وسائل التحكم فى ظهور التباينات الوراثية

يمكن التحكم فى ظهور التباينات الوراثية فى مزارع النباتات الأحادية بمراعاة ما يلى

١ -- اختيار الجزء النباتى المستعمل فى الزراعة (الـ explant) من نسيج ميرستيمى

٢ — اختيار بيئة مناسبة للزراعة، فمثلاً .. وجد أن الـ parafluorophenylalanine كان مفيدا فى المحافظة على مزارع الخلايا الأحادية ثابتة وراثيًا

٣ — اختيار الوقت المناسب لإعادة الزراعة:

من المعروف أن مزارع البيئات السائلة تعاد زراعتها كل ٧ أيام، بينما تعاد زراعة مزارع البيئات الصلبة كل أربعة أسابيع. وتؤدى إعادة الزراعة subculturing قريبا من قمة الدليل الميتوزى peak mitotic effect (وهو يحسب بقسمة عدد الأنوية التى تمر بانقسام ميتوزى على العدد الكلى للأنوية الملاحظ) إلى تأكيد تكوّن أعداد كبيرة من الخلايا الميرستيمية

٤ — المحافظة على المزارع فى ظروف مناسبة

تعد الظروف المناسبة هى التى تبطء نمو المزارع، مثل

أ — خفض درجة الحرارة إلى ما بين ٤، و ١٢م.

ب — زيادة الضغط الأسموزى لبيئة الزراعة.

جـ - إضافة بعض مثبطات النمو مثل حامض الأبسيسك، والسيكوسيل.

د — التخزين فى ظروف الحرارة شديدة الانخفاض فى النيتروجين السائل على -١٩٦م (عن Ziauddin & Kasha ١٩٩٠).

استخدامات النباتات الأحادية فى مجال تربية

إن من أهم المزايا التى حققتها النباتات الأحادية، والنباتات الثنائية التى حُصل عليها بمضاعفة الأحادية، ما يلى

١ — تحقيق الأصالة الوراثية للجينات التى يصعب الوصول إليها بحالة أصيلة، كما فى آليلات عدم التوافق فى الراى (الجاوْدار) rye.

٢ — التخلص من ظاهرة عدم التوافق الذاتى فى عديد من محاصيل الفاكهة.

٣ — استخدام النباتات الأحادية كوسيلة لانتخاب الجاميطات، وللحصول على نباتات ثنائية أصيلة فى جيل واحد بدلاً من التربية الداخلية لستة أو ثمانية أجيال — كما حدث فى الشعير على سبيل المثال — ويستفاد من تلك السلالات فى إنتاج الهجن

٤ — التأكد من سلامة الانتخاب لأى صفة تم الانتخاب لها؛ إذ إن جميع الجينات تكون فى حالة أصيلة، ولا يمكن أن تحدث فيها أى انعزالات وراثية فى الأجيال التالية للجيل الانتخابى الأول.

٥ — نقل السيتوبلازم من سلالة لأخرى فى خطوة واحدة، ولذلك أهميته الكبيرة عند الرغبة فى نقل صفة العقم الذكرى السيتوبلازمى إلى إحدى السلالات لاستخدامها كآباء للهجن

٦ — إجراء الدراسات الوراثية فى البطاطس على مستوى النباتات الثنائية العدد الكروموسومى.

٧ — إنتاج أصناف الأسبرجس المذكرة (كما سيأتى تفصيله فى نهاية هذا الفصل).

٨ — إنتاج الكثير من التباينات الوراثية (يراجع الموضوع السابق).

٩ — الاستفادة منها فى الدراسات السيتولوجية.

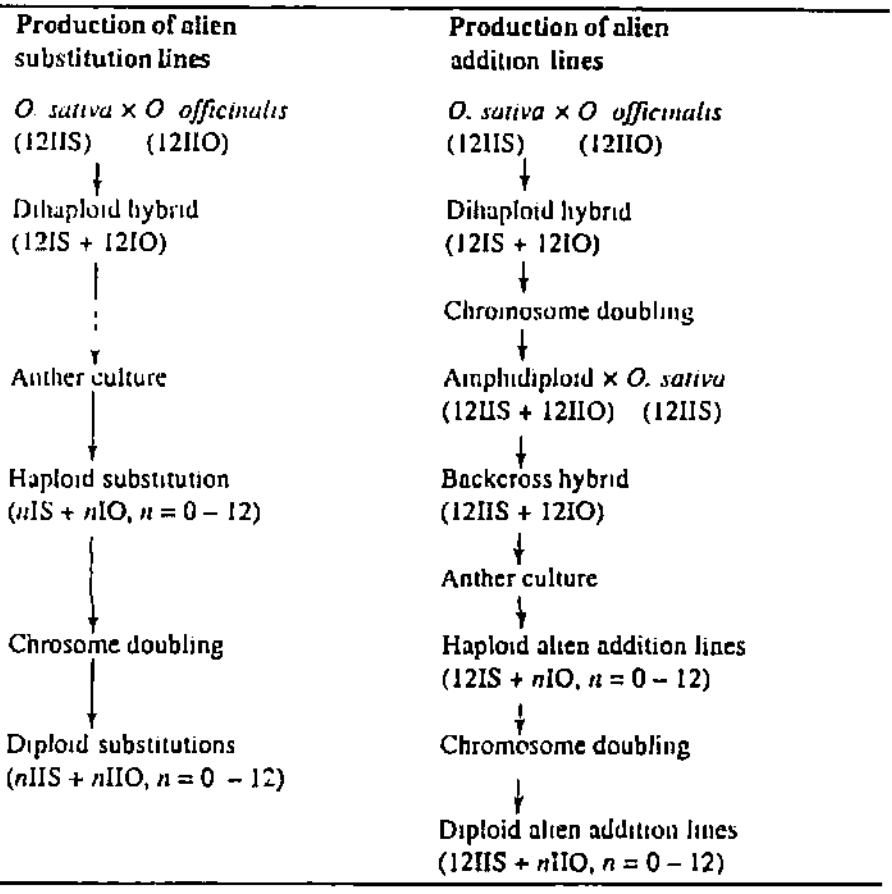
١٠ — الإنتاج المبكر للأصناف التجارية (يراجع الموضوع الأخير من هذا الفصل).

١١ — تشكل النباتات الأحادية مصدرًا مثاليًا للجيرمبلازم فى عمليات دمج البروتوبلاست.

١٢ — تستعمل مزارع المتوك فى الحصول على كل من alien substitution lines، و alien addition lines، كما يتبين من شكل (٧-٦) الذى استخدم فيه الأرز كمثال.

١٣ — تستعمل النباتات الأحادية المضاعفة — كذلك — فى التطوير السريع للعشائر نظرًا لسهولة إخضاعها للـ quantitative trait loci mapping، وعمل خرائط ارتباطية للصفات الهامة بها (عن Chawla ٢٠٠٠، و Chahal & Gosal ٢٠٠٢، و Taji وآخرين ٢٠٠٢)

١٤ — إنتاج مختلف حالات التعدد الكروموسومى غير التامة aneuploids (يراجع لذلك الموضوع السابق).



شكل (٧-٦): تخطيط لإنتاج كلاً من الـــ alien substitution lines(أ)، و الـــ alien addition lines (ب) من خلال مزارع المتوك فى الأرز.

١٥ — تعد النباتات الأحادية وسيلة سهلة لإنتاج النباتات ذات الأصول الوراثية المتشابهة isogenic lines (عن Bhojwani & Razdan ١٩٨٣)

١٦ — إنتاج سلالات أحادية مضاعفة مماثلة فى قوة نموها وسلوكها لنباتات الجيل الأول: يتطلب تحقيق ذلك، ما يلى:

أ — إنتاج طفرات ثابتة من صنف قياسى تنتشر زراعته.

ب — تقييم تلقيحات الجيل الأول بين طفرات من هذا الصنف، أو بين الطفرات والصنف الأصلى، لأجل تحديد الهجن التى تتفوق فى محصولها على الصنف الأصلى

جـ – إنتاج أعداد كبيرة من السلالات الأحادية المضاعفة من هجن الجيل الأول التى تظهر بها قوة الهجين.

د – تقييم السلالات الأحادية المضاعفة المنتجة، لأجل انتخاب ما يتماثل منها فى قوة الهجين مع الجيل الأول.

هـ – التقييم الحقلى للسلالات الأحادية المضاعفة المنتجة.

وأهم ما يميز تلك السلالات التى تظهر بها قوة نمو مماثلة لقوة هجين الجيل الأول أنها تكثر بالتلقيح الذاتى. ولقد اتبعت هذه الطريقة – بالفعل – فى إنتاج أصناف جديدة محسنة من الشعير (عن Maluszynski وآخرين ١٩٩٦).

١٧ – سهولة وجدوى الانتخاب على مستوى النباتات الأحادية:

من المفضل أن يجرى الانتخاب للصفات المرغوب فيها فى النباتات الأحادية ذاتها قبل مضاعفتها، وذلك توفيراً للجهد المبذول فى مضاعفة نباتات أحادية بغير ذى فائدة، علمًا بأن نتيجة الانتخاب تكون واحدة – تقريبًا – فى كل من النباتات الأحادية والأحادية المضاعفة، ففى إحدى الدراسات على الذرة .. أظهرت ٧٢٪ من الجينات التى تناولتها الدراسة صفاتها فى كل من حبة اللقاح والطور الاسبوروفيتى، بينما أظهرت ٢٢٪ من الجينات صفاتها فى الطور الاسبوروفيتى فقط، وأظهرت ٦٪ من الجينات صفاتها فى حبة اللقاح فقط. كما حُصل على نتائج مشابهة لتلك فى الطماطم

ولقد أظهر الانتخاب عند المستوى الأحادى جدواه – فى مزارع المتوك – لتحمل الملوحة فى الشعير، وفى مزارع الكالس لمقاومة الأمراض وزيادة كفاءة عملية البناء الضوئى فى التبغ (عن Khush & Virmani ١٩٩٦).

كذلك نجد فى طرق التربية التقليدية أن التباينات بين أفراد العشائر الانعزالية الأولى تتضمن تأثيرات إضافية وأخرى غير إضافية للجينات، بينما ترجع التباينات التى تظهر فى السلالات الأحادية المضاعفة double haploids – أساسًا – إلى تأثيرات إضافية للجينات وتفوق من النوع الإضافى × الإضافى الذى يسهل تثبيته فى دورة واحدة من الانتخاب ويؤدى التخلص من تأثير السيادة، مع توفر كميات كافية من البذور من كل سلالة أحادية مضاعفة – تسمح بإجراء الاختبارات بمكررات – يؤدى ذلك إلى زيادة

درجة التوريث للصفات فى تلك العشائر. ولذا . فإنه بالمقارنة بأحجام العشائر الكبيرة نسبيًا التى تلزم زراعتها وتقييمها فى طرق التربية التقليدية، فإن عدد السلالات الأحادية المضاعفة التى يلزم زراعتها بهدف انتخاب الانعزالات المرغوب فيها يكون أقل فمثلاً . يكفى فى الأرز زراعة ١٥٠ سلالة أحادية مضاعفة بدلاً من ٤٠٠٠-٥٠٠٠ نبات جيل ثانى لأجل انتخاب التراكيب الوراثية المرغوب فيها (عن Chahal & Gosal ٢٠٠٢)

١٨ — زيادة فرص تحقيق التقدم عند التربية بالطفرات

إن من أهم مميزات النباتات الأحادية المضاعفة بالنسبة للمربى — كما أسلفنا — سرعة الوصول إلى الأصالة الوراثية، وسهولة الانتخاب للصفات المرغوب فيها نظرًا لانعدام الانعزالات الوراثية فى نسل تلك النباتات. وإذا ما اقترنت التربية بالطفرات مع إنتاج النباتات الأحادية المضاعفة، فإن ذلك قد يؤدى إلى عزل الطفرات المتنحية بكفاءة عالية فى كل من المزارع والنباتات التى يتجدد نموها منها؛ مما يؤدى إلى سرعة تثبيت الطفرات فى صورة أصيلة كذلك فإن غياب الكيميرا فى الطفرات المنتجة يزيد من أهمية تلك الوسيلة فى التربية بالطفرات.

وتستخدم فى إنتاج الطفرات فى مزارع الأنسجة أى من العوامل المطفرة التى تستخدم فى إنتاج الطفرات فى النباتات، مثل: أشعة إكس، وأشعة جاما، والمركبات EMS (أو ethyl methanesulphonate)، و BMS (أو n-butyl methanesulphonate)، و MNH (أو N-methyl-N-nitroso urea)

كذلك يمكن معاملة مزارع البروتوبلاست الأحادى بالعوامل المطفرة، مثل الأشعة فوق البنفسجية، وأشعة إكس، وأشعة جاما، و ENH (أو N-ethyl-N-nitroso urea)، و MNNG (أو N-methyl-N'-nitro-N-nitroso guanidine)، وهى معاملات نجحت فى إنتاج طفرات فى عدد من الأنواع النباتية، منها:

Datura innoxia	*Hyoscyamus muticans*
Nicotiana tabacum	*Nicotiana sylvestris*

إن تقنيات النباتات الأحادية المضاعفة يمكن أن تكون مفيدة — ليس فقط فى سرعة

التوصل إلى طفرات بحالة أصيلة – وإنما كذلك فى التوصل إلى تراكيب وراثية مرغوب فيها من تلقيحات بين الطفرات، فمن الحقائق المعروفة ظهور قوة هجين فى الجيل الأول الناتج من التلقيح بين طفرتين مختلفتين، حيث تأكد ذلك فى عديد من الأنواع المحصولية، منها الشعير، والذرة، ولفت الزيت، والأرز، والسمسم، والبرسيم، والطماطم ويمكن لقوة الهجين تلك أن تظهر فى تلقيحات بين طفرات من نفس الصنف، أو تلقيحات بين الطفرات والصنف الأصلى غير المطفر. ولقد ظهرت قوة هجين جوهرية إحصائيًا فى صفات مثل المحصول ومكوناته، وارتفاع النبات، ومساحة الأوراق، وحجم الأزهار، وتكوين الخلفات، ومحتوى البذور البروتينى، والكفاءة التمثيلية، وتراوحت قوة الهجين فى بعض الصفات الهامة من ٣٠٪ إلى أكثر من ١٠٠٪ بالزيادة عن الصنف الأصلى وحتى الطفرات التى تبدو غير جيدة من الناحية الزراعية فإنها يمكن أن تعطى هجنًا متميزة. تتفوق فى محصولها على الصنف الأصلى

