حدود تأثير العامل الوراثى على الشكل المظهرى

إن الجين لا يعمل 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 – غالبًا – 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 . نة لجين واحد، ولكنها تكون متماثلة – تمامًا – فى جميع الجينات الأخرى.

طرق إنتاج السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة

تنتج السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة بإحدى طريقتين، كما يلى:

طريقة التهجين الرجعى Backcross Method

تجرى التربية بطريقة التهجين الرجعى 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 رجعيًا للصنف التجارى وتكرار ذلك نحو ثمانى مرات؛ حيث نحصل – فى نهاية الأمر – على سلالة جديدة مماثلة تمامًا للصنف التجارى فى جميع العوامل الوراثية فيما عدا احتوائها على آليل مختلف للجين المطلوب معرفة تأثيره.

تتميز 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 مرغوبًا فيها، ولكن يعاب عليها أنها لا تسمح 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.

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

يسهل اتباع هذه الطريقة مع الجينات التى يكون فيها الفرد الخليط وسطًا فى صفاته

بين الأبوين – أى فى حالات السيادة غير التامة incomplete dominance – وإن كانت ممكنة – بيد أنها تتطلب جهدًا 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 ذاتيًا. وتكرار ذلك لنحو ثمانية أجيال. يبدأ ذلك فى الجيل الثانى للتلقيح بين صنفين يختلفان فى عدة صفات، ويحتويان على آليلين 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 ذاتيًا، 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 تمامًا فى جميع العوامل الوراثية، فيما عدا اختلافهما فى احتواء إحداهما على أحد الآليلات، واحتواء الأخرى على الآليل الآخر للجين المراد تقييمه.

يمكن بهذه الطريقة دراسة تأثير الجين على الشكل المظهرى فى خلفيات وراثية متنوعة، ولكن يعاب عليها أنها لا تصلح فى المحاصيل الخلطية التلقيح التى تتدهور بالتربية الداخلية (أى بالتلقيح الذاتى الصناعى) حيث تفقد نموها، وبذا لا يمكن دراسة التأثير الحقيقى للجين تحت الظروف الطبيعية، كما أن التراكيب الوراثية الناتجة من برنامج التلقيح الذاتى تكون غالبًا غير صالحة للاستعمال التجارى.

السلالات ذات الأصول الوراثية القريبة من التماثل

نظرًا لأن إنتاج السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة تمامًا يستغرق جهدًا كبيرًا وفترة زمنية طويلة .. لذا يكتفى الباحثون – عادة – بسلالات على درجة أقل من التشابه، يطلق عليها اسم near-isogenic lines ويتطلب إنتاج هذه السلالات عددًا أقل من الهجن الرجعية – مقارنة بالسلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة تمامًا – عند إنتاجها بالطريقة الأولى، وعددًا 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 لا يكون تأثيرها المظهرى واضحًا، 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 التهجينات الرجعية إلى النوع المزروع.

أهمية السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة للمربى

لبيان أهمية السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة فى تقدير القيمة الحقيقية للجين نستعرض دراسات Emery & Munger (١٩٧٠ أ، ١٩٧٠ ب) على الطماطم، فقد انتج 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 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 الزراعة الضيقة بإعطائها محصولاً أعلى من السلالات الأخرى، خاصة فى الأسابيع الثلاثة الأولى من الحصاد، كما أنتجت السلالات غير المحدودة النمو والعديمة العقدة ثمارًا 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 ثمارًا أصغر حجمًا 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.

التأثيرات المتعددة للجين

يصعب – فى بعض الأحيان – معرفة إن كان الجين متعدد التأثير (أى إنه ذات pleiotropic effect)، أم أنه يرتبط بقوة بجينات أخرى. وبينما لا يكون لذلك أية أهمية – عمليًا – مادام المربى يحصل على الصفات المرغوب فيها، إلا أن الأمر يكون مختلفًا فى حالة ظهور صفات غير مرغوب فيها 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 ١٩٦٤).

ومن أبرز الأمثلة على التأثيرات المتعددة للجين تلك التى تحدثها الطفرات المتنحية التى تنشأ فى الخوخ وتحوله إلى النكتارين ذات الثمار الملساء؛ فمثلاً .. ظهرت فى عام ١٩٨٨ طفرة نكتارين فى صنف الخوخ TropicBeauty فى بستان التربية بجامعة فلوريدا. وقد أظهرت تلك الطفرة – وهى بسيطة ومتنحية ويؤدى وجودها بحالة أصيلة إلى إنتاج ثمار ملساء – أظهرت قدرًا أكبر من احتياجات البرودة وفترة أقصر لاكتمال تكوين الثمار. وفى عام ١٩٨٩ ظهرت طفرة أخرى فى أحد فروع سلالة الخوخ M3-1 فى نفس البستان، وبدا أنها أقرب فى صفاتها إلى الصفات المميزة للنكتارين. وقد قورنت هاتين الطفرتين بصنفى الخوخ الأصليين، وتبين أن لكل منهما تأثيرات متعددة أخرى حيث كانت ثمارها أصغر حجمًا، وأكثر استدارة، وأكثر عقدًا، وكان لونها أشدّ احمرارًا، كما ظهرت بها تغيرات فى محتواها من السكريات والأحماض العضوية مقارنة بأصليهما من الخوخ. كذلك أظهرت إحدى طفرتى النكتارين تأخّرًا فى الإزهار، وميلاً إلى التلون الأحمر للأوراق قبل سقوطها فى الخريف (Wen وآخرون ١٩٩٥).

الانعزالات الوراثية

إن الانعزالات الوراثية Genetic Recombinations هى المصدر الرئيسى للاختلافات الوراثية التى يستعملها المربى فى برامج التربية لأجل تحسين النباتات، كما أنها ترتبط ارتباطًا وثيقًا بطريقة التلقيح السائدة فى المحصول؛ ولذا .. فإن فهم الأساس الوراثى للعشائر النباتية وكيفية تداولها فى برامج التربية يتطلب إلمامًا تامًّا بكل ما يتعلق بالانعزالات الوراثية.