٩ – تسمح هذه الطريقة – كذلك – بدراسة وراثة بعض الصفات النوعية الهامة من واقع البيانات المتجمعة فى سجلات النسب.

أما عيوب التربية بطريقة انتخاب النسب .. فهى كما يلى:

١ – يستغرق حفظ سجلات النسب قدرًا كبيرًا من وقت المربى وجهده؛ بما لا يسمح له بالعمل فى تلقيحات أو برامج أخرى.

٢ – يعتمد نجاح هذه الطريقة على مهارة المربى، حيث لا يكون للانتخاب الطبيعى مكانًا فيها.

٣ – لا يكون الانتخاب للمحصول فى الجيلين الثانى والثالث فعّالاً، وإذا لم يحتفظ بعدد كاف من النباتات والأنسال فإن بعض التراكيب الوراثية القيمة قد تفقد فى الأجيال الانعزالية الأولى.

٤ – زيادة مساحة الأرض التى تلزم لإجراء برنامج التربية.

٥ – لا تسمح بزراعة بعض أجيال التربية فى غير المواسم الزراعية المعتادة التى تظهر فها صفات المحصول، وهو ما يعنى زيادة برنامج التربية عدة سنوات بالنسبة لطرق التربية الأخرى.

طرق التربية المحورة من طريقة انتخاب النسب

أدخل بعض المربين تحورات – بعضها جذرى – على التربية بطريقة انتخاب النسب. وتهدف هذه التحورات إما إلى إبطاء الوصول إلى حالة الأصالة الوراثية، مع زيادة الفرصة لظهور الانعزالات المرغوب فيها، وإما إلى تسهيل عملية الوصول إلى الأصالة الوراثية قبل بدء عملية الانتخاب. ونذكر – فيما يلى – أهم هذه التحورات.

انتخاب النسب المتكرر

يجرى انتخاب النسب المتكرر Recurrent-Pedigree Selection فى الحالات التى يسهل فيها إجراء التلقيحات، وعندما يعطى كل تلقيح عددًا كبيرًا من البذور. لا تختلف هذه الطريقة عن انتخاب النسب العادى إلا فى الأجيال المبكرة لعملية الانتخاب حيث تلقح النباتات المنتخبة مع بعضها بصورة منظمة، أو بشكل عشوائى، ثم يستمر

برنامج التربية بطريقة انتخاب النسب بشكل عادى بعد ذلك. وتؤدى عملية تلقيح النباتات المنتخبة – معًا – إلى إبطاء الوصول إلى حالة الأصالة الوراثية، مع زيادة فرصة ظهور انعزالات فائقة.

انتخاب النسب الرجعى

يجرى انتخاب النسب الرجعى Backcross-Pedigree Selection عندما يفوق أحد الأصناف التى يبدأ بها برنامج التربية بدرجة ملحوظة الأصناف الأخرى، حيث يفضل – حينئذٍ – تلقيح الجيل الأول والجيل الثانى – وربما الجيل الثالث أيضًا – رجعيًّا إلى الأب الفائق، بغرض استرجاع أكبر قدر من صفاته، ويستمر برنامج التربية – بعد ذلك – بطريقة انتخاب النسب بشكل عادى؛ لإعطاء الفرصة لظهور انعزالات فائقة الحدود.

التحدر من بذرة واحدة

كل Goulden هو أول من اقترح هذه الطريقة لتحسين القمح فى عام ١٩٤١؛ كبديل لطريقة انتخاب النسب العادية، ولكنه لم يسمها بهذا الاسم. ولم يظهر الإسم الذى عرفت به هذه الطريقة – وهو التحدر من بذرة واحدة – إلا فى سنة ١٩٦٢؛ بواسطة Johnson & Bernard. وكان Brim هو أول من استعملها فى برنامج للتربية (لتحسين فول الصويا) فى عام ١٩٦٦، ولكنه أشار إليها كطريقة انتخاب نسب محورة modified pedigree method (عن Fehr ١٩٨٧).

تناسب هذه الطريقة كلا من النباتات الذاتية التلقيح والخلطية التلقيح (التى لا تتدهور بالتربية الداخلية)، مع إخضاعها – بطبيعة الحال – للتلقيح الذاتى الصناعى.

وتعد هذه الطريقة من أسهل الطرق للوصول إلى الأصالة الوراثية بأقل جهد. كما يمكن اختصار الوقت بزراعة جيلين أو أكثر فى كل عام، يكون أحدهما فقط تحت ظروف الحقل، وتكون الأجيال الأخرى فى البيوت المحمية، دونما اعتبار لتأثير الظروف البيئية على الشكل الظاهرى. ويمكن اختصار الوقت اللازم للوصول إلى الأصالة الوراثية بحصاد البذور أو الثمار، بعد تكون الأجنة مباشرة، ثم فصل الأجنة منها

وزراعتها فى بيئات خاصة. ويعقب الوصول إلى الأصالة الوراثية الاستمرار فى التربية بأى نظام للانتخاب.

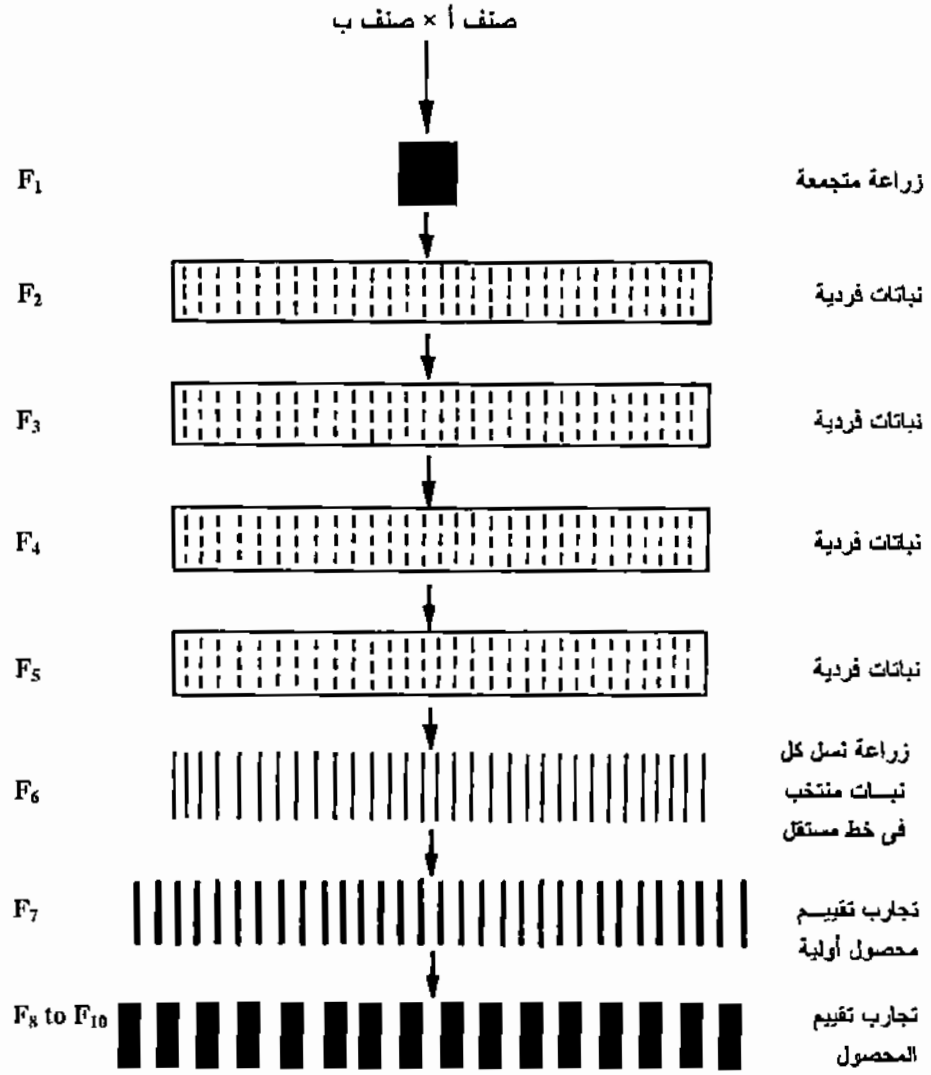
تتلخص الطريقة الكلاسيكية للتحدر من بذرة واحدة Single Seed Descent كما اقترحها Brim فى عام ١٩٦٦ (عن Gritton ١٩٨٦) لتحسين فول الصويا فى زراعة عدد من نباتات الجيل الأول يكفى لإنتاج ٥٠٠ بذرة أو أكثر من الجيل الثانى. تحصد بذرة واحدة من كل نبات من الجيل الثانى، وتخلط معًا وتزرع لإنتاج الجيل الثالث. وتكرر هذه العملية حتى الجيل السادس. حينئذٍ تستبعد النباتات التى تبدو غير مرغوبة من شكلها الظاهرى، وتنتخب النباتات التى تبدو فائقة مظهريًا لمزيد من التقييم بعد ذلك. هذا .. علمًا بأن السلالات الرديئة جدًا .. يمكن أن يجرى استبعادها أولاً بأول، قبل الوصول إلى الجيل السادس.

توجد ثلاث طرق رئيسية لتطبيق مبدأ التحدر من بذرة واحدة للوصول إلى الأصالة الوراثية، وهى كما يلى:

١ - طريقة البذرة الواحدة:

عند إجراء برنامج التربية بطريقة البذرة الواحدة single seed procedure، يتم الاحتفاظ ببذرة واحدة من كل نبات من نباتات الجيل الثانى والأجيال التالية لزراعتها فى الجيل التالى. ولأسباب عملية، فإنه يتم - عادة - فى محاصيل البقول حصاد قرن واحد من كل نبات، ولكن تزرع منه بذرة واحدة كذلك. وعند الوصول إلى الدرجة المرغوب فيها من الأصالة الوراثية تبدأ عملية التقييم لأنسال النباتات والانتخاب فيما بينها.

يتم فى الجيل الخامس أو السادس انتخاب نحو ١٠٠-٥٠٠ نبات وتزرع أنسالها فى الجيل التالى، حيث يجرى الانتخاب بين الأنسال مع خفض عددها إلى القدر الذى يسمح بتقييم العدد المنتخب فى تجربة بمكررات فى الموسم التالى، كما قد يمكن انتخاب النباتات الفردية، إلا أن ذلك يكون قاصرًا - فقط - على العائلات المتميزة التى تظهر فيها انعزالات. ويعنى ذلك أن تجارب تقييم المحصول الأولية واختبارات الجودة تبدأ فى الجيل السابع أو الثامن، وتجرى التجارب الموسعة فى الجيل الثامن أو التاسع (شكل ٣-٢).



شكل (٣-٢): تخطيط لبرنامج التربية بطريقة التحدر من بذرة واحدة.

يجب أن يراعى - عند اتباع هذه الطريقة - أن عدد النباتات المزروعة يقل - تدريجيًا - جيلاً بعد جيل، إما بسبب عجز بعض النباتات عن عقد البذور، وإما لعدم قدرة بعض البذور على الإنبات. لذا .. فإن هذا الأمر يجب أن يؤخذ فى الحسبان منذ البداية، بحيث يتوفر للمربى فى نهاية الأمر العدد المطلوب من السلالات الأصيلة التى يرغب فى تقييمها.

ولحساب عدد البذور التى ينبغى زراعتها فى كل جيل يلزم أن نبدأ بالجيل الأخير، ثم نعود إلى الخلف حتى الجيل الثانى، كما يتطلب الأمر افتراض نسبة معينة لبذور النباتات التى تنبت وتعطى نباتاتها بذرة واحدة على الأقل فى كل جيل. فلو فرض أن كانت هذه النسبة ٨٠٪، وكان المطلوب هو توفر ٢٠٠ سلالة فى الجيل الخامس .. فإن ذلك يعنى ضرورة زراعة ٢٥٠ بذرة (٢٠٠ ÷ ٠,٨ = ٢٥٠) فى الجيل الخامس، و ٣١٣ بذرة (٢٥٠ ÷ ٠,٨ = ٣١٢,٥) فى الجيل الرابع، و ٣٩٢ بذرة (٣١٣ ÷ ٠,٨ = ٣٩١,٢) فى الجيل الثالث، و ٤٩٠ بذرة (٣٩٢ ÷ ٠,٨ = ٤٩٠) فى الجيل الثانى.

ويلزم حصاد عينة أخرى إضافية (بذرة إضافية) من كل نبات فى كل جيل، تخلط – معًا – للاحتياط فى حالة فشل الزراعة. ويمكن – فى حالة فول الصويا مثلاً – حصاد قرن واحد به ٢–٣ بذرات من كل نبات؛ حيث تستعمل من كل قرن بذرة واحدة، ويحتفظ ببقية البذور كاحتياطى.

وتجدر الإشارة إلى أن طريقة البذرة الواحدة تعنى أن كل نبات فى الجيل الأخير ينتسب إلى نبات مختلف من نباتات الجيل الثانى، إلا أنها لا تسمح بتمثيل كل نبات من الجيل الثانى فى الجيل الأخير؛ لأن عدم إنبات أية بذرة فى أى جيل يعنى استبعاد نبات الجيل الثانى الذى انحدرت منه هذه البذرة تلقائيًّا. وتسمح هذه الطريقة بمزاولة الانتخاب فى أى جيل، لاستبعاد النباتات التى تحمل صفات غير مرغوب فيها.

٢ – طريقة الجورة الواحدة Single-Hill Procedure:

تزيد طريقة الجورة الواحدة – كثيرًا – من فرصة تمثيل كل نبات من الجيل الثانى فى كل جيل من أجيال التربية الداخلية. وقد اقترح هذه الطريقة Jones & Singleton فى عام ١٩٣٤، وفيها يزرع نسل كل نبات – فى أى جيل – كسلالة مستقلة. ويجرى ذلك بزراعة ٣–٤ بذور من كل نبات فى جورة واحدة، وتحصد منها البذور الناتجة من التلقيح الذاتى، لتزرع ٣–٤ بذور منها فى جورة أخرى فى الجيل التالى .. وهكذا. وتحصد بذور النباتات الفردية مستقلة، حينما تصل العشيرة إلى الدرجة المرغوبة من الأصالة الوراثية.

ويمكن بهذه الطريقة تتبع نسب أى نبات من أى جيل حتى الجيل الثانى، ولكن

يلزم فى هذه الحالة الاحتفاظ بسجلات للنسب، وهو مالا يعمل به فى طريقة البذرة الواحدة.

٣ – طريقة البذور المتعددة Multiple-Seed Procedure:

يتطلب اتباع طريقة البذرة الواحدة زراعة عدد كبير من البذور فى الجيل الثانى عما فى الأجيال التالية، مع جمع عينة إضافية من البذور فى كل جيل، تستعمل كاحتياطى فى حالة فشل الزراعة. ولتجنب ذلك .. تتبع طريقة البذور المتعددة، وفيها تحصد ٣-٤ بذور من كل نبات، وتخلط معًا، ثم يزرع جزء من البذور، ويحتفظ بالباقى كاحتياطى. ويتوقف عدد البذور التى تزرع وتحصد فى كل جيل على عدد السلالات التى يرغب فى الحصول عليها من العشيرة لتقييمها، وعلى نسبة الإنبات المتوقعة للبذور.

وعلى خلاف طريقة البذرة الواحدة .. فإن عدد البذور التى تزرع فى طريقة البذور المتعددة يمكن أن يبقى ثابتًا فى كل جيل. فلو فرض أن رغب المربى فى الحصول على ٢٠٠ سلالة فى الجيل الخامس، وكانت نسبة الإنبات المتوقعة ٨٠٪ .. فما عليه سوى زراعة ٢٥٠ بذرة (٢٠٠ ÷ ٠,٨ = ٢٥٠) فى الجيل الثانى؛ لكى يحصل منها على ٢٠٠ نبات، ثم يحصد ثلاث بذور من كل نبات منها؛ ليتجمع لديه ٦٠٠ بذرة جيل ثالث. وتزرع ٢٥٠ من بذور الجيل الثالث؛ لكى يحصل منها على ٢٠٠ نبات، ثم تحصد ثلاث بذور من كل نبات منها؛ ليتجمع لديه ٦٠٠ بذرة جيل رابع ... وهكذا إلى أن يصل إلى المستوى المطلوب من التربية الداخلية. وقد أطلق على هذه الطريقة أسماء مختلفة، منها طريقة التحدر المحورة من بذرة واحدة Modified Single-Seed Descent، وطريقة القرون المجمعة pod-bulk method، نسبة إلى تجميع بذور قرن واحد من كل نبات؛ كما يتبع فى فول الصويا.

وتتميز جميع الطرق – التى شرحت آنفًا لتطبيق مبدأ التحدر من بذرة واحدة – بما يلى:

١ – سهولة إدامة العشائر والمحافظة عليها، خلال مراحل التربية الداخلية.

٢ – لا يؤثر الانتخاب الطبيعى فى العشائر إلا إذا اختلفت التراكيب الوراثية فى قدرتها على إنتاج بذرة واحدة على الأقل.

٣ – تناسب جميع الطرق الزراعية فى البيوت المحمية فى غير المواسم العادية، وبذلك ... يمكن تقصير الفترة التى تلزم للوصول إلى الأصالة الوراثية.

ويعاب على هذه الطرق ما يلى:

١ – يعتمد الانتخاب الصناعى على مظهر النباتات الفردية، وليس على اختبارات النسل.

٢ – لا تسمح هذه الطرق بأن يأخذ الانتخاب الطبيعى مجراه فى التأثير الإيجابى فى العشائر.

وتتميز طريقة البذرة الواحدة بما يلى:

١ – تتطلب هذه الطريقة وقتًا أقل ومساحة أقل بكثير من طريقة الجورة الواحدة.

٢ – ينتسب كل نبات فى الجيل النهائى إلى نبات مختلف من الجيل الثانى، وبذلك .. تزيد الاختلافات الوراثية فى العشيرة.

ولكن يعاب على طريقة البذرة الواحدة ما يلى:

١ – ربما لا يُمثَّل نبات من نباتات الجيل الثانى بنبات فى الجيل النهائى؛ بسبب فشل بعض النباتات فى إنتاج بذرة واحدة على الأقل فى كل من أجيال التربية الداخلية.

٢ – يجب تعديل عدد البذور التى ينبغى زراعتها فى كل جيل تبعًا لنسبة الإنبات.

٣ – تتطلب هذه الطريقة وقتًا أطول عند الحصاد عن طريقة البذور المتعددة لتحضير عينتين من البذور واحدة للزراعة، والأخرى تترك كاحتياطى.

وتتميز طريقة الجورة بأن كل نبات فى العشيرة ينتسب إلى نبات مختلف فى الجيل الثانى؛ مما يزيد الاختلافات الوراثية فى العشيرة. ولكن يعيب هذه الطريقة أنها تتطلب وقتًا أطول عند الزراعة والحصاد، ومساحة أكبر للزراعة عن الطريقتين الأخريين (Fehr ١٩٨٧).