، إلا أنه كان حساسًا للفترة الضوئية، وقليل المحصول. وقد أعقب ذلك إنتاج سلالات الأرماديللو Armadillo فى المكسيك. وقد تميزت هذه السلالات بعدم حساسيتها للفترة الضوئية، وارتفاع محصولها، وقد كانت ٦٠٪ منها أعلى محصولاً من الصنف روزنر، كما كانت ٢٪ منها أعلى محصولاً من أكثر أصناف القمح الكندية إنتاجية. وقد وصل محصول بعض هذه السلالات إلى ٦٧٠٠ كجم/هكتار فى كاليفورنيا، وهو يقارب ما تنتجه أعلى أصناف القمح محصولاً. هذا .. ويفوق الترتيكيل القمح فى محتواه من البروتين والأحماض الأمينية الضرورية. ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Larter (١٩٧٩).

الهجن النوعية فى الجنس *Fragaria*

تعد الفراولة *Fragaria* × *ananassa* من الأمثلة الناجحة للهجن النوعية (تشير علامة الضرب × فى الاسم العلمى إلى أنه ناتج من هجين)؛ فقد جرت محاولات كثيرة فى أوروبا

لعزل تراكيب وراثية جيدة من الأنواع البرية التى كانت شائعة، وهى *F. moschata*، و *F. vesca*، و *F. viridis*، ومن النوعين *F. chiloensis*، و *F. virginiana* – اللذين نقلا إلى أوروبا من الأمريكتين – إلاّ أن هذه المحاولات لم تثمر النتائج التى كانت مرجوة منها، وعندما هُجِّن المزارعون النوعين الأخيرين فى القرن الثامن عشر، ظهرت انعزالات كثيرة فى النسل، وانتخبت الطرز الجيدة لتتطور فيما بعد إلى الفراولة المزروعة.

نقل كروموسومات أو أجزاء من كروموسومات من نوع لآخر

يعرف نقل كروموسومات أو أجزاء كروموسومية من نوع إلى آخر باسم Introgression، وهى ظاهرة تحدث طبيعيًّا، وكان لها فضل كبير فى تطور النباتات المزروعة، كما أنها تتحقق من خلال برامج التربية بإجراء التهجين النوعى المرغوب فيه، ثم إجراء تهجينات رجعية متتابعة لأحد الآباء؛ بغرض تحسين الخصوبة والقدرة على التكاثر واستعادة صفات النوع الرجعى، مع إضافة بعض الجينات من النوع الآخر.

ويفيد التلقيح الرجعى – كثيرًا – فى التغلب على حالة العقم التى تنشأ بعد تهجين نوعين بعيدين عن بعضيهما من الناحية الوراثية؛ لأن الهجين لا يكون متوازنًا سيتولوجيًّا، ولا تتقارن الكروموسومات الآتية من نوعى الآباء مع بعضهما بشكل جيد، ويسرع التلقيح الرجعى إلى أحد الآباء فى التغلب على حالة عدم التوازن السيتولوجى هذه، وربما تكون المحصلة النهائية لعملية التلقيح الرجعى هى إضافة زوج كامل من الكروموسومات إلى النوع المراد تحسينه ليصبح ٢ن + ٢؛ وبذا .. تتكون سلالة إضافة كروموسومية chromosome addition line؛ أو أن يحل زوج كامل من الكروموسومات محل زوج من كروموسومات النوع المراد تحسينه؛ ليصبح ٢ن – ٢ + ٢؛ وبذا تتكون سلالة إحلال كروموسومى Chromosome substitution line. وقد تنقل أجزاء صغيرة من الكروموسومات إلى النوع المراد تحسينه من خلال الانتقالات الكروموسومية، ويتراوح طول الأجزاء المنتقلة من جين واحد إلى أجزاء كبيرة من الكروموسومات.

ومن أشهر الأمثلة على النقل الكروموسومى من نوع إلى آخر .. حالات نقل صفات المقاومة للأمراض من الأجناس *Agropyron*، و *Aegilops*، و *Secale* إلى القمح. وتكفى عدة تهجينات رجعية إلى النوع المزروع لإكمال النقل الكروموسومى فى الحالات التى لا

تختلف فيها الأنواع المهجنة كثيرًا عن بعضها، أما إن كانت الأنواع المهجنة بعيدة عن بعضها .. فإن نقل الأجزاء الكروموسومية المرغوب فيها يتم بتعريض نباتات الجيل الأول للإشعاع لإعطاء الفرصة لحدوث الكسور والالتحامات الكروموسومية المرغوب فيها، وطبيعي أن يكون ذلك متبوعًا بعدة تلقيحات رجعية إلى النوع المراد تحسينه (عن Allard ١٩٦٤، و Briggs & Knowels ١٩٦٧).

