الفصل الرابع عشر

التضاعف

تسمى جميع النباتات -التى تحتوى على ضعف العدد الأساسى للكروموسومات- ثنائية الهيئة الكروموسومية diploid . ويرمز لكل هيئة كروموسومية بالرمز س (أو x)؛ وبذا .. فإن النباتات الثنائية تكون ٢س . هذا .. بينما تحتوى كثير من النباتات على عدد من الكروموسومات ، يختلف عن ضعف العدد الأساسى ؛ فقد تحتوى على أربعة أضعاف – أو ستة أضعاف – العدد الأساسى للكروموسومات ؛ أى تحتوى على أربع (٤س) أو ست (٦س) هيئات كروموسومية كاملة على التوالى . وتعرف هذه النباتات بأنها متضاعفة. وسواء أكان النبات متضاعفاً ، أم غير متضاعف .. فإنه يستعمل الرمز ٢ن (أو 2n) للدلالة على عدد الكروموسومات فى الخلايا الجسمية ، والرمز ن (أو n) للدلالة على عدد الكروموسومات فى الطور الجاميطى (البويضات وحبوب اللقاح) ؛ وعليه .. فإن البسلة – مثلا – وهى نبات ثنائى عادى تكون فيها ٢ن = ٢س = ١٤ كروموسوماً ، بينما تكون جاميطاتها ١ن = ١س = ٧ كروموسومات . أما فى نبات مثل البطاطس -وهى تحتوى على أربع هيئات كروموسومية كاملة- فإن فيها ٢ن = ٤س = ٤٨ كروموسوماً ، بينما تكون فيها الجاميطات ١ن = ٢س = ١٢ كروموسوماً .

تعرف جميع النباتات التى تحتوى على عدد من الكروموسومات -يختلف عن ضعف العدد الأساسى- بأنها متضاعفة polypolid ، وتقسم حالات التضاعف Polidy (أو

polypolidy) إلى فئتين كما يلى :

١- التعدد الكروموسومى غير التام Aneuploidy :

لاتحتوى النباتات -التى توجد بها ظاهرة التعدد الكروموسومى غير التام- على مضاعفات العدد الأساسى للكروموسوم ؛ كأن ينقصها -مثلا- كروموسوم أو أكثر ، أو يزيد فيها كروموسوم أو أكثر عن مضاعفات العدد الأساسى .

٢- التعدد الكروموسومى التام Euploidy :

تحتوى النباتات التى توجد بها ظاهرة التعدد الكروموسومى التام على هيئة كروموسومية واحدة ، أو أية مضاعفات للهيئة الكرموسومية غير الحالة الثنائية العادية .

تنتشر ظاهرة التضاعف انتشاراً كبيراً فى المملكة النباتية ، وبخاصة فى المحاصيل الاقتصادية المهمة ؛ مثل القمح ، والقطن ، والبطاطس ، والكاسافا ، والدخان . وتقدر نسبة النباتات المتضاعفة بنحو ٣٠-٣٥٪ من مغطاة البذور ، وترتفع هذه النسبة إلى ٧٠٪ بين النجيليات .

تظهر النباتات المتضاعفة فى الطبيعة بمحض الصدفة ؛ فمثلاً .. تتكون النباتات التى ينقص منها كروموسوم ، أو يزيد فيها كروموسوم عند حدوث خلل فى الانقسام الميوزى (فى الحالات التى لاتنفصل فيها الكروموسومات الشبيهة عن بعضها البعض Nondisjunction) يؤدى إلى تكوين جاميطات بها ن - ١ ، أو ن + ١ من الكروموسومات . كما تظهر حالات التضاعف الكروموسومى التام عند حدوث خلل فى الانقسام الميوزى ، يؤدى إلى تكوين جاميطات بها ٢ن من الكروموسومات .

التعدد الكروموسومى غير التام

يشتمل التعدد الكروموسومى غير التام Aneuploidy على الحالات التى لايكون فيها عدد الكروموسومات الموجودة فى النواة الجسمية مساويًا تماماً لمضاعفات الهيئة الكروموسومية ؛ كأن يحتوى النبات على كروموسوم أو أكثر ، فى حالة نقص أو زيادة عن الحالة الثنائية Disomic ، بشرط ألا يتضمن النقص أو الزيادة هيئة كروموسومية كاملة . ونبين - فيما يلى - مختلف أنواع التعدد الكروموسومى غير التام .

