الهجينين الفرديين المهجنين معًا لإنتاج الهجين الزوجى ؛ فمثلا .. تكون الهجن الأربعة الفردية الممكنة فى حالة الهجين الزوجى أ ب × جـ د هى : أ جـ ، أد ، ب جـ ، ب د .

٣- كل الهجن الفردية الممكنة بين كل من السلالات الأربع الداخلة فى إنتاج الهجين الزوجى وبين عشر سلالات أخرى ؛ فمثلا .. تكون الهجن اللازمة فى حالة الهجين الزوجى أ ب × جـ د هى التى بين كل من السلالات أ ، ب ، جـ ، د وعشر سلالات أخرى ؛ أى يؤخذ متوسط ٤٠ هجينا فرديًا .

٤- الهجن الفردية الممكنة بين كل من السلالات الأربع الداخلة فى إنتاج الهجين الزوجى وبين صنف اختبارى ؛ أى يؤخذ متوسط أربعة هجن فردية .

وقد قدر Jenkins الارتباط بين المحصول الفعلى والمحصول المتوقع لاثنين وأربعين هجينًا زوجيًا باستعمال الطرق الأربع السابقة ، ووجد أن معامل الارتباط كان ٠,٧٥ ، و٠,٧٦ ، و ٠,٧٣ ، و ٠,٦١ للطرق الأربع على التوالى .

وبناء على نتائج هذه الدراسة ودراسات أخرى كثيرة .. فقد أصبح عاديًا أن يتنبأ المربى بمحصول الهجن الزوجية من متوسط محصول الهجن الأربعة الفردية الممكنة بين السلالات الداخلة فى إنتاج الهجين الزوجى غير الهجينين الفرديين المهجنين معًا لإنتاج الهجين الزوجى . ويكفى - فى هذه الحالة - إنتاج وتقييم كل الهجن الفردية الممكنة بين السلالات المتوفرة ؛ للتنبؤ بمحصول أى هجين زوجى بين هذه الهجن الفردية . ولكن ينبغى أن تقيم الهجن الفردية فى عدة مواقع ، وعلى مدى عدة سنوات ؛ ليمكن التوصل إلى نتائج يمكن الاعتماد عليها . ويبين جدول (١٠-١) مثالاً لتطبيق القاعدة السابقة فى التنبؤ بمحصول الهجن الزوجية الممكنة بين خمس سلالات من الذرة (Anderson عن Briggs & Knowles ١٩٦٧) .

طرق تحسين السلالات المرباة داخليًا

يتجه كثير من الباحثين نحو محاولة تحسين السلالات المتوفرة المرباة داخليًا ، التى أثبتت قدرة عالية على التآلف ، بدلاً من محاولة إنتاج سلالات جديدة ؛ بسبب ندرة السلالات الممتازة ، وصعوبة إنتاج ما هو أفضل منها . وتبعًا لـ T.A. Kiesselbach (عن Briggs & Knowles ١٩٦٧) .. فإن عدد سلالات الذرة المرباة داخليًا التى أنتجت حتى

جدول (١٠-١) : المحصول الحقيقى المتحصل عليه من الهجن الفردية والزوجية لخمس سلالات مرباة تربية داخلية من الذرة (هى أرقام ٢٣ ، و ٢٤ ، و ٢٦ ، و ٢٧ ، و ٢٨) والمحصول المتوقع للهجن الزوجية بينها .

الهجين الفردى أو الزوجى	المحصول (بوشل/فدان) الحقيقى	المتوقع	الهجين الفردى أو الزوجى	المحصول (بوشل/فدان) الحقيقى	المتوقع
الهجن الفردية					
٢٣ × ٢٤	٤١,٧		٢٤ × ٢٧	٧٢,١	
٢٣ × ٢٦	٦٢,٦		٢٤ × ٢٨	٦٩,٣	
٢٣ × ٢٧	٧٠,٨		٢٦ × ٢٧	٦٤,٢	
٢٣ × ٢٨	٦٤,٤		٢٦ × ٢٨	٦٠,٤	
٢٤ × ٢٦	٦٥,٦		٢٧ × ٢٨	٥٩,٦	
الهجن الزوجية					
السلالات ٢٣ ، ٢٤ ، ٢٦ ، ٢٧ :			السلالات ٢٣ ، ٢٦ ، ٢٧ ، ٢٨ :		
(٢٣ × ٢٤) (٢٦ × ٢٧)	٦٨,٨	٦٧,٨	(٢٣ × ٢٦) (٢٧ × ٢٨)	٦٨,٢	٦٥,٠
(٢٣ × ٢٦) (٢٤ × ٢٧)	٦٢,٤	٦٠,٦	(٢٣ × ٢٧) (٢٦ × ٢٨)	٦٥,٠	٦٢,٧
(٢٣ × ٢٧) (٢٤ × ٢٦)	٦٢,٠	٦٠,٢	(٢٣ × ٢٨) (٢٦ × ٢٧)	٦٥,٧	٦٣,٤
السلالات ٢٣ ، ٢٤ ، ٢٦ ، ٢٨ :					
(٢٣ × ٢٤) (٢٦ × ٢٨)	٦٥,٠	٦٥,٥	(٢٤ × ٢٦) (٢٧ × ٢٨)	٧٠,٢	٦٦,٥
(٢٣ × ٢٦) (٢٤ × ٢٨)	٥٩,٨	٥٨,٠	(٢٤ × ٢٧) (٢٦ × ٢٨)	٦٢,٠	٤٧,٧
(٢٣ × ٢٨) (٢٤ × ٢٦)	٥٦,٠	٥٨,٥	(٢٤ × ٢٨) (٢٦ × ٢٧)	٦٢,٧	٦٤,٤
السلالات ٢٣ ، ٢٤ ، ٢٧ ، ٢٨ :					
(٢٣ × ٢٤) (٢٧ × ٢٨)	٧١,١	٦٩,٢			
(٢٣ × ٢٧) (٢٤ × ٢٨)	٥٨,١	٥٩,٤			
(٢٣ × ٢٨) (٢٤ × ٢٧)	٥٨,٠	٦٠,٤			

عام ١٩٥١ قدر بنحو ١٠٠ ألف سلالة ، ولم يتفوق منها سوى ٦٠ سلالة ، وهى التى كان لها دور فى إنتاج أصناف الذرة الهجين . ويحاول المربون تحسين هذه السلالات فى الجوانب التالية :

١- زيادة إنتاجية السلالات ذاتها ؛ بغرض زيادة كمية البذرة الهجين من نفس التلقيح؛ فتنخفض بذلك تكاليف إنتاجها .

٢- تحسين السلالات فى صفات خاصة تعوزها ؛ مثل مقاومة الأمراض الهامة .

٣- تحسين قدرة السلالات على التآلف ؛ وهو ما يعنى زيادة قوة الهجين فى الهجن التى تدخل فيها

هذا .. وتعامل السلالات المرباة تربية داخلية معاملة النباتات الذاتية التلقيح عند تحسينها؛ ذلك لأنها تكثر بالتلقيح الذاتى ، كما أن نباتات كل سلالة تكون متجانسة homogenous ، وأصيلة وراثيا homozygous ؛ مثلها فى ذلك مثل العشائر المُحَسّنة الثابتة وراثياً من المحاصيل الذاتية التلقيح . ومن أهم الطرق المستخدمة فى تحسين السلالات المرباة داخليًا ما يلى :

١- طريقة انتخاب النسب :

تجرى التربية بتتبع النسل الناتج من هجين فردى ناجح بين سلالتين مرباتين تربية داخلية ، وإجراء الانتخاب مع استمرار التربية الداخلية للنباتات المنتخبة جيلاً بعد جيل (تراجع التربية بطريقة انتخاب النسب فى الفصل الحادى عشر) .

٢- طريقة التهجين الرجعى :

تعد تلك أنسب طرق التربية عند الرغبة فى تحسين السلالات المرباة داخليًا فى صفات معينة ؛ مثل صفة العقم الذكرى (لاستعمالها كأمهات فى الهجن) ، والمقاومة للأمراض الهامة (تراجع التربية بطريقة التهجين الرجعى فى الفصل الثانى عشر) .

٣- طريقة التحسين التجمعى Convergent Improvement :

اقترح Richey هذه الطريقة فى عام ١٩٢٧ ، وتجرى بتلقيح أحد الهجن الفردية الناجحة رجعيًا إلى كل من أبويه على انفراد ؛ فيلقح الهجين أ ب - مثلا - رجعيًا مع كل

من السلالتين (أ) ، و (ب) مع الانتخاب للصفات المهمة ؛ مثل قوة النمو والمقاومة للأمراض ؛ وبذا .. تحسن كلتا السلالتين .

٤- طريقة انتخاب الجاميطات Gametc Selection :

اقترح Stadler هذه الطريقة فى عام ١٩٤٤ ، وتجرى بتلقيح سلالة جيدة بحبوب لقاح أحد الأصناف الناجحة المفتوحة التلقيح . وتختلف النباتات التى تنتج من هذا التلقيح عن بعضها البعض - وراثيًا - بدرجة كبيرة . يُلقَّح كل نبات منها - ذاتيًا - كما يلقح أيضًا مع صنف اختبارى . ويُحْتَفَظُ بالبذور الناتجة من التلقيح الذاتى لحين تقييم البذور الناتجة من التلقيح الاختبارى . ويعنى تفوق نسل أى تلقيح اختبارى أن النبات الذى استخدم فى هذا التلقيح كان قد تلقى جينات مرغوباً فيها من الصنف المفتوح التلقيح ، الذى كان قد لُقح مع السلالة المراد تحسينها . وتزرع البذور الناتجة من التلقيح الذاتى لهذه النباتات فى الموسم التالى لبدء برنامج جديد من التربية الداخلية عليها . وترجع أهمية هذه الطريقة - كما بين Stadler - إلى أنه إذا وجدت التراكيب الوراثية المرغوب فيها فى الصنف المفتوح التلقيح بنسبة q^2 .. فإنها توجد فى جاميطات هذا الصنف بنسبة q ، وهى أعلى بكثير (يراجع لذلك قانون هاردى - فينبرج فى الفصل الثالث) .

إنتاج السلالات الأصيلة من النباتات الأحادية

نظراً لأن إنتاج السلالات الأصيلة المرباة داخليًا يتطلب جهداً كبيراً ، ويستغرق عدة سنوات ؛ لذا .. فقد اتجه تفكير بعض الباحثين نحو محاولة استخدام النباتات الأحادية (١ن) فى إنتاج نباتات ثنائية أصيلة (٢ ن) ؛ بمضاعفتها بالكولشيسين . وكان Chase - فى عام ١٩٤٩ - هو أول من نادى بهذه الطريقة وطبقها فى الذرة ، وهو محصول تظهر فيه النباتات الأحادية طبيعيًا بطريقة التوالد البكرى parthenogensis بمعدل ٠,١ ٪ . ويمكن معرفة النباتات الأحادية بسهولة إذا مازرعت نباتات أحد الأصناف المرغوب فيها المفتوحة التلقيح بالتبادل مع صنف آخر به جين سائد مُعلِم marker gene ، لايوجد فى الصنف المفتوح التلقيح . وتُزال جميع النورات المذكرة من الصنف المفتوح التلقيح ؛ لكى يُلقَح بالصنف الآخر ، ثم تحصد بذوره ، وتزرع؛ وبذا .. يمكن معرفة النباتات الأحادية الناتجة بطريق التوالد البكرى ، وهى التى لاتكون حاملة للصفة السائدة . وقد استخدم Chase لذلك صفة لون النبات القرمزى ، وهى صفة سائدة تظهر فى طور البادرة .