التهجين بين القمح والجنس *Aegilops*

تحتوى الحشيشة البرية *Aegilops umbellulata* على صفة المقاومة لمرض صدأ الأوراق التى يتحكم فيها جين واحد سائد، بينما لا توجد هذه المقاومة فى القمح السداسى *Triticum aestivum*. ونجد فى القمح أن ٢ن = ٦س = ٤٢ كروموسومًا بواقع ٧ أزواج من الكروموسومات من كل من الهيئات الكروموسومية A، و B، و D؛ بينما نجد أن الوضع الكروموسومى فى النوع *A. umbellulata* هو ٢ن = ٢س = ١٤ كروموسومًا؛ بواقع ٧ أزواج من كروموسومات الهيئة الكروموسومية C. وبينما يتلقح كل من القمح والنوع *A. umbellulata* مع أنواع أخرى كثيرة .. فإن التلقيح بينهما لا ينجح.

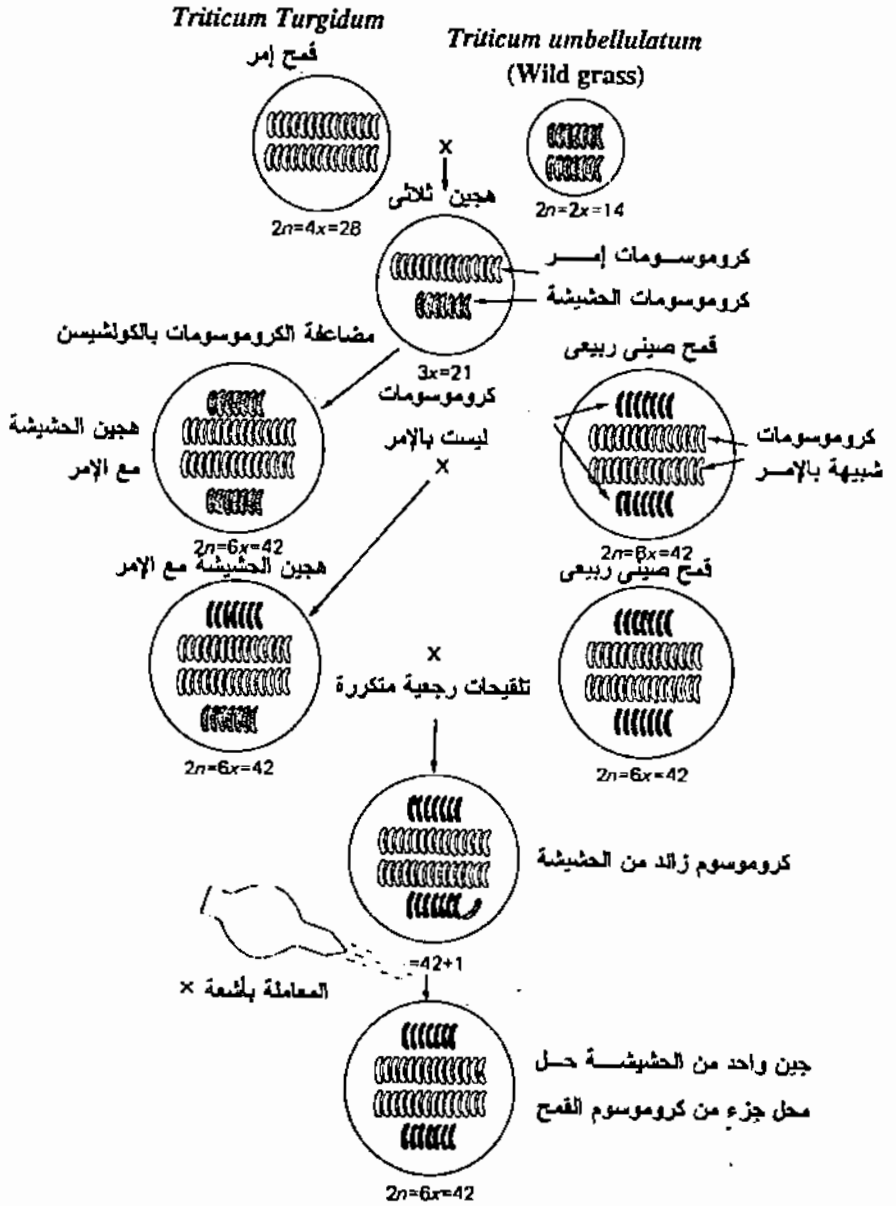
وللتغلب على هذه المشكلة – لنقل صفة المقاومة لصدأ الأوراق من *Aegilops* إلى القمح – هجَّن E. R. Sears القمح emmer الرباعى *T. dicoccoides* (٢ن = ٤س = ٢٨ كروموسومًا بواقع ٧ أزواج من كل من الهيئتين الكروموسوميتين A، و B) مع النوع *Aegilops*، وقد كان الهجين بينهما ثلاثيًا وعقيمًا (٢ن = ٣س = ٢١ كروموسومًا بواقع ٧ كروموسومات من كل من الهيئات الكروموسومية A، و B، و C)، وأدت مضاعفته إلى إنتاج هجين متضاعف شبيه بالثنائى amphidipoid به ٢ن = ٦س = ٤٢ كروموسومًا، بواقع ٧ أزواج من الكروموسومات من كل من الهيئات الكروموسومية A، و B، و C. وكان هذا الهجين المتضاعف خصبًا جزئيًا فى تلقيحاته مع قمح الخبز السداسى، ونتج من محاولات تلقيحه مع القمح هجين، كان به ٢ن = ٦س = ٤٢ كروموسومًا بواقع ٧ أزواج من الكروموسومات من كل من الهيئتين الكروموسوميتين A، و B؛ و ٧ كروموسومات من كل من الهيئتين الكروموسوميتين C، و D (أى كان الهجين: AA BB CD). وقد ظهر بالهجين فى أثناء الانقسام الاختزالى ١٤ وحدة ثنائية الكروموسوم (وهى الخاصة بالهيئتين A، و B)، و ١٤ وحدة أحادية الكروموسوم (وهى الخاصة