أحادى الكروموسوم

تحتوى النباتات الأحادية الكروموسوم monosomiscs على كروموسوم واحد أقل مما فى الحالة العادية (٢ن - ١) . وقد دُرِسَتْ أفراد من هذا النوع فى القمح ، والدخان ، وبعض النباتات الأخرى التى توجد بها ظاهرة التعدد الكروموسومى التام ، ولكنها نادراً ماتوجد فى النباتات الثنائية المجموعة الكروموسومية (التى يكون فيها ٢ن = ٢س) ؛ لأن نقص كروموسوم كامل فى مثل هذه النباتات يؤدى إلى عقمها ، وغالباً مايؤدى إلى موتها . أما فى النباتات المتضاعفة كالقمح .. فإن النقص فى كروموسوم كامل لايكون له تأثير كبير فى الفرد ؛ حيث يقوم التكرار الموجود فى الهيئة الكرموسومية مقام الكروموسوم المفقود .

ونجد أن الكروموسوم المفرد يبقى غالباً فى أثناء الانقسام الاختزالى فى المحور الوسطى للخلية ، ولايتجه نحو أى من القطبين ؛ وبذلك .. يفقد فى السيتوبلازم ، وتتكون نتيجة لذلك حبوب لقاح تحتوى على العدد الأحادى الكامل من الكرموسومات ، وتكون طبيعية ، وحبوب لقاح أخرى ينقصها كروموسوم كامل (ن-١) وتكون عقيمة . إلا أن البيضات التى تكون بهذا الشكل ربما لاتكون عقيمة ، وحينما تُخصب بحبوب لقاح عادية (ن) .. تتكون زيجوتات أحادية الكروموسوم (٢ن-١) . هذا .. وتكون الأفراد الأحادية الكروموسوم غالبا أصغر حجما من الأفراد العادية وغير مستقرة وراثيًا ، وتصل نسبة العقم فيها إلى ٥٠٪ .

وتستعمل النباتات الأحادية الكروموسوم فى تحديد الكروموسومات التى توجد بها مختلف الجينات ؛ نظراً لأنها تعطى انعزالات غير عادية بالنسبة للجينات التى توجد على الكروموسوم الناقص . كما استخدمت النباتات الأحادية فى إحلال كروموسوم محل آخر ، ويتم الإحلال بالتلقيح الرجعى للسلالة الأحادية الكروموسوم . وقد يكون الكروموسوم الجديد -الذى يحل محل الكروموسوم الناقص- من نفس النوع أو الجنس النباتى ، أو من نوعٍ أو جنسٍ آخر .

أحادى - ثنائى الكروموسوم

تحتوى النباتات أحادية - ثنائية الكروموسوم Monoisodisomics على كروموسوم

متماثل الذراعين isochromosome مكان أحد أزواج الكروموسومات ؛ ويعنى ذلك أن نصف الكروموسوم المكرر فى هذا الكروموسوم يكون ممثلاً مرتين ، بينما يختفى - تماماً - النصف الآخر بما يوجد عليه من جينات .

غائب الكروموسومين

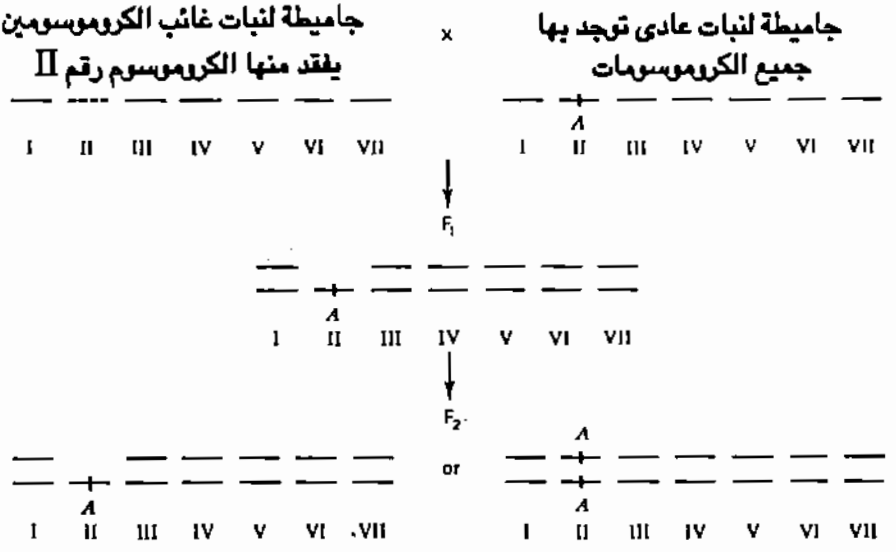
إن الأفراد الغائبة الكروموسومين Nullisomics هى التى يغيب فيها زوج كامل من الكروموسومات المتماثلة ؛ أى تكون (٢ن - ٢) ، وتنشأ عندما تخصب بيضة (ن-١) بحبة لقاح (ن-١) . لم يمكن إنتاج الأفراد غائبة الكروموسومين إلا فى النباتات المتضاعفة ؛ لأن عمل زوج الكروموسومات الناقص يمكن أن تقوم به -جزئيًا- الكروموسومات الأخرى المثيلة homologus فى حالة التضاعف الذاتى ، أو الكروموسومات المناظرة من الهيئة الكروموسومية الأخرى homeologus فى حالة التضاعف الهجينى .

وتكون النباتات غائبة الكروموسومين -مثل بقية النباتات ذات التعدد الكروموسومى غير التام -أضعف نمواً من النباتات الثنائية العادية ، وغير ثابتة وراثيًا ، ويكون انقسامها الاختزالى غير متوازن ؛ لذا .. فإنها تكون على درجة عالية من العقم ، وتكون عديمة القيمة كأصناف تجارية .

يستفاد من النباتات غائبة الكروموسومين فى تحديد الكروموسومات التى تحمل الجينات المختلفة (لأن وراثة الصفات فيها تشذ عن النسب العادية ، عندما تكون الجينات محمولة على زوج الكروموسوم الغائب ؛ شكل ١٤-١) ، وفى نقل كروموسومات كاملة -تحمل جينات مرغوباً فيها- من نفس النوع أو من نوع ، أو جنس آخر بطريقة التهجين . ويطلق على السلالات التى يحل فيها زوجا أحد الكروموسومات من أحد الأنواع محل زوج شبيه من نوع آخر اسم Alien Substitution lines ، وهى غالباً ماتختلف فى صفاتها - بشدة - عن النوع الأصلى .

أحادى الكروموسوم المزدوج

إن الفرد الأحادى الكروموسوم المزدوج Double Monosomic ينقصه كروموسومان غير متماثلين non - homologus ؛ أى يكون (٢ن-١-١) . ولاتتوفر هذه الحالة إلا فى النباتات المتضاعفة ، وينطبق عليها كل ما سبق ذكره بالنسبة للأفراد غائبة الكروموسومين .



تنعزل جميع الكروموسومات طبيعياً ماعدا رقم II . لايحدث انعزال فى الجين A وهو مايدل علي أن هذا الجين يحمل على الكروموسوم رقم II

شكل (١٤ – ١) : استعمال الأفراد الفائية الكروموسومين فى تحديد الكروموسوم الحامل لجين معين . يفترض أن حالة غياب الكروموسوم لاتنتقل عن طريق الأم (عن Welsh ١٩٨١) .

ثلاثى الكروموسوم من الدرجة الأولى

تحتوى الخلايا الجسمية للأفراد الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الأولى Primary Trisomics على كروموسوم واحده زائد على الحالة الثنائية العادية (٢ن+١) ؛ أى يكون فيها أحد الكروموسومات ؛ ممثلاً ثلاث مرات . تنعزل الكروموسومات فى أثناء الانقسام الاختزالى الأول فى مثل هذه النباتات – عادة – بتوجه كروموسومين متماثلين إلى قطب ، وتوجه الكروموسوم الثالث المماثل إلى القطب المضاد . ويتوقف ذلك على الاقتران الكروموسومى الذى يكون –عادة– على هيئة وحدة ثلاثية الكروموسوم trivalent .

تنتقل الحالة ثلاثية الكروموسوم عن طريق الأمهات ؛ لأن الكروموسوم الزائد يكون - عادة - مميتاً لحبوب اللقاح . وعند تكوّن الجاميطات المؤنثة فى نبات ثلاثى الكروموسوم .. يتوقع أن تكون نصف البيضات طبيعية ؛ أى تحتوى على العدد الأحادى (ن) من الكروموسومات ، والنصف الآخر يحتوى على (ن +١) من الكروموسومات . وعندما تخصب البيضات بحبوب لقاح تحتوى على (ن) من الكروموسومات .. فإن النسل الناتج يكون من طرازين ، أحدهما ثنائى الكروموسوم (٢ن) ، والآخر ثلاثى الكروموسوم (ن + ١) ؛ وعليه .. فإنه يتوقع انتقال الحالة ثلاثية الكروموسوم إلى النسل بنسبة النصف ، إلا أنها تكون - فى الحقيقة - أقل من النصف ، ويرجع ذلك إلى أن الكروموسوم الزائد قد يفقد - أحياناً - فى أثناء الانقسام الاختزالى ؛ ولهذا السبب .. فإن النباتات ثلاثية الكروموسوم تكون غير ثابتة وراثيًا ، وتعود - تدريجيًا - إلى الحالة الثنائية ، إلا إذا حوفظ عليها بالانتخاب .

وقد لوحظت النباتات ثلاثية الكروموسوم من الدرجة الأولى فى كثير من النباتات ؛ مثل الداتورة ، والطماطم ، والذرة ، والقمح ، والدخان . وأمكن فى بعض النبات إنتاج عدد من الطرز ثلاثية الكروموسوم ، مساوٍ لعدد الكروموسومات فى الهيئة الكروموسومية للنوع . وكانت بداية الدراسات التى من هذا النوع على نبات الداتورة ؛ حيث تمكن Blackslee من التعرف على ١٢ سلالة طبيعية ثلاثية الكروموسوم، تمثل كل منها كروموسوماً زائداً من الاثنى عشر كروموسوماً التى تضمها الهيئة الكروموسمية للداتورة . كما ذكر Rick (١٩٨٧) مواصفات اثنتى عشرة سلالة مماثلة ثلاثية الكروموسوم فى الطماطم ، علما بأن الطماطم تحتوى - هى الأخرى - على اثنى عشر زوجا من الكروموسومات . وفى جميع الحالات .. كانت لكل سلالة ثلاثية الكروموسوم صفات مورفولوجية خاصة ، تميزها عن النباتات الثنائية العادية ، وعن غيرها من السلالات الثلاثية الكروموسوم ... إلا أن السمة المميزة الغالبة عليها جميعًا كان ضعف وبطء النمو .

ويستفاد من النباتات ثلاثية الكروموسوم فى تحديد الكروموسومات الحاملة لجينات معينة . ويجرى ذلك -بالنسبة لإحدى الصفات- بتلقيح نبات يحمل هذه الصفة بحالة متنحية أصيلة (aa) مع جميع السلالات ثلاثية الكروموسوم الممكنة من هذا النوع ، على أن تكون جيمعها أصيلة فى الأليل السائد A ، ثم تنتج بذور الجيل الثانى لكل تلقيح ، وتزرع

لدراسة الصفة فى مختلف عشائر الجيل الثانى .

ويلاحظ أن انعزال الصفة يكون عاديًا ، وبنسبة ٣ سائداً : ١ متنحياً فى جميع عشائر الجيل الثانى ، فيما عدا واحدة منها ، هى التى تنتج من التلقيح مع السلالة الثلاثية الكروموسوم التى يُحمل الجين المدروس على كروموسومها المكرر بحالة ثلاثية ؛ إذ يكون التركيب الوراثى لهذه السلالة AAA ، ويكون التركيب الوراثى لبعض نباتات الجيل الأول Aa ، وبعضها الآخر AAa . والنوع الثانى من النباتات هو الذى يعطى انعزالات غير طبيعية فى الجيل الثانى ؛ لأنها تنتج نوعين من الجاميطات ، يكون بأحدهما (ن) ، وبالآخر (ن + ١) من الكروموسومات . ولاتظهر الأفراد التى تحمل الصفة المتنحية فى الجيل الثانى إلا إذا لقحت بيضة (ن) تحمل الآليل (a) بحبة لقاح مماثلة ، وهى تتكون - نظريًا - بنسبة ١ متنحية : ٣٦ سائدة . وبرغم أن نسبة كبيرة من الجاميطات التى تحمل كروموسوماً زائداً (ن + ١) تكون عقيمة -وهو مايترتب عليه أن تكون معظم الجاميطات المتكونة ثنائية (٢ن)- إلا أن نسبة النباتات المتنحية الأصيلة aa تبقى أقل بكثير مما فى عشائر الجيل الثانى للطرز الأخرى الثلاثية الكروموسوم .

وراثة صفة الأزهار المزدوجة فى المنثور :

يوجد نوعان من الأزهار فى المنثور ، ينتج أحدهما أزهاراً مفردة ، وينتج الآخر أزهاراً مزدوجة . والنوع الثانى هو المرغوب تجاريًا ، وهو خالٍ من أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث ، ويكثر من بذور منتجة على نباتات تحمل أزهاراً مفردة . وقد وجدت ثلاثة طرز من النباتات ذات الأزهار المفردة ، تختلف فيما تنتجه عند تلقيحها ذاتيًا كما يلى : طراز يكون نسلة الناتج من التلقيح الذاتى ذا أزهار مفردة فقط ، وطراز آخر ينعزل فيه النسل بنسبة (١) ذا أزهار مزدوجة : (٣) ذا أزهار مفردة ، وطراز ثالث تكون فيه ٥٤-٥٦٪ من النباتات التى تنتج من تلقيحه ذاتيًا ذات أزهار مزدوجة . ومن الطبيعى أن الطراز الثالث هو الطراز الذى يفضل استخدامه فى إنتاج البذور ، ويطلق عليه اسم ever sprouting ؛ بسبب النسبة العالية للنباتات ذات الأزهار المزدوجة التى تظهر فى النسل .

وقد اقتُرِحَ لتفسير هذه الحالة وجود جين مميت متنحٍ ، يؤدى إلى موت نصف حبوب اللقاح ، ونحو ٦-٨٪ من البيضات ، وأن هذا الجين يحمل على نفس الكروموسوم الذى يحمل عليه الجين الذى يتحكم فى حالة الأزهار المفردة ، وهو جين سائد ؛ وعليه .. فإن

النباتات ذات الأزهار المفردة إما أن تكون أصيلة ، وإما أن تكون خليطة فى الصفة . وتنتج الأفراد الأصيلة نباتات ذات أزهار مزدوجة فقط (أى إنها تكون من الطراز الأول) ، وتنتج الأفراد الخليطة نباتات ذات أزهار مزدوجة ، وأخرى ذات أزهار مفردة ؛ بنسبة ١ : ٣ (أى إنها تكون من الطراز الثانى) . أما الطراز الثالث من النباتات ذات الأزهار المفردة (الـ ever sprouting) ؛ فقد افترض أنه يكون خليطاً فى كل من الجين المميت والجين الذى يتحكم فى نوع الأزهار ، وهى حالة يترتب عليها زيادة نسبة النباتات ذات الأزهار المزدوجة فى النسل إلى ٥٤ – ٥٦٪ .

وقد تبين من الدراسات السيتولوجية التى أجريت على نباتات الطراز الثالث (الـ ever sprouting) أنه توجد بأحد الكروموسومات عقدة knob لاتوجد بالكروموسوم المماثل -ho mologus chromosome فى نفس الخلية ، وأن وجود هذه العقدة كان ضروريًا لحيوية حبوب اللقاح ؛ بمعنى أن حبوب اللقاح التى لايصل إليها الكروموسوم الذى يحتوى على العقدة لاتنبت . هذا .. بينما تكون جميع البيضات خصبة ، سواء احتوت على الكروموسوم ذا العقدة ، أم على الكروموسوم الآخر . ويعنى ذلك أن العقدة تحمل الجين الذى يتحكم فى صفة الأزهار المزدوجة – وهو جين متنح – ويؤدى موت حبوب اللقاح التى لاتحمل هذا الجين (وهى الخالية من العقدة) إلى أن يكون نصف النسل أصيلاً فى هذا الجين المتنحى وذا أزهار مزدوجة ، والنصف الآخر خليطاً ، وذا أزهار مفردة وهى الصفة السائدة . إلا أن نسبة النباتات ذات الأزهار المزدوجة تزيد قليلاً على ٥٠٪ (تصل إلى ٥٤ – ٥٦٪) ، ربما بسبب موت بعض البيضات ، التى تخلو من الكروسوم ذى العقدة .

وقد وجد نبات من الطراز الثالث كانت أوراقه ضيقة جداً ، وقد أنتج هذا النبات لدى تلقيحه ذاتيًا نسلاً كانت ٤٧٪ من نباتاته ذات أزهار مفردة ، و ٥٣٪ ذات أزهار مزدوجة ، وهى النسبة العادية . وقد كانت ٣٧٪ من نباتات النسل ذات أوراق ضيقة وضعيفة النمو ، وكانت النباتات الباقية طبيعية الأوراق ، إلا أنها ضمت –فيما بينها – ٩٠٪ من النباتات ذات الأزهار المزدوجة .

ونظراً لأن النباتات ذات الأوراق الضيقة يمكن التعرف عليها بسهولة ، حتى وهى فى طور البادرة ؛ لذا .. فإنه يمكن التخلص منها بسهولة فى هذه المرحلة من النمو ؛ لتتبقى – بعد ذلك – النباتات ذات الأوراق الطبيعية فقط ، وهى التى ترتفع فيها نسبة النباتات

ذات الأزهار المزدوجة إلى ٩٠٪ .

وقد تبين من الدراسات السيتولوجية أن النباتات ذات الأوراق الضيقة .. تحتوى على كروموسوم زائد (٢ن + ١) . ويبدو أن هذا الكروموسوم الذى يوجد ممثلا ثلاث مرات هو الذى يحمل الجين المسئول عن نوع الأزهار ؛ كما يبدو أنه يحمل أيضاً الجين المسئول عن صفة الأوراق الضيقة ؛ لأنه لم يلاحظ إلا فى هذه النوعية من النباتات . ويتبين من ذلك كيف أن التخلص من النباتات ذات الأوراق الضيقة يؤدى - فى الوقت نفسه - إلى التخلص من معظم النباتات ذات الأزهار المفردة (عن Emsweller وآخرين ١٩٣٧) .

ثلاثى الكروموسوم من الدرجة الثانية

تحتوى النباتات ثلاثية الكروموسوم من الدرجة الثانية Secondary Trisomics على كروموسوم زائد ، يكون عبارة عن نصف كروموسوم (ذراع كروموسومى) عادى مكرر مرتين ؛ أى إن الكروموسوم الزائد يكون متضاعف الذراعين isochromosome ؛ وبمعنى آخر .. فإن الذراع المكرر يكون ممثلا فى الخلية الواحدة أربع مرات ؛ وبذلك .. يتوقع إمكان وجود طرز ثلاثية الكروموسوم من الدرجة الثانية تساوى ضعف عدد أزواج كروموسومات النوع . وقد اكتشف Blackslee عدداً كبيراً من هذه الطرز فى الداتورة . والمعادلة العامة لحالة ثلاثى الكروموسوم من الدرجة الثانية هى : (٢ن + ١٠١) ، أو (٢ن + ٢٠٢) ؛ حيث تدل الأرقام ١ ، و ٢ ... إلخ على رقم الكروموسوم الذى يتكرر نصفه .

ثلاثى الكروموسوم من الدرجة الثالثة

تنشأ حالة ثلاثى الكروموسوم من الدرجة الثالثة Tertiary Trisomics من انتقال كروموسومى ؛ إذ إن الكروموسوم الزائد يتكون من نصفى كروموسومين غير متماثلين . والمعادلة العامة لهذه الحالة هى : (٢ن + ٣٠١) ؛ حيث تدل الأرقام ١ ، و ٣ ... إلخ على أرقام الكروموسومات التى ترتبط أنصافها فى كروموسوم واحد زائد . يتوقع وجود طرز كثيرة جداً من هذه الحالة فى كل نوع نباتى ، وقد حصل Blackslee على بعضها فى الداتورة .

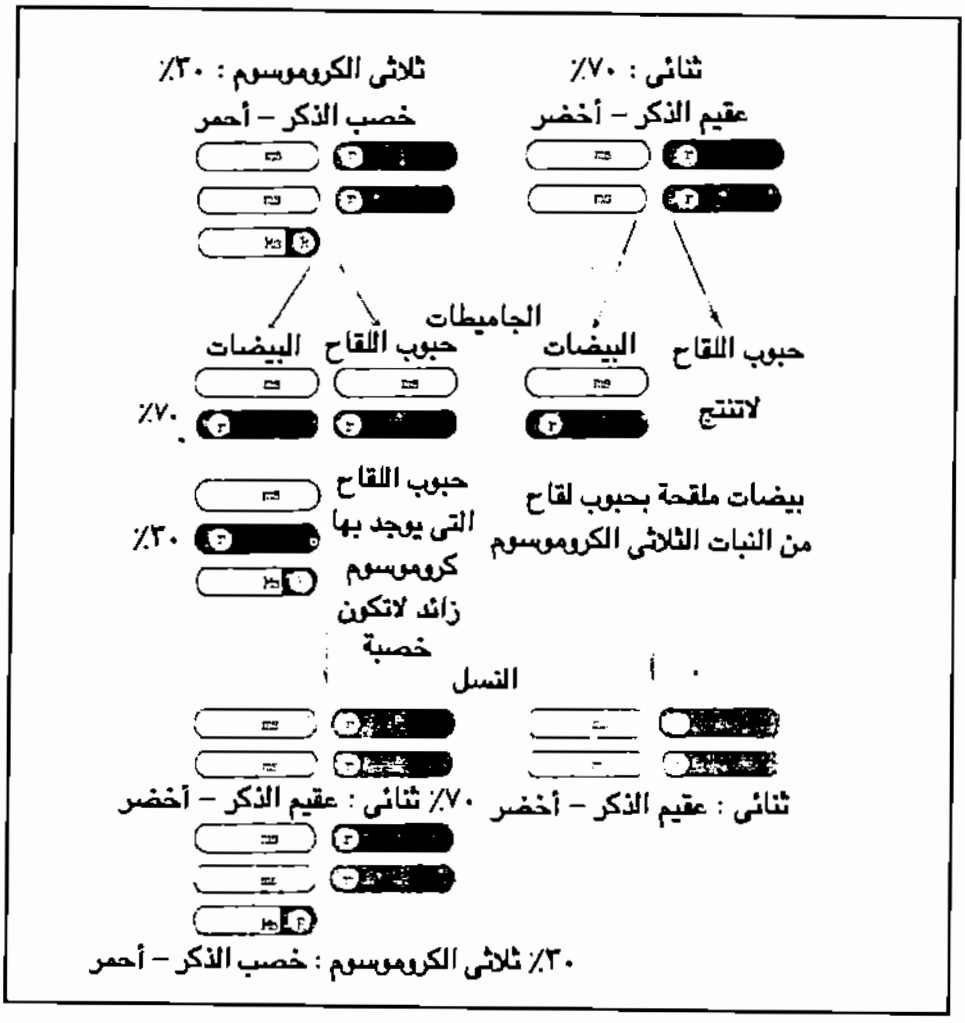
ويمكن الاستفادة من حالات النباتات ثلاثية الكروموسوم من الدرجة الثالثة فى إنتاج الهجن التجارية ، وقد سبق أن أوضحنا فى الفصل العاشر (شكل ١٠-٢) كيف يمكن

الاستفادة من هذه الظاهرة فى إكثار نباتات الشعير العقيمة الذكر . ويبين شكل (١٤-٢) الطريقة التى اقترحها Ramage ، واستخدمها لإنتاج هجن الشعير (عن Briggs & Knowles ١٩٦٧) . ويتطلب الأمر أن يكون طراز الثلاثى الكروموسوم من الدرجة الثالثة متوازناً Balanced Tertiary Trisomic ؛ فيحتوى على أليل العقم الذكرى بصورة متنحية أصيلة (ms ms) على زوج الكروموسومات الذى يحمل - طبيعياً - هذا الجين ، كما يحمل الأليل السائد لهذا الجين (Ms) على الكروموسوم الزائد . ويعنى ذلك أن النسل الثنائى العادى لهذا النبات يكون - دائماً - عقيم الذكر ، بينما تكون النباتات الخصبة الذكر - دائماً - ثلاثية الكروموسوم من الدرجة الثالثة . ويتوزع النسل بينهما - غالباً - بنسبة ٧٠٪ ، و٣٠٪ للنباتات العقيمة الذكر والخصبة الذكر على التوالى . كما يكون كل نسل النباتات الثنائية عقيم الذكر أيضاً .

وحقيقة الأمر أن ١٪ - أو أقل - من نسل النباتات ثلاثية الكروموسوم من الدرجة الثالثة يكون ثلاثى الكروموسوم من الدرجة الأولى ، ولكنها تكون عقيمة الذكر ؛ لأن كل كروموسوماتها تحمل الأليل ms . وكما فى جميع الحالات الثلاثية الكروموسوم .. فإن الكروموسوم الزائد لاينتقل خلال حبوب اللقاح ، ويحدث ذلك -على الأقل- فى النباتات الثنائية المجموعة الكروموسومية diploids .

وإذا حمل زوج آخر من الكروموسومات الأليل المتنحى (r) الذى يتحكم فى اللون النباتى الأخضر ، وحمل الكروموسوم الزائد الأليل الآخر السائد لهذا الجين (R) ، الذى يتحكم فى اللون النباتى الأحمر ؛ فحينئذ .. تكون كل النباتات الحمراء ثلاثية الكروموسوم ، بينما تكون كل النباتات الخضراء ثنائية المجموعة الكروموسومية .

وتحصد النباتات الثلاثية الكروموسوم من خليط النباتات الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الثالثة والثنائية المجموعة الكروموسومية يدوياً ، وتستعمل كمصدر للنباتات الثلاثية الكروموسوم وثنائية المجموعة الكروموسومية فى الموسم التالى . وتحصد النباتات الثنائية المجموعة الكروموسومية المتبقية آلياً ، وتستخدم كأم فى حقول إنتاج الهجن . ويتطلب استخدام النباتات الثلاثية الكروموسوم - من الدرجة الثالثة المتوازنة فى إنتاج بذور هجن الشعير - أن ينتج النباتات الثلاثى الكروموسوم حبوب اللقاح بوفرة ، وأن تتوفر الظروف البيئية التى تسمح بانتقال حبوب اللقاح إلى



شكل (١٤ – ٢) : طريقة استخـــدام النبـاتات الثلاثـية الكـروموســوم من الدرجـة الثالثة المتوازنة Balanced Tertiary Trisomics فى انتاج هجن الشعير . يراجع المتن للتفاصيل .

النباتات الثنائية المجموعة الكروموسومية العقيمة .

ثلاثى الكروموسوم المزدوج

يوجد فى النباتات الثلاثية الكروموسوم المزدوجة Double Trisomics كروموسومان ، يكون كل منهما ممثلاً ثلاث مرات ، والمعادلة العامة لهذه الحالة هى : (٢ن + ١ + ١) .

رباعى الكروموسوم

يكون أحد الكروموسومات فى النباتات الرباعية الكروموسوم Tetrasomics ممثلا أربع مرات ، بينما توجد باقى الكروموسومات فى الحالة الثنائية ، والمعادلة العامة لذلك هى : (٢ ن + ٢) . ونظراً لوجود أربعة كروموسومات متماثلة .. فإنها غالباً ماتقترن ببعضها ؛ لتكون وحدة رباعية الكروموسوم quadrivalent أثناء الدور الضام من الانقسام الميوزى . ويتوجه -غالباً- زوج من الكروموسومات - من الوحدة الرباعية الكروموسوم - إلى كل قطب ؛ وبذا .. يكون النظام ثابتاً وراثياً ، إلا أن النسب الوراثية التى يتحصل عليها تختلف تماماً عما فى النباتات ثنائية المجموعة الكروموسومية العادية ؛ نظراً لوجود كل جين على الكروموسوم الزائد ممثلاً أربع مرات . هذا .. وقد تتكون -أحياناً- وحدة ثلاثية الكروموسوم ، وأخرى أحادية ، وقد تتكون وحدة مستقلة ثنائية الكروموسوم من زوج الكروموسوم الزائد ؛ لذا .. فإنه تلاحظ -أحياناً- نسبة من العقم . وتوجد الحالات الرباعية الكروموسوم بكثرة فى النباتات ، وتكون مختلفة - مظهرياً - عن قريناتها من النباتات الثنائية المجموعة الكروموسومية العادية ، ويطلق عليها اسم Chromosome Addition Lines .

وتوجد حالات رباعية الكروموسوم ، يكون فيها زوج الكروموسوم الزائد من نوع نباتى مختلف ، وهى التى يطلق عليها اسم Alien Addition Lines . وهى تختلف فى مظهرها وفى سلوكها السيتولوجى عن النوع الأول (Chromosome Addition Lines) ؛ نظراً لأن زوج الكروموسوم الزائد لايقترن بأى من الكروموسومات الأخرى أثناء الانقسام الميوزى ، وإنما يكون وحدة إضافية ثنائية الكروموسوم .

متعدد الكروموسوم

يحتوى الفرد المتعدد الكروموسوم Polysomic على أكثر من كرموسومين زائدين من أحد كروموسومات الهيئة الكروموسومية ، وهى قد تكون خماسية الكروموسوم Pntasomics (٢ن + ٣) ، أو سداسية الكروموسوم Hexasomics (٢ن+ ٤) ... إلخ .

ولمزيد من التفاصيل عن موضوع التعدد الكروموسومى غير التام واستخداماته فى مجال تربية النبات .. يراجع Elliott (١٩٥٨) ، Burnham (١٩٦٦) ، و Swanson وآخرون (١٩٧٦) ، و Peloquin (١٩٨١) .

تعدد المجموعة الكروموسومية التام

تحدث حالات تعدد المجموعة الكروموسومية التام Euploidy حينما يشمل التضاعف جميع كروموسومات الهيئة الكروموسومية للنبات ؛ وتوجد منها أنواع كثيرة . وبرغم أن نقص عدد الكروموسومات إلى هيئة كرموسومية واحدة كاملة (١ن) يعد اختزالا ، وليس تضاعفاً .. إلا أن حالات النباتات الأحادية هذه تدرج ضمن حالات تعدد المجموعة الكروموسومية التام . ونبين -فيما يلى- مختلف أنواع التعدد الكروموسومى التام .

أحادية المجموعة الكروموسومية

تحتوى الخلايا الجسمية للنبات الأحادية المجموعة الكروموسومية monoploids على العدد الأحادى من الكروموسومات (١ن) ، ويطلق عليها - بوجه عام - اسم Haploids . هذا .. إلا أن النباتات الأحادية المتحصل عليها من نباتات ثنائية يطلق عليها اسم Monohaploids (وفيها ن = ١س) ، بينما يطلق على النباتات الأحادية المتحصل عليها من النباتات الرباعية tetraploids اسم dihaploid (وفيها ن = ٢ س) ، ويطلق اسم trihaploid على النباتات الأحادية المتحصل عليها من النباتات السداسية hexaploids (وفيها ن = ٣ س) ... إلخ .

تكون الأفراد الأحادية المجموعة الكروموسومية صغيرة الحجم -عادة- وأضعف نمواً من مثيلاتها الثنائية المجموعة الكرموسومية ، كما تكون على درجة عالية من العقم . ويرجع