التكاثر بالطفرات. ويفيد هنا إعادة التأكيد أن تربية النباتات الخضرية التكاثر بالطفرات، تعادل فى تأثيرها النهائى التربية بالتهجين الرجعى فى النباتات الجنسية التكاثر.

اللجوء إلى التكاثر الجنسى

أهمية اللجوء إلى التكاثر الجنسى

ترجع أهمية اللجوء إلى التكاثر الجنسى (إن كان ذلك ممكنًا) إلى الحقائق التالية:

١ – يُعَد التكاثر الجنسى الوسيلة الوحيدة لجمع صفات من سلالات، أو أصناف مختلفة فى صنف جديد.

٢ – يعطى التهجين بين الأصناف الفرصة لظهور انعزالات جديد كثيرة للغاية (يبلغ عددها $٣^{ن}$ حيث ن هى عدد العوامل الوراثية، التى يختلفُ فيها الصنفان الملقحان).

٣ – تتميز النباتات الخضرية التكاثر بأنها تكون على درجة كبيرة من عدم التماثل الوراثى؛ لذا .. فإن .. مجرد تلقيحها – ذاتيًا – ينشأ عنه انعزالات وراثية كثيرة.

ويستفاد مما تقدم بيانه –عند تحسين المحاصيل الخضرية التكاثر – أن يراعى ما يلى:

١ – الاستفادة من الانعزالات التى تحدث عند التلقيح الذاتى، وقد انتخبت بهذه الطريقة معظم الأصناف القديمة من الفاكهة.

٢ – الاستفادة من الانعزالات التى تحدث عند التلقيح الخلطى الطبيعى بين نباتات الصنف الواحد أو الأصناف المختلفة، وقد أنتجت بهذه الطريقة أصناف كثيرة من نخيل البلح. وتتميز النباتات المنتخبة بهذه الطريقة بأنها لا تتعرض لاحتمالات التدهور مع التربية الداخلية الذى قد يحدث فى حالة التلقيح الذاتى.

٣ – الاستفادة من الانعزالات التى تحدث عند إجراء تلقيحات متحكم فيها بين أصناف مختارة تحمل الصفات المرغوب فيها، وتلك هى الطريقة المفضلة، التى تتبع – حاليًا – فى معظم برامج التربية.

٤ – الاستفادة من ظاهرة قوة الهجين التى تظهر عند تهجين السلالات المرباة تربية داخلية بشكل جزئى؛ حيث تمارس التربية الداخلية لأجيال قليلة مع انتخاب النباتات

المتميزة بعد كل جيل، ثم تلقح السلالات المنتخبة معًا، وتقيم الهجن الناتجة، وتنتخب أفضل النباتات الهجين لإكثارها كأصناف جديدة.

هذا .. ولا يمكن – دائمًا – اللجوء إلى التكاثر الجنسى، نظرًا لأن بعض الأنواع النباتية الخضرية التكاثر لا تنتج بذورًا بالمرة، أو قد تنتج بذورًا بها أجنة لاإخصابية فقط (أى تكون إجبارية التكاثر اللاإخصابى).

وتجدر الإشارة إلى استحالة تطبيق طريقة التربية بالتهجين الرجعى على النباتات التى تكثر – تجاريًا – بطريقة خضرية، ولكن يمكن أن يتبع معها طريقة محورة للتهجين الرجعى.

التهجين والانتخاب

الهدف

إن الهدف الرئيسى لأى برنامج للتربية بالتهجين والانتخاب فى المحاصيل الخضرية التكاثر هو تجميع صفات مرغوب فيها من سلالات خضرية مختلفة، تنتخب على أساس الخبرة السابقة معها، سواء فيما يتعلق بأدائها، أم بنتائج استخدامها فى تهجينات سابقة. وفى الغالب .. تُنتج الآباء (السلالات الخضرية) ذات القدرة العالية على التآلف هجنًا متفوقة، إلاّ أن الهدف فى النباتات الخضرية التكاثر لا يكون إنتاج هجنًا متجانسة مثلما يكون عليه الحال فى النباتات التى تتكاثر جنسيًا، وإنما يكون الهدف تقييم نباتات الجيل الأول – كل على حدة – لانتخاب أفضلها. ويجرى الانتخاب فى تلك المرحلة على أساس الصفات المورفولوجية الواضحة، علمًا بأن كفاءة عملية الانتخاب تزداد بزيادة درجة توريث الصفات المرغوب فيها. ويتعين التحكم – قدر المستطاع – فى العوامل البيئية، بهدف التقليل من تأثير البيئة، وتأثير التفاعل بين البيئة والتركيب الوراثى.

حجم عشيرة التربية

نظرًا لأن غالبية أصناف المحاصيل الخضرية التكاثر تكون خليطة وراثيًا، فإن الجيل الأول – وليس الجيل الثانى – يكون هو الجيل الانعزالى الأول. ولذا .. فإن حجم

عشيرة الجيل الأول يجب أن يكون أكبر كثيرًا عما يكـون مطلوبًـا فـى عشـائر النباتـات الجنسية التكاثر.

كذلك فإن نسبة كبيرة من النباتات الخضريـة التكـاثر تكـون متضاعفـة (مثـل قصـب السـكر، والبطـاطس، والبطاطـا، والفراولـة، والمـوز) وتحتـاج إلى عشـائر كبـيرة الحجـم للحصول على الانعزالات المرغوب فيها.

ونظرًا لأن عديدًا من أصناف بعض المحاصيل الخضرية التكاثر لا تزهـر، وحتـى إذا ما أزهرت فإنها تكون على درجة عالية من العقم (وخاصة العقم الذكـرى) .. فـإن الأمـر يتطلب إنتاج عددًا أكبر من الهجن عما يكون مطلوبًـا فـى المحـاصيل الجنسـية التكـاثر (عن Chopra ٢٠٠٠).

أهمية التربية الداخلية

قد يحدث فى برامج التربية بالتهجين والانتخاب فى النباتات الخضريـة التكـاثر أن تحمل السلالات الجيدة المنتخبة صفات قليلة غير مرغوب فيها يتحكم فيها إما جينات سائدة بحالة خليطة، وإما جينات متنحية بحالة أصيلة. ويتم التعامل مع تلك الحالات بالتربية الداخلية التى تسـمح بـالحصول علـى انعـزالات متنحيـة أصيلـة فـى الجينـات السائدة غير المرغوب فيها، والتى تسمح كذلـك بتـهجين السـلالات المنتخبـة – معًـا – للحصول على انعزالات سائدة خليطة فى الجينات المتنحية غير المرغوب فيـها. وتجـدر الإشارة إلى أن التربية الداخلية – ولـو لجيل واحد – قد تؤدى إلى حدوث فقد فـى قـوة النمو، إلاّ أن تهجين السلالات المنتخبة معًا يؤدى إلى استعادة قوة الهجـين. ولا يجـدى – فى هذا الشأن – تهجين نباتات مختلفة من سـلالة خضريـة واحـدة؛ لأن ذلـك يعـد مزيدًا من التربية الداخلية نظرًا لتماثل جميـع نباتـات السـلالة الخضريـة الواحـدة فـى تركيبها الوراثى.

خطوات برنامج التربية

يجرى برنامج التربية بالتهجين فى المحاصيل الخضرية التكـاثر، كمـا يلـى (شـكل ١٥-١):

● السنة الأولى:

تلقح النباتات المنتخبة معًا لأجل إنتاج بذور الجيل الأول، مع مراعاة إجراء الخطوة فى مواقع وظروف تسمح بالإزهار.

● السنة الثانية:

تزرع بذور الجيل الأول لإنتاج البادرات فى مكان يسمح بنموها بصورة متجانسة. تستبعد جميع النباتات الضعيفة وغير الطبيعية، وكذلك تلك التى تظهر قابلية للإصابة بالأمراض، وينتخب عدد كبير من النباتات التى تظهر بها الصفات المرغوب فيها. ويجب أن يكون الانتخاب فى هذه المرحلة متوسط الشدة لأن الأداء المعتمد على النباتات المفردة لا يكون ذا فاعلية كبيرة فى تحديد أهمية التركيب الوراثى، ومع إكثار النباتات المتبقية خضريًا نحصل من كل منها على سلالة خضرية متجانسة يمكن تقييمها بطريقة أكثر دقة.

