الفصل الرابع

انتخاب التجميع

تتبع التربية بطريقة انتخاب التجميع Bulk Population Breeding فى تحسين النباتات الذاتية التلقيح فقط؛ لأنها تعتمد على خاصية التلقيح الذاتى الطبيعى خلال فترة زراعة العشائر الانعزالية متجمعة in bulk، إلى أن تصل النباتات إلى حالة الأصالة الوراثية قبل بدء عملية الانتخاب، وتناسب هذه الطريقة المحاصيل البذرية، خاصة الحبوب والبقول.

وبالإضافة إلى استخدام هذه الطريقة فى تحسين العشائر الذاتية التلقيح، فإنها يمكن أن تستخدم – بذات الكفاءة – فى تحسين العشائر المرباة داخليًّا من المحاصيل الخلطية التلقيح.

خطوات برنامج التربية

إن من أهم خطوات برنامج التربية بطريقة انتخاب التجميع، ما يلى:

اختيار الآباء وإنتاج الجيل الأول

تختار الآباء بعناية كما سبق بيانه بالنسبة للتربية بطريقة انتخاب النسب. وقد يبدأ برنامج التربية بهجين متعدد السلالات Composite يدخل فى تكوينه ١٦ صنفًا، أو سلالة، وربما أكثر من ذلك. والمهم أن تحتوى الآباء على كافة الصفات التى يرغب فى تجميعها فى الصنف الجديد.

ويطلق اسم الجيل الأول على نسل أول تلقيح شامل لكل السلالات التى يُراد استعمالها كآباء، سواء كان الهجين فرديًّا، أم ثلاثيًّا، أم زوجيًّا، أم متعدد السلالات. وقد يتم تهجين كل سلالتين معًا توفيرًا للوقت، ثم تخلط كميات متساوية من بذور كل تهجين؛ لتشكل معًا الجيل الأول، ولكن هذا الخلط لا يوصى به فى حالة تقييم واختبار الأجيال المبكرة. ويعنى إجراء التهجينات بين الآباء بهذه الطريقة أن أى نبات – أو

سلالة – تنتخب من برنامج التربية لن تحتوى إلا على جينات من سلالتين فقط، هما سلالتا الآباء.

اختبار الأجيال المبكرة Early Generation Testing

يجرى اختبار مبكر لعشائر الجيل الثانى المتحصل عليها من تلقيحات مختلفة إن توفرت كميات كافية من بذورها لذلك. وتزرع العشائر فى تجربة بمكررات، ويفضل أن تنفذ الدراسة فى عدة مواقع. ويستدل من بيانات المحصول على التلقيحات التى تحتوى على عدد كبير من الانعزالات الجيدة المرغوب فيها، وتلك هى التى يستمر معها برنامج التربية بعد ذلك، بينما تستبعد العشائر الأخرى.

وفى حالة عدم توفر كميات كافية من بذور عشائر الجيل الثانى .. يتم إنتاج عشائر الجيل الثالث، ثم يجرى عليها الاختبار كما سبق بيانه. ويفيد اختبار الأجيال المبكرة فى تحديد التلقيحات التى يؤمل أن تعطى انعزالات جيدة، خاصة وأن البرنامج يستمر بعد ذلك لعدة سنوات دون أية دراية بمدى جدواه خلال الفترة التى تزرع فيها النباتات متجمعة، وهى التى تمتد حتى الجيل الخامس أو السادس.

وقد يجرى التقييم المبكر للأصناف التى تدخل فى التلقيحات لمعرفة مدى صلاحيتها؛ بعمل تلقيحات بنيها بكل الطرق الممكنة (Diallel Crosses)، ثم يزرع الجيلان الأول والثانى لكل تلقيح فى تجربة بمكررات، وتقارن متوسطات كل صنف عند اشتراكه فى هجن مع الأصناف الأخرى. ويعاب على هذه الطريقة احتياجها إلى جهد كبير، كما يصعب اتباعها عند زيادة عدد الأصناف على ١٠؛ لأن عدد الهجن الممكنة تصبح – مثلاً – ١٠٥، و ١٩٠ عند زيادة عدد الأصناف إلى ١٥، و ٢٠ على التوالى.

