فترة الزراعة المتجمعة) ، وتخلط بذورها - معًا - لتزرع فى الجيل التالى ، ويستمر البرنامج بعد الجيل الخامس أو السادس كالعادة .

طريقة انتخاب 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 - حينئذ - 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 ، حين 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 المهجنة معًا لبدء برنامج التربية صنفًا تجارياً ناجحاً 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 .

الانتخاب المتكرر

كان Hayes & Garber هما أول من اقترح التربية بطريقة الانتخاب المتكرر فى عام ١٩١٩ . كما اقترحها - أيضًا - بدون علم سابق East & Jones فى عام ١٩٢٠ . وكان Jenkins هو أول من وصف هذه الطريقة بالتفصيل فى عام ١٩٤٠ ، وكان Hull هو الذى اقترح لها الاسم الذى تعرف به ، وهو الانتخاب المتكرر Recurrent Selection ، وكان ذلك فى عام ١٩٤٥ (عن Briggs & Knowles ١٩٦٧) .

وتتبع التربية بطريقة الانتخاب المتكرر فى تحسين المحاصيل الخلطية التلقيح فقط ؛ مثل الذرة ، والبرسيم الحجازى ؛ لأن إكثار الصنف الناتج يعتمد على التلقيح الخلطى العشوائى بين نباتاته ، بينما يؤدى التلقيح الذاتى إلى فقدان خصائص الصنف . وتناسب هذه الطريقة كثيراً من المحاصيل الخلطية التلقيح ؛ مثل السبانخ ، والبنجر ، والجزر ، والكرنب . وتوجد أربعة أنواع رئيسية للانتخاب المتكرر ، هى : الانتخاب المتكرر للشكل الظاهرى ، والانتخاب المتكرر للقدرة العامة على التآلف ، والانتخاب المتكرر للقدرة الخاصة على التآلف ، والانتخاب المتكرر المتبادل .

الانتخاب المتكرر للشكل الظاهرى

يطلق على طريقة التربية بالانتخاب المتكرر للشكل الظاهرى Recurrent Selection for Phenotype – أيضاً – اسم الانتخاب المتكرر البسيط Simple Recurrent Selection ، وتكون خطواته كما يلى :

١- ينتخب عدد من النباتات التى تحمل الصفات المرغوب فيها من أحد الأصناف التجارية الهامة الذى قد يكون مفتوح التلقيح ، أو هجيناً فردياً ، أو هجيناً زوجياً ، أو صنفاً تركيبياً . ويكون انتخاب النباتات على أساس الشكل الظاهرى للصفات المرغوب فيها .

٢- يلقح كل نبات من النباتات المنتخبة ذاتيًا . وتخلط البذور – معًا – لتكون مايعرف باسم بذور الأساس لدورة الانتخاب الأولى Syn-I-O .

٣- تزرع بذور الأساس لدورة الانتخاب المتكرر الأولى فى العام التالى ، وتجرى بينها كل التلقيحات الممكنة –يدويًا– ثم تخلط كميات متساوية من بذور كل تلقيح ؛ لتكون بذور الجيل الأول لدورة الانتخاب المتكرر الأولى Syn I-1 .

٤- تبدأ الدورة الثانية للانتخاب بزراعة بذور الجيل الأول لدورة الانتخاب الأولى ، ثم تنتخب منها أفضل النباتات ، وتلقح ذاتيًا ، وتخلط البذور الناتجة – معًا – لتكّون بذور الأساس لدورة الانتخاب المتكرر الثانية Syn-II-0 .

٥- تزرع بذور الأساس لدورة الانتخاب المتكرر الثانية ؛ لإنتاج بذور الجيل الأول لدورة الانتخاب المتكرر الثانية Syn - II - 1 ... وهكذا .

تستكمل كل دورة فى موسمين زراعيين ، وتستمر الدورات إلى أن يصبح الانتخاب غير مُجْدٍ . يقتصر استعمال هذه الطريقة فى التربية على تحسين الصفات ذات درجات التوريث المرتفعة ، التى يمكن تمييزها على أساس الشكل الظاهرى . أما صفة المحصول والصفات الكمية الأخرى .. فلايمكن إحراز تقدم كبير فى تحسينها باتباع هذه الطريقة .

إن الميزة الأساسية لهذه الطريقة فى التربية –مقارنة بطرق التربية الأخرى– أن كل دورة انتخاب تسمح بظهور تراكيب وراثية جديدة .. يكون من بينها تراكيب أفضل من تلك التى كانت موجودة فى الجيل السابق ؛ ذلك لأنه يتم انتخاب أفضل النباتات فى كل دورة انتخاب ، وهى نباتات خليطة – وراثيًا – بطبيعتها (لأنها من عشيرة محصول خلطى التلقيح) ، ويؤدى تلقيحها – ذاتيًا – إلى المحافظة عليها من التلقيح مع نباتات أخرى غير منتخبة ، بينما يؤدى تلقيح أنسالها –معًا– إلى ظهور انعزالات وراثية كثيرة جديدة ، يكون من بينها انعزالات فائقة الحدود Transgressive Segregations ، تجمع الصفات المتازة من أبويها ؛ وبذا .. توجد فى كل دورة للانتخاب فرصة لظهور تراكيب وراثية أفضل مما ظهر فى الدورة السابقة لها .

وتستمر الحال على هذا الوضع إلى حين الوصول إلى أفضل حالة توازن بين آليات الصفات المرغوب فيها .. حينئذ .. يتوقف الانتخاب ، ويبدأ أكثار العشيرة النهائية التى تصبح بعدها صنفاً جديداً .. ويستمر ثبات خصائص هذا الصنف على حالة التوازن الوراثى التى وصلت إليها العشيرة فى آخر دورة للانتخاب، وبعد جيل واحد من التلقيح الخلطى العشوائى حسب قانون هاردى – فينبرج .

لاتتبع هذه الطريقة –عادة– فى تحسين المحاصيل الذاتية التلقيح ، إلا أنها استعملت من قِبَل Lyons وآخرين(١٩٨٧) فى تحسين صفة المقاومة لفطر *Sclerotinia sclerotiorum* ، المسبب لمرض العفن الأبيض فى الفاصوليا ، بنسبة نحو ٥٠٪ فى خلال دورتين فقط من الانتخاب . وقد اعتمد الباحثون على إجراء تلقيحات يدوية بين ٢٠ تركيبياً وراثياً منتخباً فى كل دورة انتخاب .

الانتخاب المتكرر للقدرة العامة على التآلف

كان Jenkins هو الذى اقترح طريقة الانتخاب المتكرر للقدرة العامة على التآلف

Recurrent Selection for General Combining Ability ، حينما أوضح طريقة التقييم المبكر للقدرة العامة على التآلف . وتختلف هذه الطريقة عن الانتخاب المتكرر للشكل الظاهرى فى أن الانتخاب يجرى فى كل دورة جديدة على أساس قدرة النباتات المنتخبة على التآلف مع أحد الأصناف الاختبارية Tester Variety فى تلقيح قمى Top Cross . وتكون خطوات برنامج التربية كما يلى :

١- ينتخب عدد من النباتات التى تحمل الصفات المرغوب فيها من أحد الأصناف التجارية الهامة ، وهى التى يطلق عليها بذور الأساس لبرنامج التربية الداخلية (S_0) .

٢- يلقح كل نبات من النباتات المنتخبة - ذاتياً - لإنتاج بذور جيل التلقيح الذاتى الأول (S_1) ، كما يُلقح كل نبات منها فى الوقت ذاته مع صنف اختبارى يستخدم كأم .

٣- يحتفظ فى العام التالى ببذور جيل التلقيح الذاتى الأول ، بينما تزرع البذور الناتجة من التلقيح القمى ، ويُقيَّم محصولُها . ويستفاد من نتائج هذا التقييم فى معرفة أفضل النباتات التى كانت ذات قدرة عالية على التوافق مع الصنف الاختبارى . وتخلط بذور التلقيح الذاتى الأول لهذه النباتات معًا ؛ لتشكل بذور الأساس لدورة الانتخاب المتكرر الأولى Syn-I-O .

٤- تزرع بذور الأساس لدورة الانتخاب المتكرر الأولى فى العام الثالث ، وتجرى بينها كل التلقيحات الممكنة يدويًا ، ثم تخلط كميات متساوية من بذور كل تلقيح ؛ لتكوّن بذور الجيل الأول لدورة الانتخاب المتكرر الأولى Syn-II-1 .. وهكذا .

تستكمل كل دورة فى ثلاثة مواسم زراعية ، وتستمر الدورات إلى أن يتوقف التحسين فى القدرة العامة على التآلف .

هذا .. ويمكن - فى حالة توفر الإمكانات البشرية والمادية - زراعة البذور الناتجة من التلقيح الذاتى فى كل دورة انتخاب مع البذور الناتجة من التلقيح القمى - معاً - فى نفس الموسم ؛ فتزرع - على سبيل المثال - بذور جيل التلقيح الذاتى الأول (S_1) مع البذور الناتجة من التلقيح القمى فى العام الثانى لدورة الانتخاب الأولى . وتلقح نباتات جيل التلقيح الذاتى - ذاتيًا - لإنتاج بذور جيل التلقيح الذاتى الثانى (S_2) ، فى الوقت الذى تقيَّم فيه النباتات الناتجة من التلقيح القمى . وبناء على نتائج هذا التقييم .. تخلط بذور التلقيح الذاتى الثانى لأفضل النباتات التى كانت ذات قدرة عالية على التوافق مع الصنف

الاختبارى ؛ لتكّون معاً بنور الأساس لدورة الانتخاب المتكرر الثانية .

الانتخاب المتكرر للقدرة الخاصة على التآلف

اقترح Hull طريقة الانتخاب المتكرر للقدرة الخاصة على التآلف Recurrent Selection for Specific Combining Ability فى عام ١٩٤٥ ، وهى تتشابه مع طريقة الانتخاب المتكرر للقدرة العامة على التآلف من جميع الوجوه ، فيما عدا أن سلالة أصيلة (مرباة داخليًا) تستعمل فى التلقيح القمى ، بدلاً من الصنف المفتوح التلقيح . وأفضل سلالة لهذا الغرض هى التى يتوقع استعمالها فى هجن فردية مع السلالات التى تنتج من البرنامج . وقد يستعمل هجين فردى معين كصنف اختبارى ، إذا كان الغرض من البرنامج هو إنتاج سلالات أصيلة ، يمكن أن تتآلف معه بدرجة عالية فى هجين زوجى .

ويجب العناية باختيار السلالة الأصيلة التى تستعمل فى التلقيح القمى ، مع المحافظة عليها من أى تغير وراثى ؛ ذلك لأن البرنامج كله يبنى على أساس إيجاد سلالات متوافقة معها ؛ فيجب أن تكون هذه السلالة جيدة أصلاً ، وأن تستمر المحافظة عليها دون أى تغير وراثى ، وإلا .. فقد البرنامج قيمته . أما إذا ظهرت فى أثناء البرنامج سلالة أخرى أفضل منها .. فإنه تلزم إعادة العمل من جديد . ويعد ذلك من أكبر عيوب هذه الطريقة للتربية .

الانتخاب المتكرر المتبادل

تفيد التربية بطريقة الانتخاب المتكرر المتبادل Reciprocal Recurrent Selection فى الانتخاب لكل من القدرة العامة والقدرة الخاصة على التآلف . تتضمن الطريقة وجود عشيرتين من العشائر الوراثية التى تكون على درجة عالية من الخلط (عدم التماثل) الوراثى ؛ مثل الأصناف المفتوحة التلقيح ، على ألا يكون بينهما صلة قرابة . تستعمل العشيرتان فى برنامجين منفصلين للتربية ، يتشابه كل منهما مع برنامج الانتخاب المتكرر للقدرة العامة على التآلف ، مع استعمال كل من العشيرتين – فى الدورة الأولى للتربية – كصنف اختبارى للعشيرة الأخرى فى تلقيحات قمية ؛ كما تستعمل النباتات التى تبدأ بها كل دورة تالية من الانتخاب المتكرر فى أى من البرنامجين كصنف اختبارى فى البرنامج الآخر .

وعليه .. فإذا كانت العشيرتان هما A ، و B .. فإن أحد البرنامجين يبدأ بتلقيح بعض النباتات من العشيرة A ذاتيًا ، مع تلقيحها -في الوقت نفسه- مع عينة من نباتات العشيرة B ، بينما يبدأ البرنامج الآخر بتلقيح بعض النباتات من العشيرة B ذاتيًا مع تلقيحها - في الوقت نفسه - مع عينة من نباتات العشيرة A . ويحتفظ -في موسم الزراعة التالي- ببذور جيل التلقيح الذاتي الأول (S_1) لكل من العشيرتين ، بينما تزرع البذور الناتجة من التلقيحات القمية ، ويُقيَّم محصولها . ويستفاد من هذا التقييم في معرفة أفضل نباتات كل عشيرة ، التي كانت ذات قدرة عالية على التوافق مع العشيرة الأخرى . تخلط بذور التلقيح الذاتي الأول - معًا - بالنسبة لكل عشيرة على حدة ؛ لتشكل بذلك بذور الأساس لدورة الانتخاب الأولى (Syn A-I-0 بالنسبة للعشيرة A ، وSyn-B-I-0 بالنسب للعشيرة B) . وتزرع هذه البذور في موسم الزراعة الثالث ، وتجرى بين نباتات كل منها كل التلقيحات الممكنة يدويًا ، ثم تخلط كميات متساوية من بذور كل تلقيح معاً بالنسبة لكل عشيرة على حدة ؛ لتكوّن بذلك بذور الجيل الأول لدورة الانتخاب المتكرر الأولى (Syn A-I-1 بالنسبة للعشيرة A ، و Syn B-I-1 بالنسبة للعشيرة B) .

تستمر دورات الانتخاب المتكرر بعد ذلك مع الاستمرار في استعمال النباتات التي تبدأ بها كل دورة انتخاب - في أي من البرنامجين - كصنف اختباري في البرنامج الآخر . ويلزم انتخاب عدد كاف من النباتات في كل دورة انتخاب ؛ لتلقيحها ذاتيًا بفرض الحد من التربية الداخلية وما يصاحبها من تدهور في قوة النمو . كما يجب - قدر الإمكان - ألا تكون النباتات المنتخبة للتلقيح الذاتي في كل دورة ذات أصل مشترك ، لتحقيق الهدف نفسه .

وتستخدم السلالات من برنامجي التربية - في نهاية الأمر - في إنتاج هجن فردية ، أو هجن زوجية ، تكون على درجة عالية من التآلف . وتكون الهجن الزوجية بين هجن فردية استخدم في إنتاجها سلالات من نفس العشيرة ؛ فبينما تكون الهجن الفردية هكذا : $A_1 \times B_1$ ، أو $A_2 \times B_2$ .. فإن الهجين الزوجي يكون هكذا .. $(A_1 \times A_2) \times (B_1 \times B_2)$ علماً بأن A_1 ، A_2 ... إلخ .. هي سلالات منتخبة من برنامج العشيرة A ، B_1 ، و B_2 ... إلخ .. هي سلالات منتخبة من برنامج العشيرة B .