الفصل السابع

طرق التربية بالانتخاب المباشر

نتناول فى هذا الفصل طرق التربية التى تعتمد على الانتخاب المباشر فى الاختلافات الوراثية المتوفرة ، دون أن يقوم المربى بإجراء أية تلقيحات ، وهى التى تعد من أبسط طرق التربية . وتجدر الإشارة إلى أن الانتخاب لايؤدى إلى إحداث تغيرات وراثية ، ولكنه يجرى فى وجودها . كما أن الانتخاب لايكون مجديًا إلا إذا كانت الاختلافات المتوفرة وراثية .

انتخاب السلالة النقية

سبق أن عرفنا السلالة النقية Pure Line – فى الفصل الثالث– بأنها : نسل نبات واحد ذاتى التلقيح ، وبيّنا أن أفرادها تكون أصيلة وراثيًا homozygous ، بنسبة ١٠٠٪ ، وأنها تكون متجانسة homogenous وراثيًا تماماً . يتبين من تعريف السلالة النقية أنها لاتتوفر إلا فى النباتات الذاتية التلقيح ؛ لذا .. فإن التربية بطريقة انتخاب السلالة النقية Pure Line Selection لاتتبع إلا مع هذه الفئة من النباتات . وتكون بداية برنامج التربية – عادة – فى عشيرة تكثر فيها الاختلافات الوراثية كالأصناف البلدية أو الأصناف القديمة غير المعتنى بها ، والتى تكون قد تراكمت فيها الاختلافات الوراثية ؛ نتيجة للتلقيح الاعتباطى مع أصناف أخرى ، أو نتيجة لحدوث الطفرات بها . وتتلخص خطوات التربية فيما يلى :

١– يُنتخَبُ عدد كبير من النباتات من عشيرة الأساس . وتعد هذه الخطوة غاية فى

الأهمية ؛ لأن النباتات المنتخبة تمثل الحد الأقصى للاختلافات الوراثية التى يمكن الحصول عليها ؛ ذلك لأن كلاً منها يعطى نسلاً عبارة عن سلالة نقية ، تتماثل جميع أفرادها -وراثيًا- مع بعضها البعض ، ومع النبات الذى نشأت منه ؛ وعليه .. فإن كانت النباتات المنتخبة عديمة الجدوى .. فإن الانتخاب فيها لن يقود إلى أى تقدم .

٢- يزرع نسل كل نبات منتخب على حدة فى الموسم التالى ؛ للملاحظته ، والتخلص من أية سلالة نقية تظهر فيها عيوب واضحة . وتستمر هذه الخطوة -عادة- لعدة مواسم زراعية ؛ بغرض التخلص من أكبر عدد من السلالات قبل البدء فى المرحلة الثالثة والأخيرة من برنامج التربية ، والتى تكون على نطاق واسع . ويمكن -عن طريق العدوى الصناعية بالحشرات ومسببات الأمراض الهامة- التخلص من عدد آخر من السلالات .

وتجدر الإشارة إلى أن التلقيح الذاتى الطبيعى - فى هذه الفئة من النباتات - يُسهِّل كثيراً من مهمة المربى الذى يكتفى بتعليم السلالات المرغوبة ، ثم حصاد بذورها دونما حاجة لتكييسها أو عزلها ؛ نظراً لعدم حدوث خلط وراثى بين السلالات بعضها ببعض . كما أن استمرار التلقيح الذاتى يعمل على استمرار احتفاظ كل سلالة بصفاتها ؛ مما يجعل من الممكن خلط بذور كل سلالة -معًا- منذ البداية .

٣- تجرى الخطوة الأخيرة بعد أن يعجز المربى عن التخلص من أية سلالات أخرى بمجرد الملاحظة ؛ حيث يقوم -حينئذ- بمقارنة السلالات المتبقية بالأصناف التجارية الشائعة فى الزراعة فى تجارب موسعة ، يقدر فيها المحصول والصفات الاقتصادية الهامة . ويتم - فى النهاية - انتخاب سلالة واحدة ، تكون هى أساس الصنف الجديد .

وتجدر الإشارة إلى أن الأصناف الجديدة التى تنتج بهذه الطريقة تنشأ من تراكيب وراثية ، توجد منذ البداية فى العشيرة الأصلية ، وأن كل ما يتم خلال سنوات التربية هو التعرف على هذه التراكيب ، وإثبات أنها أفضل من التراكيب الوراثية الأخرى ، ومن الأصناف التجارية المستعملة فى الزراعة .

ولهذه الطريقة أهمية كبيرة فى تحسين الأصناف البلدية ، وقد اتبعت فى تحسين جميع المحاصيل الاقتصادية الهامة الذاتية التلقيح ؛ كالقمح ، والأرز ، والفاصوليا ، والبسلة ؛ فأمكن فى البسلة -على سبيل المثال- انتخاب نباتات مقاومة للسلالة رقم ٦ من الفطر

Fusarium oxysporum f.sp. *pisi* المسبب لمرض الذبول الفيوزارى . وقد وجدت النباتات المقاومة بنسبة تقل عن ٠,٢ ٪ . كما وجدت اختلافات وراثية بين النباتات -فى عدد من الأصناف التجارية- فى صفات : موعد الإزهار ، وعدد العقد حتى الزهرة الأولى ، وطول النبات . وقد تمكن Haglund & Anderson (١٩٨٧) من انتخاب سلالات نقية من الصنفين إيرلى فروستى Early Frosty ، ودارك سكن برفكشن Dark Skin Perfection ، اختلفت - جوهريًا - عنهما فى صفات : عدد الأيام حتى الإزهار ، وعدد السلاميات حتى أول زهرة ، والمحصول ، كما وجدا لدى مقارنة سلالة منتخبة من كل صنف مع الصنف الأصلى الذى انتخبت منه - لمدة خمس سنوات- أن محصولهما كان أعلى من محصول الصنفين الأصليين بمتوسط قدره ٤٤٪ لإحداهما ، و ٥٦٪ للأخرى . هذا .. بينما لم تختلف السلالات المنتخبة عن الصنف الأصلى الذى نشأت منه فى الصفات المورفولوجية العامة المميزة للصنف ، وهو ما يدل على أنها لم تكن راجعة إلى خلط ميكانيكى لبذور الصنف مع صنف آخر .

الانتخاب الإجمالى فى النباتات الذاتية التلقيح

تتشابه طريقة الانتخاب الإجمالى Mass Selection فى النباتات الذاتية التلقيح مع طريقة انتخاب السلالة النقية فى المرحلتين الأولى والثانية من برنامج التربية ؛ حيث يتم انتخاب عدد كبير من نباتات عشيرة ، تكثر فيها الاختلافات الوراثية ، ثم زراعة نسل كل نبات على حدة لعدة مواسم زراعية ؛ لاستبعاد السلالات التى تكون صفاتها غير مرغوبة - كما سبق بيانه فى طريقة انتخاب السلالة النقية - ويلى ذلك .. خلط بذور السلالات النقية ذات الصفات المرغوبة معًا ، ومقارنتها بالأصناف التجارية الشائعة فى الزراعة فى تجارب موسعة ، تستمر لثلاثة مواسم زراعية ؛ يقدر فيها المحصول والصفات الاقتصادية الهامة . ويتم فى النهاية .. اعتماد مخلوط السلالات كصنف جديد ، إذا ثبت أنه يفوق الأصناف التجارية المعروفة .

يتضح مما تقدم أن طريقة الانتخاب الإجمالى لاتختلف - فى جوهرها - عن طريقة انتخاب السلالة النقية ، سوى فى كون الصنف الجديد يتألف فى هذه الطريقة من مجموعة من السلالات النقية الممتازة ، بينما يتكون من سلالة نقية واحدة فى طريقة انتخاب السلالة النقية . وتعد هذه الطريقة - كسابقتها - ذات أهمية كبيرة فى تحسين الأصناف البلدية ،

كما تفيد -أيضًا- فى تحسين الأصناف الجديدة المستوردة إذا كانت بها عيوب ظاهرة .