الأجيال المتجمعة Bulk Populations

تزرع نباتات الجيل الثانى والأجيال التالية حتى الجيل الخامس أو السادس متجمعة معًا؛ فتحصد بذور الجيل الثانى (التى تنتجها نباتات الجيل الأول)، وتخلط معًا وتزرع؛ ثم تحصد بذور الجيل الثالث (التى تنتجها نباتات الجيل الثانى)، وتخلط معًا،

وتزرع ... وهكذا تستمر الحال على هذا الوضع، إلى أن تصل النباتات إلى الدرجة المطلوبة من الأصالة الوراثية قبل أن يبدأ انتخاب النباتات الفردية.

ونظرًا لأن كمية البذور التى تحصد من جيل ما تكون أكبر بكثير مما يلزم للزراعة فى الجيل التالى؛ لذا .. فإن البذور تخلط - معًا - بشكل جيد، وتؤخذ منها عينة عشوائية تكفى لزراعة المساحة التى تزرع سنويًا؛ والتى تظل ثابتة جيلاً بعد جيل. وتجدر الإشارة إلى أن اختبار الأجيال المبكرة - إن أجرى - تزرع فيه النباتات متجمعة كذلك.

وتحقق فترة الزراعة المتجمعة عدة مزايا، هى:

١ - وصول جميع النباتات فى العشيرة إلى الأصالة الوراثية، دون أن يتحمل المربى مشقة الاحتفاظ بسجلات النسب. ورغم أن النباتات الخليطة قد تتميز بقدرة أكبر على البقاء والتكاثر لقوة نموها .. إلا أن ذلك لا يؤثر كثيرًا فى سرعة الوصول إلى الأصالة الوراثية.

٢ - يمكن الاستفادة من الانتخاب الطبيعى فى استبعاد التراكيب الوراثية التى لا تتحمل الظروف البيئية السائدة، أو التى لا تقاوم الأوبئة المرضية أو الحشرية التى يتكرر حدوثها. كما يفيد الانتخاب الطبيعى فى خفض معدل تكاثر التراكيب الوراثية التى تكون أقل تأقلمًا على الظروف البيئية؛ فتقل نسبتها تبعًا لذلك فى عشيرة الجيل السادس، التى يبدأ فيها الانتخاب.

٣ - يمكن إجراء الانتخاب الصناعى لبعض الصفات بسهولة كبيرة خلال الأجيال المتجمعة، لكن يشترط أن تكون هذه الصفات أساسية بالنسبة للصنف الجديد، الذى يرغب فى إنتاجه، لأن كافة النباتات الأخرى - التى لا تحتوى على هذه الصفات - يتم استبعادها جملة واحدة. ويعد ذلك انتخابًا إجماليًا ضمن برنامج انتخاب التجميع.

ومن أمثلة الصفات التى يسهل الانتخاب لها ما يلى:

أ - المقاومة للآفات بإجراء العدوى الصناعية بالحشرات أو بمسببات الأمراض.

ب - التبكير فى النضج بإجراء الحصاد فى الموعد المرغوب للنضج، وهو ما يؤدى إلى استبعاد النباتات المتأخرة النضج تلقائيًا؛ لأنها لا تسهم فى إنتاج البذور للجيل التالى.

جـ – طول النبات فى بعض الأنواع النباتية كمحاصيل الحبوب الصغيرة، وهى صفة مهمة لمنع الرقاد، وتجرى بحصاد السنابل، التى تكون عند الارتفاع المرغوب فيه فقط، مع إزالة السنابل التى تتكون على النباتات الأطول من ذلك، والاستغناء عن السنابل التى تتكون على ارتفاع يقل عن المطلوب.

د – انتخاب البذور الكبيرة الحجم، أو التى تكون بأشكال معينة، ويجرى ذلك – بسهولة – بغربلة البذور بعد الحصاد، ولاتزرع سوى البذور التى تبلغ الحجم المطلوب أو التى تكون بالشكل المطلوب.

هـ – استبعاد النباتات التى يكون واضحًا من شكلها المظهرى أنها غير مرغوبة؛ حتى تكون نسبتها منخفضة فى العشيرة، حينما تبدأ عملية الانتخاب. ومن أمثلة ذلك .. صفة النمو غير المحدود فى الفاصوليا، حينما يراد إنتاج صنف محدود النمو؛ خاصة أن النباتات ذات النمو المحدود لا يمكنها منافسة النباتات ذات النمو غير المحدود.

لكن يعاب على فترة الزراعة المتجمعة ما يلى:

١ – ربما لا تُمَثِّل جميع النباتات من جيل ما فى الجيل التالى له بمحض الصدفة.

٢ – لا يمكن تحديد نسب التراكيب الوراثية ومدى الاختلافات الوراثية فى العشيرة.

٣ – قد يناسب الانتخاب الطبيعى صفات غير مرغوبة.

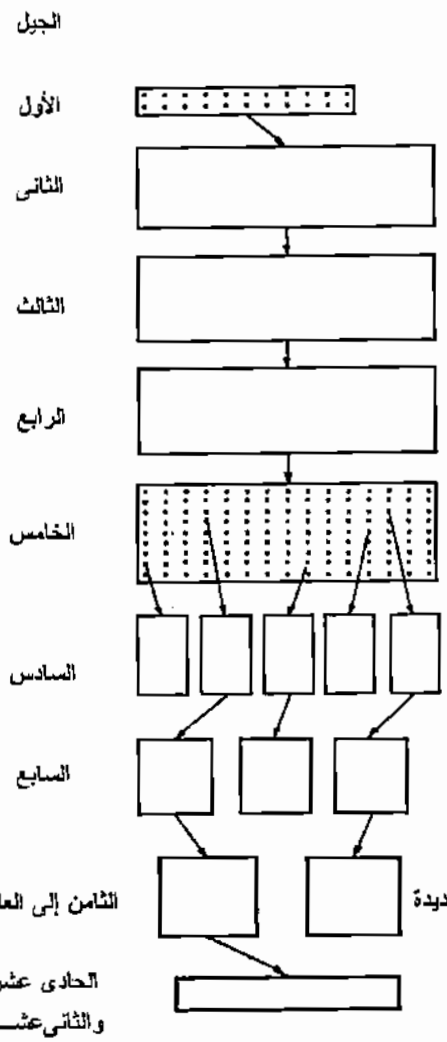
الأجيال الانتخابية

يبدأ الانتخاب فى الجيل السادس أو السابع، ويستمر إلى الجيل الثانى عشر، وتعامل النباتات خلال هذه المرحلة كما فى المرحلة المماثلة فى طريقة انتخاب النسب. وتكون الزراعة فى الجيل الذى تبدأ فيه عملية الانتخاب على مسافة أوسع مما فى الزراعة التجارية؛ ليمكن دراسة كل نبات على حدة. يعطى كل نبات منتخب سلالة أصيلة ومتجانسة، لا تتغير خصائصها فى الأجيال التالية. ورغم أن الأصالة الوراثية لا تكون كاملة فى الجيل السادس .. إلا أنها تكون قريبة من ذلك، ولا يحدث فى نسل النباتات المنتخبة انعزالات يمكن أن تؤثر فى عملية التقييم فى الأجيال التالية. وبوصول النباتات إلى الجيل الثانى عشر .. يكون قد انتخبت سلالة واحدة، وهى التى تعطى

اسما، لتصبح صنفًا جديدًا. ويبين شكل (٤-١) تخطيطيًا لخطوات برنامج التربية بطريقة انتخاب التجميع.

التقييم النهائى

يجرى التقييم النهائى للصنف الجديد، بمقارنته بأهم الأصناف التجارية، على مساحة فدان فى كل موقع من خمسة مواقع إنتاجية، وعلى مدى خمس سنوات.



شكل (٤-١): تخطيط لخطوات برنامج التربية بطريقة انتخاب التجميع (عن Briggs & Knowles ١٩٦٧).

دور الانتخاب الطبيعى فى التربية بطريقة انتخاب التجميع

كثيرًا ما يُغالى فى تقدير الدور التى يمكن أن يؤديه الانتخاب الطبيعى فى زيادة نسبة التراكيب الوراثية الأكثر قدرة على البقاء خلال مرحلة الأجيال التى تزرع متجمعة، ولكن الواقع أن هذه الفترة لا تتعدى ستة أجيال، وهى لا تكفى لأن يؤدى الانتخاب الطبيعى دورًا فعالاً فى استبعاد النباتات غير المرغوب فيها. فمن الخطأ – ابتداء – مقارنة الدور الذى يؤديه الانتخاب الطبيعى فى خليط من السلالات الأصيلة بالدور الذى يؤديه خلال فترة الزراعة المتجمعة، ففى الحالة الأولى .. تزيد نسبة السلالات الأكثر قدرة على البقاء على حساب السلالات الأخرى، التى تختفى نهائيًا بعد عدد محدود من الأجيال. أما فى الحالة الثانية .. فإن النباتات تكون خليطة وراثيًا، وتعطى انعزالات كثيرة بصفة مستمرة،فتظهر بذلك تراكيب وراثية جديدة مختلفة جيلاً بعد الآخر، ولا يعطى هذا الوضع فرصة للانتخاب لطبيعى كى يؤدى دوره فى الإبقاء على التراكيب الوراثية المرغوب فيها. وحينما تصل النباتات إلى درجة عالية من الأصالة الوراثية فى الجيل السادس أو السابع .. فإن الزراعة المتجمعة تتوقف حينئذٍ – وتبدأ عملية الانتخاب الصناعى. وحتى فى ذلك الوقت .. فإن عدد السلالات المتنافسة يكون كثيرًا جدًّا، بدرجة لا تسمح للسلالات المرغوب فيها بمزاحمة كافة السلالات الأخرى بفاعلية.

وإلى جانب ما تقدم .. فإن الانتخاب الطبيعى قد يكون له تأثيرات سلبية، كما فى الحالات التالية:

١ – قد يؤدى الانتخاب الطبيعى إلى الإبقاء على مجموعة من السلالات التى قد تكون ناجحة وصالحة للبقاء وهى مختلطة مع بعضها، ولكن ذلك لا يعنى أن أيًا منها تكون ناجحة لو زرعت بمفردها بعد ذلك.

٢ – ربما لا تكون السلالات الأكثر قدرة على البقاء هى الأفضل من الوجهة البستانية أو الزراعية. ومن أمثلة ذلك .. أن الانتخاب الطبيعى يكون فى صالح النباتات السريعة الإزهار – كما فى الخس – ويكون فى صالح النباتات التى تنتج بذورًا صغيرة؛ لأنها تتكون بأعداد أكبر مما فى حالة النباتات التى تنتج بذورًا كبيرة، كما فى الفاصوليا.

وتتوقف القدرة على البقاء فى خليط من التراكيب الوراثية على عاملين، هما:

١ – عدد البذور التى ينتجها كل تركيب وراثى.

٢ – نسبة البذور المنتجة التى تعطى نباتات تصل إلى مرحلة الإزهار والإثمار والنضج. فإذا اعتبرنا أن P، و Q تمثلان نسبة تركيبين وراثيين يتنافسان على البقاء، وأن sp، و sq هى قيمة الانتخاب selective value لكل منهما على التوالى، فإنه يمكن حساب نسبتها فى جيلين متعاقبين (n)، و (n+1) بالمعادلة التالية:

$$Pn + 1 = sp\ Pn/T$$

$$Qn + 1 = sq\ Qn/T$$

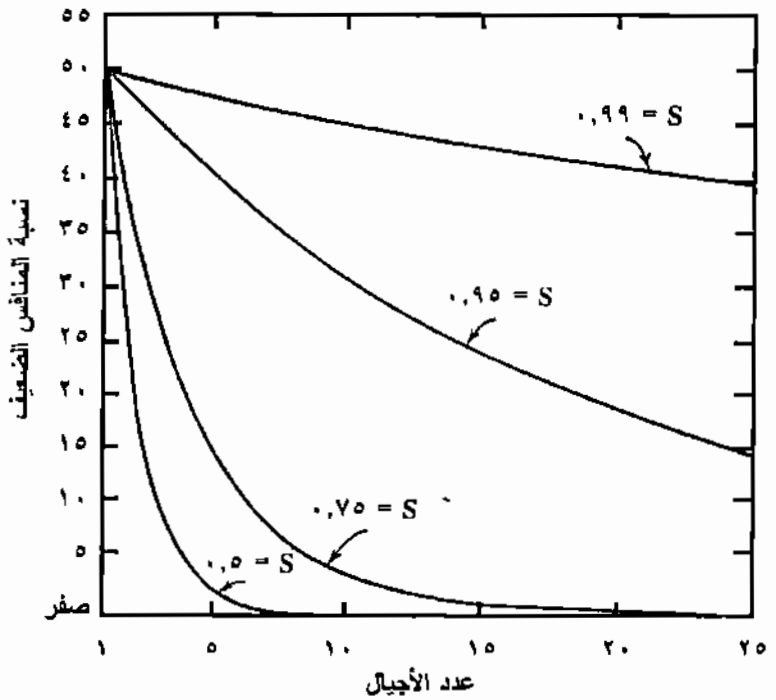
حيث T هى معامل لتعديل النسب بحيث يصبح مجموعها واحدًا صحيحًا.

وكمثال على ذلك (عن Allard ١٩٦٤) .. نفترض أننا خلطنا – معًا – تركيبين وراثيين، هما P، و Q بنسب متساوية، أى إن Qo = Po = ٠,٥، وأن قيمتى الانتخاب للمنافس القوى – وليكن P – والمنافس الضعيف – وليكن Q هما ١,٠، و ٠,٩ على التوالى .. فإننا نجد – بتطبيق المعادلة الخاصة بالمنافس القوى (P) إن نسبته تتغير من ٠,٥ فى الجيل الأول (جيل الأساس) إلى ٠,٥٢٦٣ فى الجيل الثانى، و ٠,٥٥٢٥ فى الجيل الثالث، و ٠,٥٧٨٤ فى الجيل الرابع، و ٠,٦٠٣٩ فى الجيل الخامس. أما نسبة Q (المنافس الضعيف) فإنها تحسب فى أى جيل بالمعادلة التالية:

$$On = 1 - Pn$$

ويبين شكل (٤–٢) النسب النظرية المتوقعة للمنافس الضعيف (Q) حتى ٢٥ جيلاً فى حالات قيم انتخابية (s) تتراوح من ٠,٥ إلى ٠,٩٩؛ علمًا بأن القيمة الانتخابية للمنافس القوى تبقى ثابتة عند ١,٠. ويتضح من الشكل أنه عندما يكون الفرق فى القيم الانتخابية بين التركيبين الوراثيين المتنافسين كبيرًا .. فإن النقص فى نسبة التركيب الوراثى الأقل قدرة على المنافسة (Q) يكون كبيرًا خلال الأجيال الأولى، بينما يقل معدل النقص فى نسبة هذه الأفراد بعد ذلك؛ بحيث لا تختفى الأفراد الأخيرة من المنافس الضعيف إلا ببطء شديد. أما عندما يكون الفرق فى القيم الانتخابية بين التركيبين الوراثيين المتنافسين صغيرًا .. فإن التغير فى نسبة كل منهما يكون صغيرًا على الدوام؛

فمثلاً نجد فى حالة اختلاف القيمة الانتخابية بين التركيبين الوراثيين بمقدار ٥٪ فقط (s = ٠,٩٥) أنه يلزم ١٤ جيلاً فقط لخفض نسبة المنافس الضعيف (Q) من ٥٠٪ إلى ٢٥٪، ولكنه يستمر يُشكل نحو ٤٪ من النباتات فى العشيرة بعد ٥٠ جيلاً.

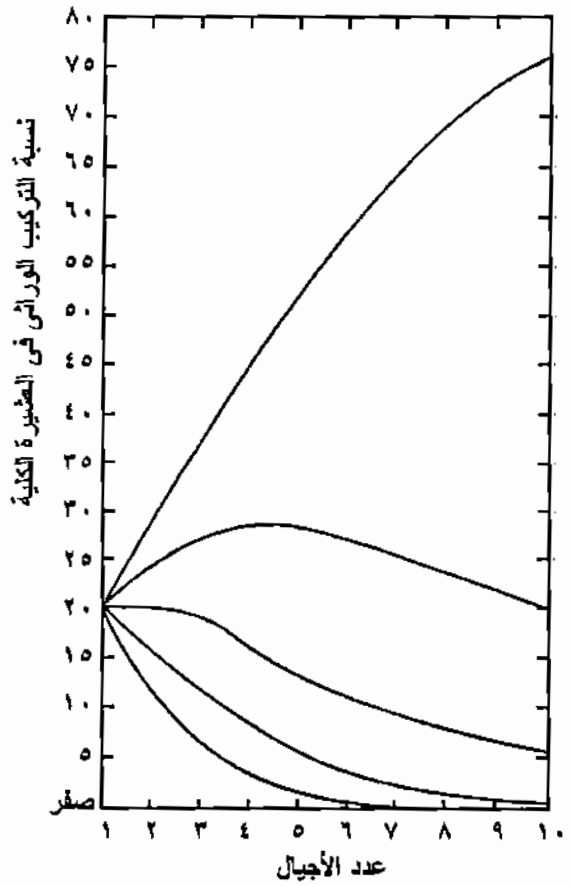


شكل (٤-٢): التغير فى نسبة التركيب الوراثى الأقل قدرة على البقاء والمخلوط - ابتداء - بنسبة ٥٠٪ مع تركيب وراثى آخر عند اختلاف القيمة الانتخابية (s) للمنافس الضعيف (عن Allard ١٩٦٤).

