البرى *F . chiloensis* ، الذى ينمو على ساحل المحيط الهادى . أجرى التهجين الأول بين النوعين الزرّاع الإنجليز ، منذ أكثر من ١٧٥ عاماً ، وأمكن من خلال مزيد من التهجينات فى النسل – مع انتخاب النباتات المرغوب فيها – الجمع بين صفة الإثمار والنوعية الجيدة التى توجد فى النوع *F . virginiana* ، وصفة الثمار الكبيرة الحجم التى توجد فى النوع *F . chiloensis* ؛ وبذا ظهرت الطرز الجديدة من الشليك المزروع *F . × ananassa* . ولاريب فى أنه حدثت فى الماضى تهجينات نوعية عديدة ، أعقبتها تهجينات رجعية متتالية للهجين النوعى ، ونسله مع أحد أبويه أو كليهما – كل على انفراد – نتج عنها فى نهاية الأمر نقل بعض الصفات من أحد النوعين إلى النوع الآخر ، دون أن يؤثر ذلك فى الوضع التقسيمى للأنواع المهجنة . وتعرف هذه الحالات باسم introgression hybridization وقد يصعب معرفتها فى كثير من الأحيان ، التى لاينتقل فيها سوى عدد محدود من الجينات من نوع إلى آخر ، وأقصى ما يمكن التوصل إليه حينئذ هو التكهن بأن ذلك قد حدث فى الماضى .

وراثة الصفات البسيطة

إن الصفات البسطة هى التى يتحكم فيها عامل وراثى واحد ، يكون ذا تأثير واضح ومحدد على الشكل المظهرى للفرد ، وهى الصفات التى تنعزل فى الجيل الثانى بنسبة ٣ سائد : ١ متنح (فى حالة السيادة التامة) ، وتنعزل فى التلقيح الاختبارى test cross (أى فى التلقيح بين الجيل الأول ، والأب المتنحى فى الصفة) ، بنسبة (١)سائد : (١) متنح . تكون الصفات البسيطة نوعية دائماً ، حتى لو أمكن قياسها كميًا ، وذلك لأنها تتميز – غالباً – بوجود حدود فاصلة فى الشكل المظهرى بين الأفراد المختلفة وراثيا عن بعضها ، فمثلا قد يوجد تفاوت فى أطوال نباتات البسلة ؛ نتيجة لتأثرها بالظروف البيئية ، ولكن يمكن – دائما – التميز بين أطول النباتات القصيرة ، التى يكون تركيبها الوراثى dd ، وأقصر النباتات الطويلة التى يكون تركيبها الوراثى DD أو Dd .. ويعطى كلُّ جين من الجينات التى تتحكم فى الصفات البسيطة رمزًا خاصاً به .

قواعد إعطاء الرموز للجينات

نوجز – فيما يلى – أهم التوصيات الدولية الخاصة بقواعد إعطاء الرموز للجينات (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦ ، Greenleaf ١٩٨٦) .

١- يجب أن يكون اسم الجين دالاً على الصفات المميزة للطفرة ، مع استخدام أقل عدد من الكلمات الإنجليزية أو اللاتينية فى الاسم .

٢- يرمز للجين بحرف أو حروف رومانية مائلة italics ، بحيث يكون الحرف الأول فى الرمز مطابقا للحرف الأول فى اسم الجين ، وقد يضاف حرف أو حرفان آخران للجينات المتشابهة فى حرفها الأول لتُمَيز عن بعضها بعضاً .

٣- يكون الحرف الأول من الرمز كبيراً (capital letter) إذا كانت الطفرة سائدة ، وصغيرا (lowercase letter) إن كانت منتحية أما بقية الحروف فى الرمز .. فتكون صغيرة فى كلتا الحالتين . ويرمز للأليل الذى يتحكم فى الصفة الطبيعية (البرية) بعلامة + ، أو يعطى الرمز العادى متبوعاً بعلامة + صغيرة فى مستوى أعلى إلى اليمين (superscrist) وعليه .. يكون الأليل الطبيعى للجين السائد A هو A^+ وللجين المتنحى y هو y^+ .

٤- لايعطى أى جين جديد رمزا خاصًا به إلا بعد أن يتأيد ذلك بانعزالات إحصائية للجين .

٥- إما أن تعطى الطفرات المختلفة وراثيًا - والتى تكون متشابهة فى تأثيرها المظهرى (mimics) - أسماء مختلفة ، ورموزا مختلفة ، وإما أن تعطى رمزاً عاماً واحداً ويليه شرطة (وربما لاتوضع الشرطة) ثم تعطى رقماً عددياً أو حرفاً رومانياً على نفس المستوى (مثلا pm - 2) . ويعطى الرقم ١ للجين الأول فى سلسلة من هذه الجنيات ، ولكنه قد يذكر ، وربما لا يذكر ، فمثلا يعطى الرمزان I ، و I - 2 للجين الذى يتحكم فى المقاومة للسلالة رقم (١) من الفطر المسبب لمرض الذبول الفيوزارى فى الطماطم ، والجين الذى يتحكم فى السلالة رقم (٢) من نفس الفطر على التوالى . ويوصى دائما باجراء اختبار الأليلية Test of Allelism قبل إعطاء رمز لأى جين فى سلسلة من الجينات من هذا القبيل ؛ وذلك لأن الجينات التى تؤثر فى الصفة نفسها ، والمتحصل عليها من أنواع نباتية مختلفة لاتكون أليلية ، ويمكن فى هذه الحالة - تمييزها برمز صغير فى مستوى أعلى إلى اليمين (Superscript) يدل على اسم النوع .

٦- تعطى الأليلات المتعددة Multiple Alleles لنفس الجين رمزاً عاماً واحدا ، ويليه رقم عددى ،أو حرف رومانى ، يكون فى مستوى أعلى إلى اليمين (superscript) . ويجب دائماً إجراء اختبار الأليلية للتأكد من كون الجنيات أليلية ، أم أنها جينات مختلفة .

٧- أما بالنسبة للأليلات التى توجد فى نفس الموقع الجينى ، التى يكون لها نفس التأثير المظهرى (أى التى لايمكن تمييزها عن بعضها بعضاً) .. فإنها تعطى نفس الرمز وتميز - عند الرغبة فى ذلك - برقم عددى ، أو حرف مميز بين قوسين ، يكون فى مستوى أعلى إلى اليمين .

٨- إما أن تأخذ الجنيات المحورة modifier genes رموزاً عادية ، أوانها تعطى الوصف المناسب لما تحدثه من تأثير مثل : intensifier أو upperssor أو inhibtor ، ويلى ذلك .. شرطة ، ثم رمز الأليل الذى يتأثر بها .

٩- تكون أسبقية النشر هى الفيصل فى الحالات التى أعطى فيها أكثر من رمز لنفس الجين ، أو رمزاً واحداً لأكثر من جين . وتوضع الرموز التى أعطيت خطأ بين قوسين فى قوائم الجينات .

اختبار الأليلية

ذكر اختبار الأليلية Allelism Test أثناء مناقشة قواعد إعطاء الرموز للجينات ، وهو اختبار يجرى لتحديد علاقة الجين بالجينات الأخرى التى تعطى تأثيرا مشابهاً ، فكثيرا مايجد المربى نفسه أمام أكثر من مصدر لصفة من الصفات التى يرغب فى الاستفادة بها فى برنامج التربية ؛ فقد تتوفر - مثلا - عدة مصادر للمقاومة لمرض ما ؛ حيث يتعين - حينئذ - معرفة إن كانت هذه المصادر تحتوى على نفس الجين الخاص بالمقاومة ، أم أنها تحتوى على أليلات مختلفة لنفس الجين ، أم على جينات مختلفة كلية . وترجع أهمية ذلك إلى أن المربى قد يرغب فى زيادة تركيز صفة المقاومة بإدخال أكثر من جين لها فى برنامج التربية ، وقد تتحكم الأليلات المختلفة لنفس الجين فى مستويات مختلفة من المقاومة ، كما قد يتحكم كل منها فى المقاومة لسلالات معينة من المسبب المرضى دون غيرها .

يجرى اختبار الأليلية بتلقيح كل مصدر للصفة مع صنف آخر ، لايحتوى على هذه الصفة ؛ حيث يمكن - بناء على الانعزال المشاهد فى الجيل الثانى لكل تلقيح - معرفة عدد الجينات المتحكمة فى الصفة فى كل مصدر منها ، ويلى ذلك .. تلقيح المصادر المختلفة للصفة مع بعضها بكل الطرق الممكنة ، ودراسة الجيل الثانى لكل تلقيح ، فإن لم تحدث انعزالات .. دل ذلك على اشتراكها فى نفس الجين ، أو الجينات المتحكمة فى الصفة . أما إذا حدثت انعزالات فإن ذلك يكون دليلاً على أن الجينات المتحكمة فى الصفة ليست

آليلية ؛ فيدل – مثلاً – حدوث انعزال بنسبة ١٥ : ١ على احتواء كل مصدر على جين مختلف للصفة ، ويدل انعزال بنسبة ٦٣: ١ على احتواء كل مصدر على جينين للصفة ، واختلاف المصدرين فيما يوجد بهما من جينات ، وكمثال على اختبار الآليلية تُذكر دراسات Zink (١٩٧٣) الذى أجرى ستة تلقيحات بين خمسة أصناف من الخس ؛ لتحديد العلاقة بين جينات المقاومة للبياض الزغبى التى تتوفر فيها ، وحصل على النتائج المبينة فى جدول (٣ – ١) .

جدول (٣ – ١) : نتائج اختبار الآليلية لمصادر مختلفة للمقاومة للبياض الزغبى فى الخس .

التلقيح	الجيل الثانى: مقاوم	الجيل الثانى: قابل للإصابة	مجموع مربع كاى (x^2)	الاحتمال (P)
GL 118 x Meikoningen	٤٦	١٤٦	٠,٠١١١ (١ : ٣)	٠,٩٥–٠,٧٠
GL118 x Ventura	٣٣	٤٨٩	٠,٠٠٤ (١ : ١٥)	٠,٩٥–٠,٧٠
Calmar x Meikoningen	٧٨	١٢٥٢	٠,٣٣٧ (١ : ١٥)	٠,٧٠–٠,٥٠
GL118 x P . Blackpool	٢٥	٣٣٨	٠,٢٥١ (١ : ١٥)	٠,٧٠–٠,٥٠
Calmar x P . Blackpool	٢٢	١٤٢٨	٠,٠٢٩ (١ : ٦٣)	٠,٩٥–٠,٧٠
Calmar x Ventura	١٩	١٢٦٥	٠,٠٥٧ (١ : ٦٣)	٠,٩٥–٠,٧٠

حدود تأثير العامل الوراثى على الشكل المظهرى

إن الجين لايعمل فى فراغ ؛ فهو يؤثر ويتأثر بالجينات الأخرى الموجودة بالتركيب الوراثى للكائن الحى . ورغم أن الجين قد يكون له دور واحد فى التفاعلات الحيوية .. إلا أنه يكون له – غالباً – عدة تأثيرات نهائية على الشكل الظاهرى للكائن الحى ؛ وبذا فإن كل الجينات قد تكون ذات تأثير متعدد ، ويحاول مربو النبات الاستفادة من هذه الحقيقة فى تحديد القيمة الحقيقية للجين ؛ من خلال دراساتهم على السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة Isogenic lines ، وهى السلالات التى تحتوى على آليلات مختلفة لجين واحد ، ولكنها تكون متماثلة – تماماً – فى جميع الجينات الأخرى ، وتنتج بإحدى

طريقتين كما يلى :

١- طريقة التهجين الرجعى Backcross Methad :

خُصِصَ للتربية - بطريقة التهجين الرجعى - فصل مستقل من هذا الكتاب ، وهى تجرى بغرض نقل صفة أو صفات قليلة من سلالة برية أو صنف مزروع إلى صنف تجارى ناجح ، وتعتمد على انتخاب النباتات التى تحتوى على الصفة المراد نقلها بعد التهجين الأصلى ، وتهجينها رجعياً للصنف التجارى وتكرار ذلك نحو ثمانى مرات ؛ حيث نحصل - فى نهاية الأمر - على سلالة جديدة مماثلة تماما للصنف التجارى فى جميع العوامل الوراثية فيما عدا احتوائها على أليل مختلف للجين المطلوب معرفة تأثيره ، وتتميز هذه الطريقة بأنها تسمح بتقييم تأثير الجينات فى الأصناف التجارية الناجحة ، كما أن السلالة الجديدة المنتجة بالتهجين الرجعى .. قد يمكن استعمالها كصنف جديد إن كانت الصفة المنقولة إليها مرغوباً فيها ، ولكن يعاب عليها أنها لاتسمح بتقييم الجين إلا فى خلفية وراثية واحدة ، وهى الخلفية الخاصة بالصنف التجارى الذى استخدم كأب رجعى ، بينما قد يختلف تأثير الجين باختلاف الخلفية الوراثية للصنف الذى نقل إليه .

٢- طريقة التلقيح الذاتى مع انتخاب النباتات الخليطة فى الجين المراد دراسة تأثيره :

يسهل اتباع هذه الطريقة مع الجينات التى يكون فيها الفرد الخليط وسطاً فى صفاته بين الأبوين - أى فى حالات السيادة غير التامة incomplete dominance - وإن كانت ممكنة - بيد أنها تتطلب جهداً أكبر - مع الجينات ذات السيادة التامة ، وهى تعتمد على تمييز الأفراد الخليطة فى الجين المراد دراسة تأثيره ، إما مباشرة فى حالات السيادة غير التامة ، وإما بعد اختبار النسل فى حالات السيادة التامة ، وتلقيحها ذاتياً ، وتكرار ذلك لنحو ثمانية أجيال ، يبدأ ذلك فى الجيل الثانى للتلقيح بين صنفين يختلفان فى عدة صفات ، ويحتويان على أليلين مختلفين للجين المراد دراسة تأثيره ؛ حيث يتم انتخاب مجموعة من النباتات التى تمثل أكبر قدر من الاختلافات المشاهدة فى الصفات الحقلية أو البستانية الهامة ، مع ضرورة أن تكون جميعها خليطة فى الجين موضع الدراسة . ومع تلقيح هذه النباتات ذاتياً ، وتكرار ذلك فى نسل كل منها حتى الجيل السابع .. نحصل فى

الجيل الثامن على سلالتين أصيلتين من كل سلسلة من التلقيحات الذاتية ، وتكون سلالتا كل زوج منها متشابهتين تماما فى جميع العوامل الوراثية ، فيما عدا اختلافهما فى احتواء إحداهما على أحد الأليلات ، واحتواء الأخرى على الأليل الآخر للجين المراد تقييمه ، ويمكن بهذه الطريقة دراسة تأثير الجين فى الشكل المظهرى فى خلفيات وراثية متنوعة ، ولكن يعاب عليها أنها لاتصلح فى المحاصيل الخلطية التلقيح التى تتدهور بالتربية الداخلية (أى بالتلقيح الذاتى الصناعى) حيث تفقد قوة نموها ، وبذا لايمكن دراسة التأثير الحقيقى للجين تحت الظروف الطبيعية ، كما أن التراكيب الوراثية الناتجة من برنامج التلقيح الذاتى تكون غالبا غير صالحة للاستعمال التجارى .

ونظراً لأن إنتاج السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة تماماً يستغرق جهدا كثيرا وفترة زمنية طويلة .. لذا يكتفى الباحثون - عادة - بسلالات على درجة أقل من التشابه ، يطلق عليها اسم near - isogenic lines ويتطلب إنتاج هذه السلالات عدداً أقل من الهجن الرجعية - مقارنة بالسلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة تماما - عند إنتاجها بالطريقة الأولى ، وعدداً أقل من أجيال التربية الداخلية عند إنتاجها بالطريقة الثانية . ويجب أن يؤخذ فى الحسبان - حينئذ - أن السلالات المنتجة ربما تختلف فى عدد قليل من الجينات التى لايكون تأثيرها المظهرى واضحاً ، كذلك يصعب نقل جين واحد مرغوب فيه من نوع برى إلى نوع مزروع ، دون أن تنتقل معه الجينات القريبة منه على الكروموسوم ، التى ترتبط معه بشدة ، وتبقى معه مهما كان عدد التهجنيات الرجعية إلى النوع المزروع .

ويصعب - فى بعض الأحيان - معرفة إن كان الجين متعدد التأثير ، أم أنه يرتبط بقوة بجينات أخرى . وبينما لايكون لذلك أية أهمية - عملياً - مادام المربى يحصل على الصفات المرغوب فيها ، إلا أن الأمر يكون مختلفا فى حالة ظهور صفات غير مرغوبة مع الصفة المرغوب فيها على الدوام ؛ فينبغى فى هذه الحالة - الاستغناء عن الجين إن كان ذا تأثير متعدد ، أو محاولة كسر الارتباط غير المرغوب فيه إن وجد مثل هذه الارتباط (Allard ١٩٦٠) .

ولبيان أهمية السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة فى تقدير القيمة الحقيقية للجين نستعرض دراسات Emery & Munger (١٩٧٠ أ ، ١٩٧٠ ب) على الطماطم ؛ فقد أنتج

الباحثان سلالات ذات أصول وراثية متشابهة من ثلاثة أصناف من الطماطم ، هى : فايربول Fireball ، وجاردنر Gardner ، وكورنل ٥٤ - ١٤٩ Cornell 54 - 149 تختلف فى العوامل الوراثية المتحكمة فى صفات النمو المحدود ، والنمو غير المحدود ، والنمو المتقزم ، وعنق الثمرة الخالى من المفصل jointless ؛ ثم قارنا هذه السلالات على مسافات زراعة مختلفة ، وتدل نتائج دراساتهم على أن السلالات المحدودة النمو أنتجت محصولاً أعلى خلال الأسابيع الأربعة الأولى من الحصاد ، ولكن تساوى محصولها الكلى مع محصول السلالات غير المحدودة النمو ، وكان محصول كل منهما أعلى من محصول كل من السلالات المتقزمة والسلالات العديمة المفصل ، كما كان محصول السلالات عديمة المفصل أعلى من محصول السلالات المتقزمة فى الأسبوع الأخير من الحصاد . وقد استجابت السلالات المحدودة النمو لمسافات الزرعة الضيقة بإعطائها محصولا أعلى من السلالات الأخرى ، خاصة فى الأسابيع الثلاثة الأولى من الحصاد . كما أنتجت السلالات غير المحدودة النمو والعديمة العقدة ثمارا أكبر ، ذات محتوى أعلى من المواد الصلبة الذائبة الكلية عما فى السلالات المحدودة النمو فى كل الأصناف ، وفى مسافات الزراعة المستعملة (وهى ١٥ × ١٨٠ سم ، و ٤٥ × ١٨٠ سم) ، ولكن اختلف مقدار الفرق فى حجم الثمار ، ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة باختلاف الصنف . أما السلالات المتقزمة .. فقد أعطت ثماراً أصغر حجما من السلالات غير المتقزمة إلا أن السلالتين تساوتا فى محتواهما من المواد الصلبة الذائبة . وتعنى هذه النتائج .. أن جميع الجينات التى درست كانت ذات تأثير متعدد .

الانعزالات الوراثية

إن الانعزالات الوراثية Genetic Recombinations هى المصدر الرئيسى للاختلافات الوراثية التى يستعملها المربى فى برامج التربية لأجل تحسين النباتات ، كما أنها ترتبط ارتباطا وثيقاً بطريقة التلقيح السائدة فى المحصول ، ولذا .. فإن فهم الأساس الوراثى للعشائر النباتية وكيفية تداولها فى برامج التربية يتطلب إلماما تاماً بكل مايتعلق بالانعزالات الوراثية .