وتوفر النباتات الأحادية المضاعفة وسيلة فعالة لتثبيت قوة الهجين حينما تعتمد تلك الخاصية على الفعل المكمل أو الإضافى للجينات المطفرة. حيث يمكن – حينئذ – انتخاب نباتات أحادية مضاعفة أفضل من أى من أبويها، أو مماثلة للجيل الأول الهجين فى قوة الهجين (عن Maluszynski وآخرين ١٩٩٦)

١٩ – سهولة إجراء الدراسات الوراثية على النباتات الأحادية المضاعفة:

يفضل استخدام العشائر الأحادية المضاعفة فى الدراسات الوراثية لسبب رئيسى. وهو انخفاض عدد التراكيب الوراثية فيها عما يكون عليه الحال فى عشائر الجيل الثانى أو الجيل الرجعى، مما يعنى نسب أبسط من الأشكال المظهرية والتراكيب الوراثية، وهى التى يمكن تمييزها بقدر أكبر من التأكد (جدول ٧–٧) كذلك فإن وجود عدد أقل من فئات التراكيب الوراثية فى عشائر النباتات الأحادية المضاعفة عما فى عشائر الجيل الثانى يعنى إمكان عزل التراكيب الوراثية النادرة والتعرف عليها باستعمال عشائر نباتية أصغر حجمًا (جدول ٧–٨) ولذا . يتوقع – مستقبلا – استخداما أوسع للسلالات الأحادية المضاعفة فى الدراسات الوراثية، خاصة بالنسبة للصفات التى يتحكم فيها عديد من الجينات المتنحية (عن Pauls ١٩٩٦)

جدول (٧-٧) نسب الأشكال المظهرية فى الجيل الثانى والعشائر الأحادية المضاعفة لصفة يتحكم فيها عدد (ن) من الجينات ذات التأثير التراكمى، مع افتراض أن كل آليل سائد يضيف قدرًا ثابتًا وإضافيًا إلى الصفة (عن Paulus ١٩٩٦).

عدد الجينات (ن)	الجيل الثانى	العشيرة الأحادية المضاعفة
١	١:٢:١	١:١
٢	١:٤:٦:٤:١	١ ٢ ١
٣	١:٦:١٥:٢٠:١٥:٦:١	١ ٣ ٣ ١
٤	١:٨:٢٨:٥٦:٧٠:٥٦:٢٨:٨:١	١ ٤ ٦ ٤ ١
عدد الأشكال المظهرية	$٣^{ن}$	ن + ١

جدول (٧-٨) نسبة التراكيب الوراثية الأصيلة المتحية فى عشيرة الجيل الثانى مقابل النسبة فى حالة النباتات الأحادية المضاعفة فى حالة عدد (ن) من الجينات التى تعزل انعزالاً حرًا (عن Paulus ١٩٩٦)

عدد الجينات المستعملة فى انعزالها (ن)	الأحادية المضاعفة	عشيرة الجيل الثانى
١	$^{١}/_{٢}$	$^{١}/_{٤}$
٢	$^{١}/_{٤}$	$^{١}/_{١٦}$
٣	$^{١}/_{٨}$	$^{١}/_{٦٤}$
٤	$^{١}/_{١٦}$	$^{١}/_{٢٥٦}$
٥	$^{١}/_{٣٢}$	$^{١}/_{١٠٢٤}$
٦	$^{١}/_{٦٤}$	$^{١}/_{٤٠٩٦}$
٧	$^{١}/_{١٢٨}$	$^{١}/_{١٦٣٨٤}$
٨	$^{١}/_{٢٥٦}$	$^{١}/_{٦٥٥٣٦}$
٩	$^{١}/_{٥١٢}$	$^{١}/_{٢٦٢١٤٤}$
١٠	$^{١}/_{١٠٢٤}$	$^{١}/_{١٠٤٨٥٧٦}$
ن	$^{١}/_{٢^{ن}}$	$^{١}/_{٣^{ن}٢}$

أصناف المحاصيل الزراعية التى طُوِّرت من خلال تربية النباتات الأحادية

● تتضمن قائمة المحاصيل الزراعية التى حدث فيها تقدم كبير فى مجال تقنيات زراعة المتوك وحبوب اللقاح، والتى أنتجت منها بالفعل أصنافًا جديدة محسنة بتلك التقنيات، ما يلى: