برنامج التهجين الرجعى لنقل الصفات فى الحالات الأخرى

كانت حالة نقل صفة بسيطة سائدة التى سبق شرحها أبسط الحالات التى يجرى فيها برنامج التربية بالتهجين الرجعى ؛ لسهولة تمييز النباتات التى تحمل الصفة التى يُراد نقلها بعد كل تلقيح رجعى مباشرة . ولايختلف برنامج التربية بالتهجين الرجعى لنقل أية صفة أخرى – فى جوهره – عما سبق بيانه بالنسبة للصفة البسيطة السائدة ، وتنحصر أوجه الاختلاف – دائماً – فيما يجب عمله لمعرفة النباتات التى تحمل الصفة المرغوبة خلال أجيال التربية .

نقل صفة بسيطة ذات سيادة غير تامة

عندما تكون الصفة المراد نقلها بسيطة ، وذات سيادة غير تامة Incomplete Dominance – أى حينما يكون الفرد الخليط (Aa) متميزاً فى شكله المظهرى عن الفردين : السائد الأصيل (AA) ، والمتنحى الأصيل (aa) – فإن تمييز النباتات الحاملة للتركيب الوراثى المرغوب يكون أسهل لغياب السيادة . ولايوجد – فى هذه الحالة – أى داع للتلقيح الذاتى بعد أى تلقيح رجعى ، سوى بعد التلقيح الرجعى الأخير – وليكن السادس F_1BC_6 الذى تظهر فيه نباتات متنحية أصيلة (aa) وخليطة (Aa) بنسبة ١ : ١ فإذا كانت الصفة المرغوبة هى المتنحية .. تستعمل النباتات الحاملة لهذه الصفة مباشرة ، كبذور مربى لإكثار الصنف الجديد . أما إذا كانت الصفة المرغوبة هى السائدة .. فإنه يلزم فى هذه الحالة تلقيح النباتات التى تحمل الصفة بحالة خليطة (Aa) تلقيحاً ذاتيًا لإنتاج الجيل الثانى للتلقيح الرجعى السادس (F2BC6) ، الذى تنعزل فيه النباتات إلى متنحية أصيلة (aa) وخليطة (Aa) ، وسائدة أصيلة (AA) بنسبة ١ : ٢ : ١ ، و تستعمل الفئة الأخيرة من النباتات (وهى السائدة الأصيلة) كبذور مربٍّ ، حيث يمكن تمييزها عن النباتات الخليطة لغياب السيادة .

نقل صفة بسيطة متنحية

تُتبع فى نقل الصفة البسيطة المتنحية نفس الخطوات التى سبق بيانها بالنسبة للصفة البسيطة السائدة ، مع مراعاة أن تحمل النباتات المنتخبة فى كل جيل – لتلقيحها رجعيًا – أليلاً واحداً على الأقل للصفة المتنحية التى يراد نقلها ؛ أى إن هذه النباتات إما أن تكون

خليطة Aa ، وإما متنحية أصيلة aa . ونظراً لأن نباتات الجيل الأول (التى تنشأ من تلقيح الأب المعطى aa مع الأب الرجعى AA) تكون خليطة (Aa) ؛ لذا .. فإنها تلقح رجعيا مباشرة لإنتاج نباتات الجيل الأول للتلقيح الرجعى الأول F_1BC_1 ، وهى التى تنعزل إلى خليطة (Aa) ، وسائدة أصيلة (AA) بنسبة ١ : ١ ، ولكنها تكون جميعها متشابهة مظهريا . وهنا يتعين على المربى أن يتبع إحدى ثلاث طرق لضمان استمرار وجود الأليل المتنحى (a) فى النباتات التى تلقح رجعيًا ، وهى كما يلى :

١- تلقيح كل نبات من نباتات الجيل الأول للتلقيح الرجعى الأول F_1BC_1 ذاتيًا ؛ لإنتاج بذور الجيل الثانى للتلقيح الرجعى الأول F_2BC_1 : تنقسم الأنسال المنتجة إلى فئتين متساويتين : فئة تظهر بجميع نباتاتها الصفة السائدة ، وهى التى تنتج من التلقيح الذاتى للنباتات السائدة الأصيلة ، ويتم استبعادها ، وفئة ينعزل فيها النسل إلى نباتات متنحية وأخرى سائدة ، بنسبة ١ : ٣ ، وهى التى تنتج من التلقيح الذاتى للنباتات الخليطة . وتنتخب النباتات الحاملة للصفة المتنحية - لأنها تكون أصيلة (aa) - وتلقح رجعيًا لإنتاج بذور الجيل الأول للتلقيح الرجعى الثانى ، F_1BC_2 ، ويستمر اتباع الأسلوب نفسه مع بقية التلقيحات الرجعية . ويفضل اتباع هذه الطريقة ، عندما لاتوجد حاجة ملحة إلى العجلة فى برنامج التربية .

٢- اتباع نفس الطريقة السابقة - أى تلقيح نباتات الجيل الأول للتلقيح الرجعى الأول F_1BC_1 ذاتياً - ولكن مع تلقيح كل نبات منه - كذلك - فى نفس الوقت - رجعيًا إلى الأب الرجعى ، لإنتاج بذور الجيل الأول للتلقيح الرجعى الثانى F_1BC_2 . وبناء على نتائج الانعزالات المشاهدة فى الجيل الثانى للتلقيح الرجعى الأول F_1BC_2 .. يستمر برنامج التربية مع نباتات الجيل الأول للتلقيح الرجعى الثانى F_1BC_2 التى استخدم فى إنتاجها نباتات ظهر فى نسلها - الناتج من التلقيح الذاتى - أى فى الجيل الثانى للتلقيح الرجعى الأول F_2BC_1 - انعزالات متنحية (يكون تركيبها الوراثى aa) ، وسائدة (يكون تركيبها الوراثى Aa ، و AA) بنسبة ١ : ٣ ؛ ويعنى ذلك أن هذه النباتات التى ظهرت الانعزالات فى نسلها عند تلقيحها ذاتياً كانت خليطة Aa . وقد لقحت هذه النباتات ذاتها - وهى من الجيل الأول للتلقيح الرجعى الأول F_1BC_1 - رجعياً إلى الأب الرجعى AA ، وهو ما يعنى أن نباتات الجيل الأول للتلقيح الرجعى الثانى - التى استخدمت هذه النباتات

الخليطة Aa فى إنتاجها – تنعزل إلى خليطة Aa وسائدة أصيلة بنسبة ١ : ١ . يستمر برنامج التربية مع هذه النباتات ، ويتبع نفس الأسلوب مع بقية التلقيحات الرجعية .

يؤدى اتباع هذه الطريقة إلى تقصير المدة اللازمة لإجراء التلقيحات الرجعية إلى النصف ، ولكنها تتطلب جهداً إضافياً فى إنتاج الجيل الثانى بعد كل تلقيح رجعى مع زيادة عدد التلقيحات التى ينبغى إجراؤها عند كل تهجين رجعى ، وزيادة أعداد النباتات التى تلزم زراعتها . ويوصى – عند اتباع هذه الطريقة – بالعدول عنها إلى الطريقة الأولى بعد كل تلقيحين رجعيين ، لانتخاب نباتات متنحية أصيلة aa ، هى التى يستمر معها برنامج التربية لكى تشاهد النباتات الحاملة للصفة التى يراد نقلها – على فترات – خلال برنامج التربية .

٣- يمكن الاستمرار فى برنامج التربية كما لو كانت الصفة سائدة ، ولكن مع إجراء التلقيح الذاتى لإنتاج الجيل الثانى بعد كل تلقيحين رجعيين ، فيلقح الأب المعطى (aa) مع الأب الرجعى Aa ، ثم يلقح الجيل الأول Aa رجعياً إلى الأب الرجعى لإنتاج الجيل الأول للتلقيح الرجعى الأول F_1BC_1 الذى ينعزل إلى نباتات خليطة Aa وسائدة أصيلة AA بنسبة ١ :١ ، وتبدو جميعها – مظهرياً – سائدة بالنسبة للصفة التى يُراد نقلها . يلقح عدد كبير من نباتات هذ الجيل – رجعياً – إلى الأب الرجعى لإنتاج الجيل الأول للتلقيح الثانى F_1BC_2 . تبدو جميع نباتات هذا الجيل – مظهرياً – سائدة بالنسبة للصفة التى يراد نقلها ولكن تركيبها الوراثى يتوقف على النبات الذى استخدم فى التلقيح الرجعى الثانى ؛ فالنباتات السائدة الأصيلة AA تعطى عند تلقيحها رجعيًا نباتات سائدة أصيلة أيضاً ، أما النباتات الخليطة Aa فإنها تعطى عند تلقيحها رجعيا نباتات تنعزل إلى خليطة Aa ، وسائدة أصيلة ، بنسبة ١ : ١ ؛ أى إن نباتات الجيل الأول للتلقيح الرجعى الثانى F_1BC_2 تنعزل – عملياً – إلى خليطة Aa وسائدة أصيلة بنسبة ١ : ٣ . يلقح عدد كبير من نباتات هذا الجيل ذاتياً ؛ لإنتاج الجيل الثانى للتهجين الرجعى الثانى F_2BC_2 ، وتستبعد جميع الأنسال التى تبدو سائدة بالنسبة للصفة التى يراد نقلها ، سواء أكانت خليطة Aa ، أم أصيلة AA ، ويحتفظ فقط بالنباتات التى تحمل الصفة التى يراد نقلها ، والتى تكون متنحية أصيلة aa وتلقح هذه النباتات – رجعيًا – إلى الأب الرجعى ؛ لإنتاج الجيل الأول للتلقيح الرجعى الثالث F_2BC_3 ... وهكذا .. يستمر برنامج التربية على هذا النحو ، بإنتاج الجيل الثانى بعد كل تلقيحين رجعيين .

ويتعين – فى جميع الحالات – إجراء التلقيح الذاتى بعد التلقيح الرجعى الأخير ؛ لعزل النباتات التى تحمل الصفة المرغوب فيها بحالة أصيلة ؛ فلو كان التلقيح الرجعى الأخير هو السابع .. فإن نباتاته تلقح ذاتيًا لإنتاج الجيل الثانى F_2BC_7 الذى تنتخب منه النباتات الحاملة للصفة المتنحية بحالة أصيلة aa ، وتلقح ذاتيًا لإنتاج بذور الجيل الثالث F_3BC_7 التى تعد بذور المربى .

نقل صفة كمية

يتطلب نقل الصفات الكمية إنتاج الجيلين الثانى والثالث ، بعد كل تلقيح رجعى ؛ ليمكن تأصيل الصفة التى يُراد نقلها فى النباتات التى تلقح رجعياً ؛ فتلقح النباتات الناتجة من أى تلقيح رجعى ذاتيًا ؛ لإنتاج الجيل الثانى الذى تنتخب منه أكثر النباتات إظهاراً للصفة التى يراد نقلها ، وهى التى تلقح ذاتيًا لإنتاج الجيل الثالث ؛ لتحقيق هدفين ، هما : اختبار نسل النباتات المنتخبة للتأكد من حملها للصفة ، وانتخاب نباتات أصيلة فى جميع الجينات التى تتحكم فى الصفة التى يُراد نقلها لتلقيحها رجعيا ، ويتكرر هذا الإجراء بعد جميع التلقيحات الرجعية ، بما فى ذلك التلقيح الرجعى الأخير – وليكن السابع – ثم تلقح النباتات المنتخبة من التلقيح الرجعى الأخير (أى F_3BC_7) ذاتياً لإنتاج بذور الجيل الرابع (F_4BC_7) ، التى تعد بمثابة بذور المربى .

يتبع نفس الأسلوب السابق عند الرغبة فى نقل الصفات الكمية ذات درجات التوريث المنخفضة ، ولكن يلزم – فى هذه الحالة – زراعة أعداد كبيرة من نباتات الجيلين الثانى والثالث بعد كل تلقيح رجعى ؛ لأن درجة التوريث المنخفضة تؤدى إلى صعوبة معرفة التراكيب الوراثية المرغوب فيها . وقد يتطلب الأمر إنتاج الجيل الرابع بعد كل تلقيح رجعى للتأكد من تواجد الصفة بحالة أصيلة فى النباتات المنتخبة قبل تلقيحها رجعيًا .

وجدير بالذكر أن درجة توريث الصفة تعد أكثر أهمية من كونها بسيطة ، أو كمية ؛ إذ يكون من الأسهل تتبع صفة كمية ذات درجة توريث مرتفعة عن صفة بسيطة ذات درجة توريث منخفضة .

نقل صفتين أو أكثر إلى صنف واحد

إذا احتوى الصنف المعطى على صفتين هامتين أو أكثر ، ورغب المربى فى نقلها معًا

إلى الصنف الرجعى .. فإنه يسلك فى سبيل تحقيق ذلك إحدى طريقتين ؛ هما :

١- نقل الصفات معًا فى برنامج تربية واحد :

يلزم فى هذه الحالة زراعة أعداد كبيرة من نباتات كل جيل رجعى ، وكذلك عند إنتاج الجيلين الثانى أو الثالث بعد كل تلقيح رجعى ؛ لإتاحة الفرصة لظهور انعزالات تجمع الصفات المراد نقلها معًا ، ويراعى - عند نقلها - كل ما سبق بيانه بالنسبة لنوعيات الصفات المختلفة .

٢- نقل الصفات فى برامج تربية مستقلة ومتوازية :

تعامل كل صفة مستقلة فى برنامج تهجين رجعى منفصل ، وفى نهاية البرامج .. نحصل على أصناف جديدة ، لا تختلف عن الأب الرجعى إلا فى احتواء كل منها على صفة جديدة من الصفات المراد نقلها . وبتلقيح هذه الأصناف معًا ، ثم إنتاج الجيل الثانى .. نحصل على انعزالات وراثية ، تجمع الصفات المرغوبة معًا بحالة أصيلة بالإضافة إلى بقية صفات الأب الرجعى . هذا .. ويفضل اتباع هذه الطريقة على الطريقة الأولى ؛ لأنه قد يصعب تقييم النباتات فى كل الصفات التى يراد نقلها فى آن واحد ، ولأنها - أى الطريقة الأولى - تحتاج إلى زراعة أعداد كبيرة من النباتات بعد كل تلقيح رجعى للحصول على نبات واحد على الأقل من التركيب الوراثى المرغوب ؛ فعلى سبيل المثال .. تلزم زراعة ٧٢ نباتاً على الأقل بعد كل تلقيح رجعى للعثور على نبات واحد - على الأقل - خليط فى أربعة عوامل وراثية - مع احتمال فشل ١٪ - عند الرغبة فى نقل أربع صفات بسيطة سائدة - معًا - مرة واحدة .. بينما تلزم زراعة ٧ نباتات فقط بعد كل تلقيح رجعى للعثور على نبات واحد على الأقل خليط فى إحدى هذه الصفات - مع احتمال فشل ١٪ عند الرغبة فى نقلها فى برامج تربية مستقلة ومتوازية ؛ فيكون - بالتالى - عدد النباتات التى تلزم زراعتها فى البرامج الأربعة هو ٧ × ٤ = ٢٨ نباتاً فقط .

تأثير الارتباط بين الصفة المنقولة وغيرها من الصفات على برنامج التربية

تنتقل الصفات المرتبطة بالصفة التى يُراد نقلها بالتلقيح الرجعى - تلقائيًا - مع الصفة المطلوبة جيلاً بعد جيل . وغالباً ماتكون هذه الصفات غير مرغوب فيها ، خاصة أن طريقة