بالهيئتين C، و D)، وكان الهجين مقاومًا للصدأ وأقرب فى شكله المظهرى من الحشيشة *Aegilops*. وكانت حبوب لقاحه عقيمة إلى حد كبير، إلاّ أنه أنتج بعض البذور لدى تلقيحه ذاتيًا. وقد قام Sears بتلقيح هذه النباتات رجعيًا، إلى قمح الخبز عدة مرات مع انتخاب النباتات المقاومة للصدأ بعد كل تلقيح. وقد تبين بعد إجراء عدة تلقيحات رجعية أن النباتات المنتخبة كانت ثلاثية الكروموسوم trisomics (أى تحتوى على كروموسوم زائد، وفيها ٢ن = ٤٣)، وتبين أن الكروموسوم الزائد كان من الهيئة الكروموسومية C. وكانت هذه النباتات قليلة الخصوبة، وأسهم فيها الكروموسوم الزائد بعديد من الجينات غير المرغوب فيها؛ مثل التبكير فى الإزهار، وضعف المحصول.

وقد أكمل Sears الحلقة الأخيرة من هذا البرنامج بمعاملة النباتات التى تحتوى على ٤٣ كروموسومًا بالإشعاع قبل الانقسام الاختزالى، ثم استخدم حبوب اللقاح التى أنتجتها فى تلقيح أزهار نباتات أخرى من نفس الهجين لم تعرض للإشعاع، وأعطت هذه التلقيحات ٦٠٩١ نباتًا، كان من بينها ١٣٢ نباتًا مقاومًا للصدأ، ومن بين الفئة المقاومة للصدأ تبين وجود تبادل لأجزاء كروموسومية reciprocal chromosonal interchange فى ١٢ نباتًا منها؛ أى إن كل نبات من الاثنى عشر نباتًا كان به انتقال لقطعة من كروموسوم النوع *Aegilops* – تحتوى على الجين المسئول عن المقاومة للصدأ – إلى أحد كروموسومات القمح. وكانت معظم الانتقالات الخليطة هذه عقيمًا – جزئيًا – واحتوت على صفات أخرى للنوع *Aegilops*؛ مما يدل على أن الجزء الكروموسومى المنقول فى كل منها كان كبيرًا نسبيًا؛ إلا أن أحد النباتات كان مقاومًا للصدأ، بينما كانت صفاته مقبولة كما كان كامل الخصوبة. وقد أظهرت الدراسات السيتولوجية التى أجريت على هذا النبات أن الانتقال الكروموسومى شمل جزءًا صغيرًا جدًا من كروموسوم النوع *Aegilops* لم يحمل سوى الجين المسئول عن المقاومة لمرض صدأ الأوراق (عن Brewbaker ١٩٦٤).