ويجرى الانتخاب الإجمالى فى النباتات الذاتية التلقيح -عادة- بطريقة أخرى ، تتشابه مع تلك المتبعة مع النباتات الخلطية التلقيح ، وذلك بانتخاب عدد كبير من النباتات التى تظهر بها الصفات المرغوبة . وحصادها ، ثم خلط بذورها -معًا- وزراعتها فى دورة أخرى من الانتخاب . وتكرر هذه العملية إلى أن يتوقف التحسين مع الانتخاب ، ثم تقارن العشيرة المنتخبة مع الأصناف التجارية الشائعة فى الزراعة . وتعتبر هذه الطريقة مناسبة لإجراء تحسين وراثى سريع فى صفات معينة ؛ مثل : ارتفاع النبات ، وموعد النضج ، وحجم البذور ، ومقاومة الآفات ، والقدرة على تحمل الظروف البيئية القاسية ؛ حيث يكفى استئصال النباتات التى لاتحمل الصفات المرغوبة ، وحصاد البذور من النباتات المتبقية فى الحقل . ويمكن اتباع طرق خاصة تزيد من كفاءة عملية الانتخاب لمثل هذه الصفات ؛ مثل: العدوى الصناعية بمسببات الأمراض ، والزراعة فى الأراضى الملحية أو الجيرية ... إلخ ، وتقليم النباتات على الارتفاع المرغوب ، ثم حصاد العشرة سنتيمترات القمية فقط (كما فى الشوفان) ، واستعمال الغرابيل فى انتخاب البذور الكبيرة الحجم (كما فى الفاصوليا ، وفول الصويا) .

ويعاب على الانتخاب الإجمالى فى النباتات الذاتية التلقيح أن فرصة تكوين تراكيب وراثية جديدة تكون معدومة تقريباً ، إذا كان التلقيح الذاتى تاماً ؛ لذا .. فإن التحسين الوراثى يبقى دائمًا فى حدود ما هو موجود أصلاً فى العشيرة .

الانتخاب الإجمالى فى النباتات الخلطية التلقيح

اتبعت طريقة الانتخاب الإجمالى فى تحسين كثير من المحاصيل الخلطية التلقيح ، خلال النصف الأول من هذا القرن ، ومازالت مستعملة فى بعض المحاصيل . ورغم اختلاف تفاصيل هذه الطريقة فى النباتات الخلطية التلقيح عما سبق بيانه بالنسبة للنباتات الذاتية التلقيح .. إلا أن مضمونها واحد فى كل منهما ؛ إذ يكون الهدف هو تحديد التراكيب الوراثية المرغوبة ، وخلطها -معًا- لتكون أساساً للصنف الجديد .

يبدأ برنامج التربية بانتخاب عدد كبير من النباتات التى تبدو صفاتها جيدة ، من عشيرة تكثر فيها الاختلافات الوراثية ، ويكون الانتخاب على أساس الشكل الظاهرى .

يتبع ذلك .. خلط البذور الناتجة من النباتات المنتخبة – معاً – ثم زراعتها فى الموسم التالى ؛ لإجراء دورة أخرى من الانتخاب ، وهكذا ... تستمر دورات الانتخاب ؛ إلى أن يتحقق التحسين المطلوب ، أو إلى أن يصبح الانتخاب غير مُجْدٍ . ويستغرق إنتاج الصنف الجديد بهذه الطريقة نحو ثمانى سنوات .

وتكون هذه الطريقة أكثر فاعلية ، ويكون الانتخاب أكثر جدوى لو أمكن الانتخاب للصفات المرغوبة قبل الإزهار ؛ حيث يمكن –حينئذ– إزالة النباتات غير المرغوبة من العشيرة ، وترك النباتات المرغوبة فقط ؛ ليحدث التلقيح فيما بينها . أما إن لم يمكن الانتخاب للصفات المرغوبة إلا بعد حدوث التلقيح –كما فى جميع الصفات التى تعتمد على الثمار العاقدة ، التى منها صفة المحصول فى النباتات الثمرية – فإن النباتات التى تُنتَخب تكون قد لقُحت بنباتات أخرى ، قد تكون ذات صفات مرغوبة ، أو غير مرغوبة ؛ أى إن نصف الجينات التى توجد فى النباتات المنتخبة تكون قد حصلت عليها من آباء غير معلومة ، وهو ما يؤدى إلى بطء التحسن الوراثى . هذا .. ويمكن بالنسبة للنباتات ذات الحولين –كبنجر السكر– والمعمرة إجراء التقييم والانتخاب فى موسم نمو ، وإنتاج البذور فى الموسم التالى .

وكما سبق بيانه (تحت موضوع توازن هاردى – فينبرج فى الفصلين : الرابع ، والسادس) .. فإنه يمكن التخلص من الأليلات السائدة غير المرغوبة كلية فى جيل واحد من الانتخاب ، بينما تبقى الأليلات المتنحية غير المرغوبة مستترة فى الحالة الخليطة . ويكون التقدم الحادث بالانتخاب أعلى بكثير عندما تكون نسبة الأليل المتنحى غير المرغوب مرتفعة فى عشيرة الأساس عما لو كانت نسبته منخفضة .

المزايا

١– تفيد طريقة الانتخاب الإجمالى فى النباتات الخلطية التلقيح فى إنتاج أصناف جديدة من السلالات البرية ، وفى تحسين الأصناف البلدية ، ومخاليط الأصناف ، والأصناف المستوردة التى توجد بها عيوب ظاهرة ، وفى المحافظة على نقاوة الأصناف التى لا تلقى عناية خاصة عند إنتاج بذورها .

٢– تعد أسهل طرق التربية وأسرعها ؛ لأنها لاتحتاج إلى تلقيحات متُحكَّم فيها لإنتاج

الصنف ، ولعدم الحاجة إلى إجراء اختبارات خاصة للصنف المنتج .

٣- تعد الطريقة الوحيدة الممكنة لتحسين الأصناف البلدية والسلالات البرية من المحاصيل الخلطية التلقيح .

٤- أعطت هذه الطريقة نتائج جيدة بالنسبة للصفات ذات درجات التوريث المرتفعة ، والصفات التى يمكن التعرف عليها بسهولة ؛ فهى قد اتبعت بنجاح فى إنتاج أصناف جديدة من الذرة ، تختلف فى لون الحبوب ، وحجم الكوز ، وموقعه على الساق ، وموعد النضج ، ونسبة الزيت والبروتين فى الحبوب .

العيوب

تعتبر طريقة الانتخاب الإجمالى بطيئة ، عندما يرغب فى تحسين المحصول ، والصفات الكمية فى النباتات الخلطية التلقيح ، ويرجع ذلك إلى الأسباب التالية :

١- عدم القدرة على تمييز التراكيب الوراثية الجيدة على أساس الشكل المظهرى فقط ؛ نظراً لتأثر الصفات الكُمية بشدة بالعوامل البيئية .

٢- حصول النباتات المنتَخَبة على حبوب لقاح من نباتات غير منتَخَبة ؛ بسبب التلقيح الخلطى المفتوح .

٣- يؤدى الانتخاب الشديد إلى صغر حجم العشيرة ؛ مما يُحْدِث نوعًا من التربية الداخلية ، ويتسبب - بالتالى - فى ضعف قوة نمو النباتات .

٤- تبقى - دائماً - نسبة من الجينات المنتخبة غير المرغوبة فى العشيرة مستترة فى التراكيب الوراثية الخليطة .

العوامل المؤثرة على درجة الاستجابة للانتخاب

تتأثر درجة الاستجابة للانتخاب بالعوامل التالية :

١- مدى توفر الاختلافات الوراثية فى العشيرة الأصلية :

يكون أثر الانتخاب واضحاً فى السلالات البرية ، والأصناف البلدية التى تكثر فيها الاختلافات الوراثية ، ولكن يقل التحسن الوراثى بعد بضع دورات انتخابية ؛ نتيجة لثبات الصفات ويعمل الانتخاب فى هذه الحالة على الاختلافات الوراثية الحرة

Free Variability ، التى تتوفر فى العشيرة .

٢- مدى توفر الاختلافات الوراثية الكامنة :

يعُنَى بالاختلافات الكامنة Potential Variability تلك التى يمكن أن تظهر فى أى وقت ، بعد حدوث عبور فى مناطق معينة من الكروموسومات ، يؤدى إلى ظهور انعزالات وراثية جديدة فى التراكيب العبورية ، ولذلك أهمية كبيرة فى تحسين الصفات الكمية ، التى يتحكم فى وراثتها عدد كبير من العوامل الوراثية ؛ حيث يحدث -عادة- تقدم سريع فى الانتخاب بعد كل حالة عبور .

٣- درجة توريث الصفات :

تزداد سرعة الاستجابة للانتخاب بزيادة درجة توريث الصفات المنتخبة .

٤- درجة التربية الداخلية :

يؤدى الانتخاب الشديد للصفات إلى اختيار عدد قليل من النباتات التى تتوفر فيها الصفات المرغوبة لتكوين الجيل التالى ، وهو ما يؤدى إلى حدوث نوع من التربية الداخلية ، التى يكون لها أثر سيئ على قوة النمو . وكذلك يُحدثُ الانتخاب الشديد تغيراً فى الهيكل الوراثى للعشيرة genetic drift ، يكون مُصَاحَباً بتغير فى نسب الأليلات المختلفة بها ؛ مما يؤثر على صفاتها العامة المميزة ؛ ويكون لذلك كله انعكاساته السلبية على درجة الاستجابة للانتخاب .

بعض التعديلات المدخلة على طريقة الانتخاب الإجمالى

تجرى بعض التعديلات على طريقة الانتخاب الإجمالى ؛ بغرض زيادة كفاءتها فى تحسين النباتات الخلطية التلقيح ، ومن هذه التعديلات ما يلى :

١- اختبار النسل :

يُجرى اختبار النسل Progeny Testing بتقييم ١٠-١٥ نباتاً من نسل كل نبات منتخب . ويفيد اختبار النسل فى التأكد من أن النباتات المتميزة المنتخبة تورث صفاتها المرغوبة للنسل . ولهذا الاختبار أهمية خاصة بالنسبة للصفات الكمية والصفات ذات

درجات التوريث المنخفضة ، كما يفيد فى التأكد من جودة نسل النباتات التى انتخبت بعد الإزهار ، ولقحت بنباتات غير منتخبة . ويفضل -دائماً- إجراء اختبار النسل فى مكررات . وتنتج الأنسال لاختبارها بإحدى الطرق التالية :

(أ) بحصاد بذور النباتات المنتخبة التى تركت للتلقيح الخلطى المفتوح .

(ب) بحصاد بذور النباتات المنتخبة بعد تلقيحها ذاتيًا .

(ج) بحصاد بذور التلقيح القمى top cross بين كل من النباتات المنتخبة - التى تستعمل كأب - وصنف تجارى ناجح يستعمل كأم ، ويعرف باسم الصنف الاختبارى Tester Variety . كما يلقح -أيضاً- كل نبات منتخب ذاتيًا ، وتحصد هذه البذور كذلك . وبناء على نتيجة تقييم التلقيح القمى .. يتم تحديد النباتات ذات الصفات المرغوبة ، وهى التى تخلط بذورها الناتجة من التلقيح الذاتى معًا ؛ لبدء دورة جديدة من الانتخاب .

٢- خلط السلالات المرباة داخليًا :

تربى بعض السلالات بالتلقيح الذاتى لعدة أجيال ، ثم تخلط بذور السلالات المنتخبة معًا ؛ لتكون أساساً للصنف الجديد ، وتعرف هذه الطريقة باسم line breeding ، وهى تفيد فى التخلص من بعض الآليلات المتنحية غير المرغوبة ، ولكنها نادراً ماتتبع فى تحسين النباتات الخلطية التلقيح لما يصاحبها من نقص فى قوة النمو ؛ بسبب التربية الداخلية ، الأمر الذى يجعل من الصعب تقييم السلالات التى يُراد إدخالها فى الصنف الجديد . هذا .. فضلاً عن أن هذه الطريقة تشجع على ظهور سلالات ، تزداد فيها نسبة التلقيح الذاتى ، بينما يكون من المرغوب زيادة نسبة التلقيح الخلطى بين السلالات التى تشكل الصنف الجديد ، للحصول على أكبر قدر من قوة الهجين ويفضل - عند اتباع هذه الطريقة - أن يكون عدد السلالات التى تدخل فى تكوين الصنف الجديد كبيراً ، حتى لاتكون قريبة من بعضها البعض ، ولزيادة فرصة ظهور قوة الهجين فى الصنف الجديد .

