٢ – نقل وإحلال كروموسومات كاملة – تحمل جينات مرغوبًا فيها – من نفس النوع أو من نوع، أو جنس آخر بطريقة التهجين. ويطلق على السلالات التى يحل فيها زوجًا أحد الكروموسومات من أحد الأنواع محل زوج شبيه من نوع آخر اسم Alien Substitution Lines، وهى غالبًا ما تختلف فى صفاتها – بشدة – عن النوع الأصلى.

٣ – تحديد درجة التماثل بين الكروموسومات

تحدد درجة التماثل homoelogy بين الكروموسومات، ويتم التعرف على مجموعات الكروموسومات المتماثلة homoelogus groups، وذلك بالاستعانة بالـ nullisomics المختلفة للمحصول الواحد واستكمال العدد الكروموسومى لها بأزواج كروموسومية مختلفة من النوع الذى يُراد تحديد درجة تماثله الكروموسومى مع كروموسومات المحصول المعنى. وتتحدد درجة التماثل من ملاحظة شدة التقارن بين أزواج الكروموسومات المعنية أثناء الانقسام الاختزالى، بالإضافة إلى مقارنة صفات المحصول العادى بسلالة المحصول الـ nullisomic وسلالته التى استبدل فيها زوج الكروموسومات الناقص فى الـ nullisomic بالزوج الجديد. وتعد الكروموسومات أكثر تماثلاً كلما قربت صفات السلالة الأخيرة مع صفات المحصول العادى بدرجة أكبر من تقاربها مع صفات السلالة الـ nullisomic (عن Fehr ١٩٨٧).

أحادية الكروموسوم المزدوجة

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

الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الأولى

تعريف الحالات الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الأولى

تحتوى الخلايا الجسمية للأفراد الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الأولى Primary Trisomics على كروموسوم واحد 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 – مميتًا 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 – أحيانًا – فى أثناء الانقسام الاختزالى؛ ولهذا السبب .. فإن النباتات ثلاثية الكروموسوم تكون غير ثابتة وراثيًا، وتعود – تدريجيًا – إلى الحالة الثنائية، إلا إذا حوفظ عليها بالانتخاب.

انتشار الحالات الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الأولى

لوحظت النباتات ثلاثية الكروموسوم من الدرجة الأولى فى كثير من النباتات؛ مثل الداتورة، والطماطم، والذرة، والقمح، والتبغ.

ولقد أمكن فى بعض النباتات إنتاج عدد من الطرز ثلاثية الكروموسوم، مساو 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 كروموسومًا زائدًا من الأثنى عشر كروموسومًا التى تضمها الهيئة الكروموسومية للداتورة.

كما ذكر Rick (١٩٨٧) مواصفات اثنتى عشرة سلالة مماثلة ثلاثية الكروموسوم فى الطماطم، علمًا بأن الطماطم تحتوى – هى الأخرى – على اثنى عشر زوجًا 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.

ولقد لخص Chahal & Gosal (٢٠٠٢) المحاصيل التى تتوفر فى مجموعات كاملة من السلالات الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الأولى، فيما يلى:

المحصول	٢ن	عدد الـ monosomics
الشعير	١٤	٧
الفلفل	٢٤	١٢
الزمير	٤٢	٢١
الأرز *O. sativa*	٢٤	١٢
الدخن *Sorghum vulgare*	٢٠	١٠
الطماطم	٢٤	١٢
القمح *Triticum aestivum*	٤٢	٢١

استخدامات النباتات الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الأولى

يستفيد المربى من النباتات الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الأولى، فيما يلى:

١ – تحديد الكروموسومات الحاملة لجينات معينة:

يُستفاد 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 جميعها أصيلة فى الآليل السائد A، ثم تنتج بذور الجيل الثانى لكل تلقيح، وتزرع لدراسة الصفة فى مختلف عشائر الجيل الثانى.

يلاحظ أن انعزال الصفة يكون عاديًّا، وبنسبة ٣ سائدًا: ١ متنحيًّا 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)، بالآخر (ن+١) من الكروموسومات. ولا تظهر 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 كروموسومًا زائدًا (ن+١) تكون عقيمة – وهو ما يترتب 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.

٢ – نقل أجزاء من كروموسوم أحد الأنواع إلى نوع خر:

من الممكن نقل أجزاء من كروموسوم أحد الأنواع إلى نوع آخر، كما حدث عندما نقلت صفة المقاومة للصدأ من *Aegilops umbellulata* إلى القمح بالاستعانة بـ alien addition line كانت تحتوى على كروموسوم كامل إضافى من *A. umbellulata*؛ وبالمعاملة بأشعة إكس .. أمكن إحداث كسورًا فى هذا الكروموسوم الزائد، حتى أمكن الاحتفاظ بقطعة صغيرة منه فقط فى جيرمبلازم القمح كانت تحتوى على الجين المسئول عن المقاومة للصدأ (عن Fehr ١٩٨٧).

٣ – زيادة نسبة النباتات ذات الأزهار المزدوجة فى المنثور:

يوجد نوعان من الأزهار فى المنثور، ينتج أحدهما أزهارًا مفردة، وينتج الآخر أزهارًا مزدوجة. والنوع الثانى هو المرغوب تجاريًا، وهو خال من أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث، ويكثر من بذور منتجة على نباتات تحمل أزهارًا 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 البويضات، 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 ٣ : ١ (أى أنها تكون من الطراز الثانى). أما الطراز الثالث من النباتات ذات الأزهار المفردة (الـ ever sprouting)؛ فقد افترض أنه يكون خليطًا 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 لا توجد بالكروموسوم المماثل homologus chromosome فى نفس الخلية، وأن وجود هذه العقدة كان ضروريًا لحيوية حبوب اللقاح؛ بمعنى أن حبوب اللقاح التى لا يصل إليها الكروموسوم الذى يحتوى على العقدة لا تنبت. هذا .. بينما تكون جميع البويضات 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 لا تحمل هذا الجين (وهى الخالية من العقدة) إلى أن يكون نصف النسل أصيلاً فى هذا الجين المتنحى وذا أزهار مزدوجة، والنصف الآخر خليطًا، وذا أزهار مفردة وهى الصفة السائدة. إلا أن نسبة النباتات ذات الأزهار المزوجة تزيد قليلاً على ٥٠٪ (تصل إلى ٥٤-٥٦٪)، ربما بسبب موت بعض البويضات التى تخلو من الكروموسوم ذى العقدة.

وقد وجد نبات من الطراز الثالث كانت أوراقه ضيقة جدًا، 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.

ونظرًا 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 ممثلاً ثلاث مرات هو الذى يحمل الجين المسئول عن نوع الأزهار؛ كما يبدو أنه يحمل أيضًا 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).

الثلاثية 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 ممثلاً فى الخلية الواحدة أربع مرات؛ وبذلك .. يتوقع إمكان وجود طرز ثلاثية الكروموسوم من الدرجة الثانية تساوى ضعف عدد أزواج كروموسومات النوع. وقد اكتشف Blackslee عددًا كبيرًا من هذه الطرز فى الداتورة. والمعادلة العامة لحالة ثلاثى الكروموسوم من الدرجة الثانية هى: (٢ن + ١ ، ١)، أو (٢ن + ٢ ، ٢)؛ حيث تدل الأرقام ١، و ٢ ... إلخ على رقم الكروموسوم الذى يتكرر نصفه.

الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الثالثة

تعريف الحالات الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الثالثة

تنشأ حالة ثلاثى الكروموسوم من الدرجة الثالثة Tertiary Trisomics من انتقال