وعندما يتنافس أكثر من تركيبين وراثيين على البقاء .. فإن منحنيات نسب أكثر التراكيب الوراثية وأقلها قدرة على البقاء تكون مشابهة لما فى الحالة السابقة (حالة تنافس تركيبين وراثيين فقط). أما التراكيب الوراثية الوسطية فى القدرة على المنافسة .. فإنها تظل وسطية، وتنخفض نسبتها ببطء إلى أن يقضى على أضعف المتنافسين. وقد ترتفع نسبة بعضها قليلاً، حتى يقترب المنافس الضعيف من الاختفاء. حينئذٍ .. تنخفض نسبته مرة أخرى، بينما تنخفض نسب التراكيب الوراثية الأضعف منه، لأن المنافسة تكون محصورة بينها وبين المنافس القوى .. وهكذا تستمر الحال إلى أن يسود المنافس القوى فقط.

ويبين شكل (٤-٣) الوضع الذى تصير إليه نسب خمسة تراكيب وراثية، خلال عشرة أجيال من الانتخاب الطبيعى، علمًا بأنها خلطت فى البداية بنسب متساوية (٠,٢ لكل منها)، وأن التركيبين الوراثيين الأعلى قدرة، والتركيبين الوراثيين الأقل قدرة على البقاء تختلف فى القيمة الانتخابية عن التركيب الوراثى الوسطى بمقدار ٤٠٪، و ٢٠٪ بالزيادة، و ٤٠٪ و ٢٠٪ بالنقص على التوالى.

وتجدر الإشارة إلى أن القيم الانتخابية لا تبقى ثابتة، بل تتغير بتغير العوامل البيئية من موسم إلى آخر. كما أن التفاعل بين العوامل البيئية والتراكيب الوراثية يجعل هذا التغير فى القيم الانتخابية مختلفًا من تركيب وراثى إلى آخر.



شكل (٤-٣): التغير المتوقع فى نسب خمسة تراكيب وراثية مختلطة معًا خلال عشرة أجيال من الانتخاب الطبيعى. انظر المتن للتفاصيل.

طرق التربية المحورة من طريقة انتخاب التجميع

أدْخلَ بعض مربى النبات تعديلات على التربية بطريقة انتخاب التجميع؛ لجعلها أكثر كفاءة، ونذكر فيما يلى أهم هذه التعديلات.

طريقة انتخاب التجميع المحورة Modified Bulk Method

يتم فى هذه الطريقة انتخاب النباتات التى تحمل الصفات المرغوب فيها سنويًا (خلال فترة الزراعة المتجمعة)، وتخلط بذورها – معًا – لتزرع فى الجيل التالى، ويستمر البرنامج بعد الجيل الخامس أو السادس كالعادة.

طريقة الانتخاب التجميع والنسب Bulk-Pedigree Method

تزرع النباتات فى هذه الطريقة متجمعة، خلال الأجيال الأولى من برنامج التربية؛ إلى أن تكون الظروف البيئية مناسبة لظهور الصفات المرغوب فيها؛ حيث يبدأ – حينئذٍ – انتخاب النباتات الفردية، ثم يستمر برنامج التربية – بعد ذلك – بطريقة انتخاب النسب. وقد تنتهى الزراعة المتجمعة فى الجيل الثانى؛ فتتبع التربية بطريقة انتخاب النسب، أو تدوم إلى الجيل السادس. وفى هذه الحالة .. تكون التربية بطريقة انتخاب التجميع. وتناسب هذه الطريقة الانتخاب لمقاومة الأمراض، حيث يكون الاعتماد على الأوبئة الطبيعية لانتخاب صفة المقاومة.

طريقة انتخاب النسب والتجميع Pedigree-Bulk Method

تتبع فى هذه الحالة طريقة انتخاب النسب فى بداية برنامج التربية إلى أن يتم التخلص من النباتات غير المرغوب فيها، ثم يستمر البرنامج – بعد ذلك – بطريقة انتخاب التجميع.

طريقة انتخاب التجميع الرجعى Bacross-Bulk Method

تتبع هذه الطريقة حينما يكون أحد الآباء الهجنة معًا لبدء برنامج التربية صنفًا تجاريًا ناجحًا ذا صفات مرغوب فيها، حيث يفضل إجراء تلقيح أو تلقيحين رجعيين معه لجمع أكبر قدر من صفاته قبل الاستمرار فى برنامج التربية بعد ذلك كالمعتاد.