أطلق على الصنف الذى نتج من هذا البرنامج اسم Transfer، وقد استعمل – فيما بعد – فى برامج تربية أخرى عديدة نتج عنها عديدًا من أصناف القمح التجارية المقاومة لصدأ الساق.

ويبين شكل (١٤-١) تخطيطًا لبرنامج التربية الذى أسلفنا بيانه (عن Poehlman & Sleper ١٩٩٥).



قمح ربيعى به جين لمقاومة صدأ الورقة أضيف إليه من *Triticum umbellulatum*

شكل (١٤-١): تخطيط يبين الطريقة التى أمكن بواسطتها نقل صفة المقاومة لمرض صدأ الأوراق من الحشيشة البرية *Aegilops umbellulata* إلى قمح الخبز السداسى *Triticum aestivum*.

ولقد طبقت تلك التقنية – بعد ذلك – فى نقل جينات المقاومة لصدأ الأوراق وصدأ الساق من الأنواع البرية إلى القمح المزروع.

التهجين بين جنس القمح *Triticum* والجنس *Agropyron*

نال التهجين بين جنس القمح *Triticum*، والجنس *Agropyron* اهتمام الكثيرين، وكان الهدف الأصلى هو إنتاج قمح معمر. وبرغم أنه أمكن تحقيق بعض التقدم نحو هذا الهدف .. إلا أن أهم ما تمخضت عنه هذه الدراسات كان انتخاب طرز شبيهة بالقمح، ذات مقاومة جيدة للصدأ والأمراض الأخرى التى يقاومها النوع *Agropyron*، ويعد عدم الثبات السيتولوجى الوراثى من أهم مشاكل النباتات المتضاعفة الشبيهة بالثنائية Amphidiploids لهذا الهجين النوعى.

نقل جين أو جينات مرغوب فيها من نوع لآخر

يعد نقل جين واحد مرغوب فيه أو عدد قليل من الجينات من نوع لآخر أحد أهم أهداف التربية بالتهجينات النوعية.

الهجن النوعية فى الجنس *Lycopersicon*

تتلقح الطماطم *Lycopersicon esculentum* بسهولة تامة مع النوع *L. pimpinellifolium*، وقد أمكن عن طريق هذا التلقيح نقل كثير من الصفات المهمة إلى الطماطم؛ مثل صفات المقاومة للفطريات *Fusariam oxysporum*، و *Stemphylium solani*، و *Cladosporum fulvum*، وغيرها.

كما تتلقح الطماطم بسهولة مع النوع *L. cheesmanii* الذى يتميز بقدرته على تحمل الملوحة العالية، والنوع *L. pennellii* الذى يتميز بقدرته على تحمل ظروف الجفاف.

كذلك .. أمكن تلقيح الطماطم مع النوع *L. hirsutum*، بشرط استعمال الطماطم كأم، وأمكن عن طريق هذا الهجين النوعى نقل عديد من الصفات المهمة؛ مثل المقاومة للفطر *Septoria lycopersici*.

أما النوعان *L. chilense*، و *L. peruvianum* .. فإنها لا يهجنان مع الطماطم إلاّ إذا

استخدم الأخير كأم مع زراعة الأجنة الهجين فى بيئة صناعية، وهى فى المراحل المبكرة لتكوينها، وإلا تدهور الجنين، واختفى داخل الثمرة التى تكمل نموها وهى خالية من البذور.

نجد فى الهجين النوعى *L. esculentum* x *L. peruvianum* أن الإخصاب يحدث وتبدأ البذور فى التكوين، ولكنها تضمحل قبل اكتمال تميز الإندوسبرم فيها، ولا يظهر بالثمار الناضجة سوى بويضات مضمحلة، مثلما يكون عليه الحال فى الثمار البكرية التكوين. ونادرًا ما ينمو الجنين بالثمار فى ذلك التلقيح لمدة ٤٠ يومًا (عن Neal & Topoleski ١٩٨٣).

ولقد وجد أن الجنين فى هذا الهجين النوعى (*L. esculentum* × *L. peruvianum*) نادرًا ما يستمر فى نموه لأكثر من ٢٥ يومًا؛ ولذا .. فإن تلك الأجنة تنقل إلى بيئة خاصة لزراعتها وهى مازالت صغيرة بعمر ١٥-٢٥ يومًا، وهى بيئة موراشيج وسكوج تحتوى على ٢,٥ ميكرومول من إندول حامض الخليك. أعطت هذه البيئة نموًا من الكالوس فى حوالى ٢٠٪ من حالات الأجنة المزروعة، وهى التى تكونت فيها نموات النباتات الهجين (Segeren وآخرون ١٩٩٣).

كذلك أمكن التغلب على عدم التوافق فى الهجين العكسى (*L. peruvianum* x *L. esculentum*) بإجرائه فى الطور البرعمى مع معاملة مياسم *L. peruvianum* ببيئة صناعية مماثلة لإفرازات الميسم التى لا تنتج فى تلك المرحلة من تكوين الزهرة؛ وبذا .. أنبتت حبوب لقاح النوع *L. esculentum* فى هذا التهجين غير المتوافق أصلاً. وقد تطلب الأمر زراعة الأجنة المتكونة بعد ٢٢ يومًا من التلقيح (وهى فى مرحلة النمو الكروى globular إلى القلبى heart-shape) على بيئة صناعية. كذلك أمكن تلقيح سلالة من *L. peruvianum* متوافقة مع *L. esculentum* بحبوب لقاح من النوع الأخير والحصول على نباتات من هذا التهجين. وبتهجين *L. peruvianum* فى الطور البرعمى بحبوب لقاح من هذا الهجين .. أمكن الحصول على نباتات تهجين رجعى تحتوى على ٢٥٪ من جينات الطماطم فى سيتوبلازم *L. peruvianum* (Gradziel & Robinson ١٩٩١).

وقد أمكن عن طريق التلقيح مع *L. peruvianum* نقل عدد من الصفات الهامة إلى الطماطم؛ مثل المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور، والمحتوى المرتفع من فيتامين جـ،

والمقاومة لفيرس التفاف واصفرار أوراق الطماطم التى توجد على مستوى عـال فـى بعـض سلالات النوع *L. peruvianum*.

وقد نوه C. M. Rick فى عام ١٩٨٣ عن وجود سلالتين من *L. peruvianum* يلُقّحـان بسهولة تامة مع الطماطم، وهما LA 1708، و LA 2172. ووجد أن هاتين السلالتين لا تلُقحان مع أية سلالة أخرى من نوعـهما، كمـا لم يكـن الهجـين النوعـى بينـهما وبـين الطماطم صالحًا كقنطرة للتهجين مع سلالات أخرى من النوع *L. peruvianum*؛ رغم أنه كان خصبًا جزئيًا ومتوافقًا فى الهجن الرجعية إلى الطمـاطم (Lindhout & Purimahua ١٩٨٨).

ولمزيد من التفاصيل عن الهجن النوعية فـى النـوع *Lycopersicon* وأوجـه الاسـتفادة بها .. يراجع Rick (١٩٧٩، و ١٩٨٠).

الهجن النوعية فى الجنس *Lactuca*

أمكـن فـى الجنـس *Lactuca* التـهجين بـين *L. sativa* كـأم و *L. virosa* كـأب بالاسـتعانة بتقنية زراعـة الأجنـة، كما أمكن التهجيـن بين *L. sativa* كأم وكلا مـن *L. tatarica*، و *L. perennis* كآباء بالاستعانة بتقنيـة دمـج البروتوبلاسـت (Maisonneuve وآخرون ١٩٩٥).

ولمزيد من الأمثلـة عـن الهجـن النوعيـة يراجـع Knott & Dovrak (١٩٧٦) بشـأن الاستفادة بها فى نقل صفات المقاومة للأمراض من الأنـواع البريـة إلى الأنـواع المزروعـة؛ مثل الطماطم، والبنجر، والبطاطس، والتبغ، وغيرها، ويراجع Uhlinger (١٩٨٢) بشأن الهجن البعيدة بين الأنواع العشبية المعمرة، و Layne (١٩٨٣) بشأن الهجن النوعية فى الفاكهـة، والجمعيـة الأمريكيـة لعلـوم البسـاتين (ASHS ١٩٨٦)، بشـأن التغلـب علـى مشاكل العقم فى الهجن النوعيـة للأجنـاس *Prunus*، و *Malus*، و *Pyrus*، و *Rubus*، و *Vaccinium*؛ ويراجـع Dickson & Wallace (١٩٨٦) بشـأن الهجـن النوعيـة فـى الجنـس *Brassica*، و Whitaker & Robinson (١٩٨٦) بشـأن الهجـن النوعيـة فـى الجنس *Cucurbita*.