٣- الانتخاب الإجمالى المبنى على تمثيل كافة الظروف البيئية :

يعرف الانتخاب الإجمالى المبنى على تمثيل كافة الظروف البيئية فى الحقل باسم Stratified Mass Selection ، ويجرى بتقسيم الحقل الذى تجُرى فيه عملية الانتخاب إلى عدة أقسام متساوية ، ثم ينتخب من كل منها عدد متساو من النباتات ، وهى التى

تحصد بذورها وتخلط معًا ؛ لبدء دورة جديدة من الانتخاب . وتفيد هذه الطريقة فى تقليل تأثير البيئة إلى أدنى مستوى ممكن ؛ نظراً لأنها تضمن تمثيل كل الظروف البيئية فى منطقة الدراسة .

٤- طريقة الكوز للخط ear-to-row method :

تعرف طريقة تقييم نسل النباتات المنتخبة التى تُرِكَت للتلقيح الخلطى الطبيعى (الطريقة ١ أ) عند تطبيقها على الذرة باسم طريقة الكوز للخط . وقد أدخلت هذه الطريقة بواسطة G.G. Hopkins فى عام ١٨٩٧ ، وفيها تحصد الكيزان الممتازة من النباتات التى تعرضت للتلقيح الخلطى العشوائى ، ويزرع فى العام التالى جزء من بذور كل كوز فى خط مستقل ، بينما يحتفظ ببقية البذور . وبعد أن ينتهى التقييم .. تخلط البذور المتبقية من الكيزان التى ظهر تفوقها معًا ؛ لبدء دورة جديدة من الانتخاب فى الموسم التالى . وبذا .. فإن كل دورة انتخاب تستمر لمدة موسمين زراعيين .

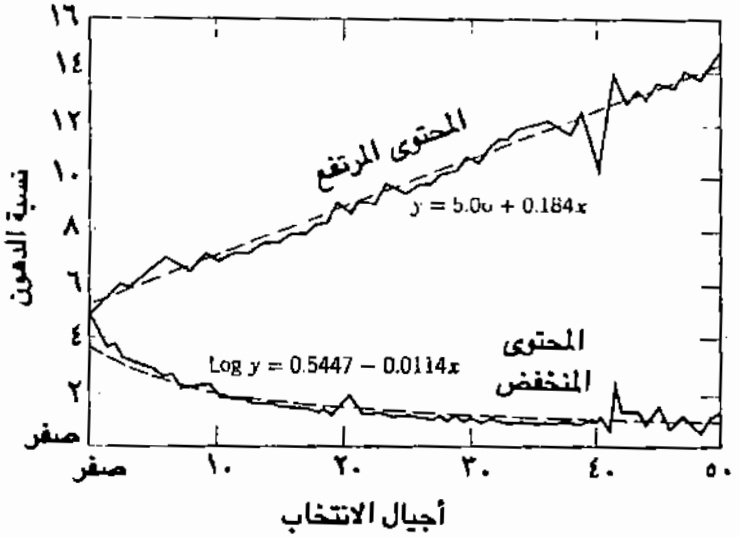
وقد أفادت هذه الطريقة فى تحسين محصول الذرة فى محتواه من الدهون والبروتين فى سنوات قليلة ، واستمر التحسين مع استمرار الانتخاب . ولكن النتائج كانت مخيبة للآمال بالنسبة للمحصول ؛ ويرجع السبب فى ذلك إلى أنها لاتفيد فى تقييم التركيب الوراثى للنباتات المنتخبة بصورة جيدة (حيث لايُقيَّم كل نسل سوى فى خط واحد فى منطقة واحدة) ، فضلاً على أن النباتات المنتخبة (التى تقيم أنسالها) .. تتلقى دائماً حبوب لقاح من نباتات غير منتخبة

تحسين نسبتى الدهون والبروتين فى الذرة بطريقة الانتخاب الإجمالى

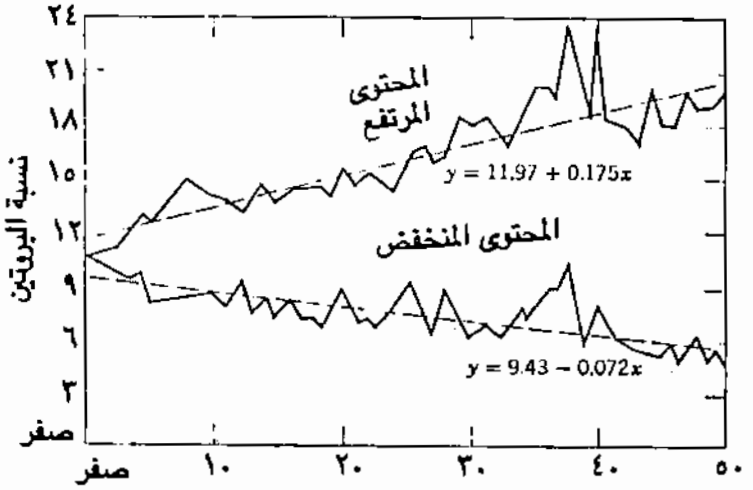
يعد برنامج تحسين نسبة الدهون والبروتين فى حبوب الذرة - بالانتخاب الإجمالى- من الدراسات الكلاسيكية فى تربية النبات . وقد بدأ الانتخاب فى الصنف المفتوح التلقيح برزهوايت Burr's White فى جامعة إلينوى بالولايات المتحدة الأمريكية فى عام ١٨٩٦ ، واستمر إلى الوقت الحاضر باستثناء الفترة من ١٩٤٢ إلى ١٩٤٤ . وكان الهدف هو إنتاج أربع سلالات من الذرة مرتفعة -أو منخفضة- فى نسبة كل من الدهون والبروتين فى الحبوب ، واتبعت طريقة الكوز للخط خلال الأجيال الثمانية والعشرين الأولى منها . أما

بعد ذلك .. فكان يؤخذ ٦٠ كوزًا من كل من السلالات الأربع للتقييم ، ثم تخلط معًا حبوب أكثر ١٢ كوزًا من كل سلالة إظهاراً للصفة المنتخبة .

وقد أعطى الانتخاب لنسبة البروتين المرتفعة تحسنا مستمراً ؛ حيث ارتفعت النسبة من ١٠,٩٪ فى عشيرة الأساس إلى ١٣,٧٪ ، و ١٦,١٪ ، و ١٩,٣٪ ، و ٢٦,٦٪ فى الأجيال : الخامس ، والعشرين ، والخمسين ، والسبعين على التوالى . وبالمقارنة .. فقد استمرت الاستجابة كذلك للانتخاب لنسبة البروتين المنخفضة ؛ حيث انخفضت النسبة إلى ٩,٦٪ ، و ٧,٣٪ ، و٤,٩٪ ، و ٤,٤٪ فى نفس الأجيال السابقة الذكر على التوالى . كذلك ارتفعت نسبة الدهون بانتظام من ٤,٧٪ إلى أن وصلت إلى أكثر من ١٥٪ ، بينما توقفت الاستجابة للانتخاب للمستوى المنخفض من الدهون عند حوالى ١٪ بعد ثلاثين عاماً من الانتخاب (شكلا ٧-١ ، ٧-٢) . وفضلاً على ذلك .. فإن الانتخاب فى الاتجاه العكسى -لصفة نسبة البروتين أو الدهون بعد ٥٠ جيلاً من الانتخاب فى اتجاه ما- أحدث تغيراً كبيراً وسريعًا فى الصفة . حدث ذلك فى السلالات الأربع (العالية والمنخفضة من حيث نسبة البروتين أو الدهون) ؛ مما يدل على أن العشيرة الأصلية كانت تحتوى على اختلافات وراثية أكثر مما كان متوقعا (Welsh ١٩٨١) .



شكل (٧ - ١) : تأثير خمسين جيلاً من الانتخاب على نسبة الدهون في حبوب الذرة . يمثل الخط المتصل النتائج الحقيقية ، بينما يمثل الخط المتقطع القيم المتوقعة على أساس معادلات الارتباط المبينة (عن Allard ١٩٦٠) .



شكل (٧ – ٢) : تأثير خمسين جيلاً من الانتخاب على نسبة البروتين فى حبوب الذرة . يمثل الخط المتصل النتائج الحقيقية ، بينما يمثل الخط المتقطع القيم المتوقعة علي أساس معادلات الارتباط المبينة .

ولسوء الحظ .. فإن سلالة الذرة المرتفعة فى نسبة البروتين كان غناها بالبروتين مرده إلى ارتفاع محتواها من البرولامينات prolamines (أو الزيين zein) ، وهى بروتينات فقيرة بالحامضين الأمينيين الضروريين ليسين lysine ، وتربتوفان tryptophan ؛ لذا .. فإن هذه السلالة لم تستعمل فى أى برنامج للتربية ؛ لتحسين نسبة البروتين فى الذرة . وقد كان محصول هذه السلالة منخفضاً ؛ حيث لم يزدْ على نحو ثلث متوسط محصول الذرة بولاية إلينوى . ويبدو أن ذلك كان مرده إلى وجود علاقة سالبة بين المحصول ونسبة البروتين (عن Alexander ١٩٧٥) .

طرز الاستجابة للانتخاب

يذكر Allard (١٩٦٤) خمسة طرز للاستجابة للانتخاب فى طريقة الانتخاب الإجمالى فى النباتات الخلطية التلقيح ، يمكن إيجازها فيما يلى :

الطراز الأول .. يحدث فيه تقدم سريع مع الانتخاب ، يليه بطء واضح . يحدث ذلك فى حالات الانتخاب لصفات خاصة ؛ مثل طول النبات ، واللون ، والمقاومة لبعض الأمراض ،

وهى صفات يتحكم فيها جينات رئيسية major ، ذات تأثير كبير على الصفة ، وأخرى ثانوية minor ذات تأثير ضعيف . ويرجع التقدم السريع – فى البداية – إلى انتخاب الجينات الرئيسية ، بينما يحدث التقدم البطئ الذى يعقب ذلك نتيجة لانتخاب الجينات الثانوية .

الطراز الثانى .. تحدث فيه استجابة بطيئة ومستمرة للانتخاب ؛ ويحدث ذلك فى حالات الانتخاب للصفات التى يتحكم فيها عدد كبير من الجينات التى تتركز ببطء – وبصفة تدريجية – مع استمرار الانتخاب ، ومن أمثلتها .. صفات المحتوى المرتفع أو المنخفض من البروتين ، والمستوى المرتفع من الدهون فى الذرة .

الطراز الثالث .. تحدث فيه استجابة بطيئة ومستمرة لفترة ، ثم تتوقف –بعدها– الاستجابة للانتخاب كلية . حدث ذلك فى حالة الانتخاب لصفة المحتوى المنخفض من الدهون فى الذرة ؛ حيث استمر الانخفاض البطئ فى نسبة الدهون لنحو ٣٠ جيلاً ، ثم توقف بعد ذلك . ورغم أن هذه الصفة يتحكم فيها آليلات أخرى من نفس الجينات التى تتحكم فى صفة المحتوى المرتفع من الدهون .. إلا أن الانخفاض فى نسبة الدهون كان مَصَاحَباً بنقص مستمر فى حجم جنين الحبة ، واستمر الانخفاض فى نسبة الدهون إلى أن أصبح الجنين صغيراً للغاية ؛ الأمر الذى أدى إلى ظهور عقبة فسيولوجية أمام الانتخاب رغم استمرار توفر الاختلافات الوراثية لتلك الصفة .

الطراز الرابع ..لاتحدث فيه أية استجابة للانتخاب . يحدث ذلك عند محاولة تحسين الصفات ذات درجات التوريث المنخفضة ؛ مثل صفة المحصول بطريقة الكوز للخط ؛ لأن مثل هذه الصفات تتطلب إجراء اختبار النسل الناتج من التلقيح الذاتى ، بينما يستحيل ذلك بطريقة الكوز للخط .

الطراز الخامس .. تحدث فيه استجابة سريعة ، ثم تتوقف الاستجابة ، ثم تتكرر مرحلتا الاستجابة السريعة والتوقف مرة أخرى . يحدث ذلك فى الحالات التى توجد فيها اختلافات كامنة ، لاتظهر إلا بعد حدوث عبور مناسب ، يؤدى إلى ظهور تراكيب وراثية جديدة ، تفيد فى عملية الانتخاب .