● السنة الثالثة:

يُنتج من كل نبات تم انتخابه سلالة خضرية بطريق الإكثار الخضرى، تزرع نباتاتها على مسافات موحدة فى خط مفرد، مع زراعة بعض الخطوط من أصناف أخرى قياسية للمقارنة. تستبعد جميع السلالات التى تظهر عليها عيوب واضحة، وتلك التى يكون أداؤها سيئًا، وينتخب فقط حوالى ١٠٠-٢٠٠ سلالة خضرية لأجل تجارب التقييم الأولى للمحصول.

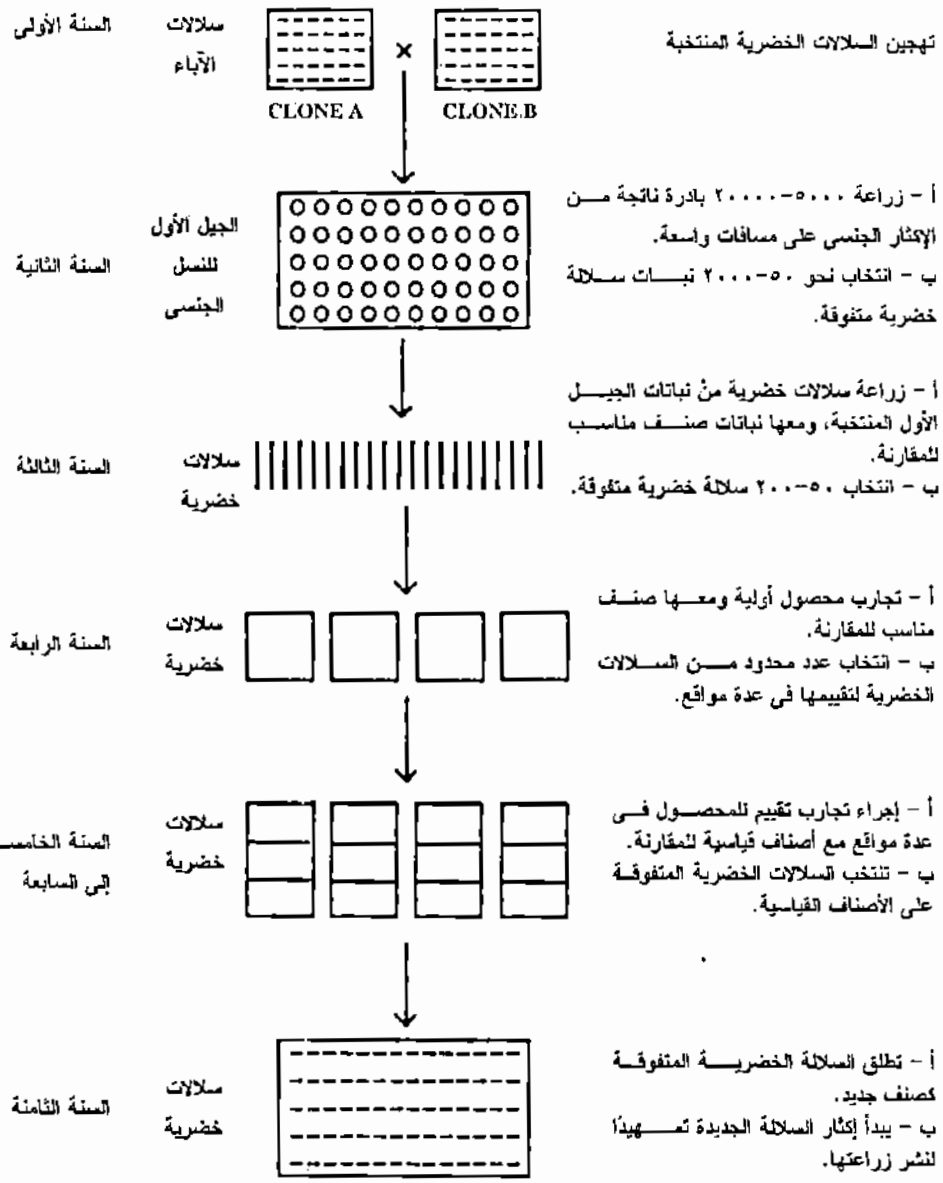
● السنة الرابعة:

يتم إكثار كل سلالة منتخبة خضريًا بالقدر الذى يسمح بتقييمها فى تجربة بمكررات فى موقع واحد، مع مقارنتها بصنف قياسى. ويمكن إخضاع جزء من نسل كل سلالة لاختبارات أخرى - مثل المقاومة للأمراض والحشرات - حسب الحاجة، ومدى توفر النباتات اللازمة لإجراء تلك الاختبارات. وينتهى ذلك التقييم بانتخاب عدد قليل من السلالات لمزيد من التقييم.

● السنوات الخامسة إلى السابعة:

تُقيم السلالات الخضرية المنتخبة فى تجارب بمكررات فى عدة مواقع، مع تقييمها

تقييمًا جائزًا فيما يتعلق بصفات الجودة، والمقاومة للأمراض والحشرات، ومع تقليل عدد السلالات المنتخبة سنة بعد أخرى خلال عملية التقييم إلى أن ينتهي الأمر بانتخاب أفضلها للإكثار، ونشر زراعتها كصنف جديد (Chahal & Gosal ٢٠٠٢).



شكل (١٥–١): تخطيط لبرنامج تربية لنبات حولي – خضري التكاثر – بالتهجين والانتخاب.

طريقة التهجين الرجعى المحورة

يفيد اتباع طريقة التهجين الرجعى فى نقل صفة مرغوب فيها – مثل المقاومة لمرض ما – من أى خلفية وراثية إلى صنف تجارى ناجح، إلاّ أن عملية التهجين الرجعى تؤدى إلى تغير حتمى فى التركيب الوراثى للصنف المراد تحسينه، فلا يتشابه النسل الناتج من كل تلقيح رجعى لامع النسل الناتج من التلقيح الرجعى السابق له، ولامع الصنف الأصلى، بسبب الانعزالات الوراثية الكثيرة للغاية التى تظهر عند اللجوء إلى التكاثر الجنسى، فضلاً عما يترتب على تكرار التهجين الرجعى من تربية داخلية واتجاه نحو الأصالة الوراثية تؤثر سلبيًا على قوة النمو النباتى. ولذا .. فإنه يتبع مع النباتات الخضرية التكاثر ما تعرف بطريقة التهجين الرجعى المحورة modified backcross method.

وبمقتضى هذه الطريقة .. فإن نباتات الجيل الأول للتهجين بين الأب المعطى والأب المتلقى تلقح مع سلالة أخرى خضرية ذات صفات مرغوب فيها، أو مع صنف تجارى آخر مرغوب فيه بدلاً من الأب المتلقى الأصلى. ومع كل تلقيح رجعى إضافى .. نستعمل سلالة خضرية جديدة ذات صفات مرغوب فيها لتلقيحها مع النباتات المنتخبة التى تحتوى على الصفة المنقولة والصفات الأخرى الجيدة التى حُصل عليها من السلالات الخضرية الأخرى التى سبق استعمالها فى التلقيحات الرجعية.

ومن الأهمية بمكان استمرار الانتخاب فى النسل بعد كل تلقيح رجعى؛ لأجل التخلص من الصفات غير المرغوب فيها، والحصول على الصفة المطلوبة فى خلفية وراثية جديدة تمامًا. يفترض أن تجتمع فيها أفضل ما فى الأصناف التجارية – التى استخدمت فى التهجينات الرجعية – من صفات (عن Fehr ١٩٨٧، و Chahal & Gosal ٢٠٠٢).

الاستفادة من ظاهرة التكاثر اللاإخصابى

يعد التكاثر اللاإخصابى أحد طرق التكاثر البذرى اللاجنسى (حسن ٢٠٠٥).

الحالات التى يتوقع فيها حدوث التكاثر اللاإخصابى

يتوقع حدوث التكاثر اللاإخصابى فى الحالات التالية: