تربية الكرموسوم (التضاعف الكرموسومي)

لقد تطور علم وهندسة الكرموسومات خلال العقدين الأخيرين وسوف نتطرق في هذا الفصل الى التضاعف الكرموسومي واهميته في تربية وتحسين النبات. يمكن ان يعرف التضاعف الكرموسوميpolyploidy بانها الحالة التي يكون فيها عدد المجموعات الكرموسومية عبارة عن مضاعف للعدد الأحادي (العدد الأساس) وينتج عن مضاعفة الكرموسومات في الخلايا الجسمية او من خلال خصوبة وفاعلية الكاميتات غير المختزلة سايتولوجيا عقب فشل عملية الانقسام الاختزالي (الميوزي) والتضاعف الكرموسومي يكون اما: التضاعف (التعدد) الخلطي للمجموعات الكرموسومية Allopolyploidy تضاعف هيئات كرموسومية مختلفة في هجين بين ابوين كلا منهما ثنائي المجموعة الكرموسومية (2n – Diploid) ويكون عادة من نوعين مختلفين والتضاعف الذاتي للمجموعات الكرموسومية Autopolyploidy وهو مضاعفة جميع الكرموسومات الموجودة في الهيئة الكرموسومية لنوع ما يتضمن عادة تضاعف هيئات كرموسومية متماثلة. كما يوجد نوع اخر من التضاعف الكرموسومي الناقص للمجموعات الكرموسومية (Aneuploidy) وهي عبارة عن تغيرات كرموسومية عددية ينقص فيها واحد او اكثر من كرموسومات المجموعة الطبيعية للنبات ويمكن توضيح ذلك في الجدول رقم (4).

ان هذا النوع من التضاعف الكرموسومي لا يمثل أهمية كبيرة بالنسبة لمربي النبات الا انه له قيمة عملية اكاديمية اكثر من قيمتها التطبيقية. اما كيفية حدوثها فهناك احتمالات كثيرة منها عدم إتمام عملية سحب الكرموسومات اثناء الانقسام او الطفرات الوراثية.

كما هناك نوع اخر من التضاعف Amphidiploid وهو مصطلح شامل يغطي النباتات ذات التضاعف الكرموسومي المجموعي والتي تنشأ بعد التهجين بين اثنين او اكثر من الأنواع ثنائية الهيئة (المجموعة) الكرموسومية (2n).

جدول رقم (4) يبين التضاعف الكرموسومي Aneuploidy

مثال	عدد	النوع

		الكروموسومات
		النقص في عدد الكروموسومات
AA BB CC	2n	اعتيادي Disomic (Normal)
AA BB c	2n – 1	ناقص كروموسوم واحد Monosomic
AA BB	2n – 2	ناقص كروموسومين Nullisomic
		الزيادة في عدد الكروموسومات
AA BB CCC	2n + 1	زيادة كروموسوم Trisomic
AA BBB CCC	2n + 1 + 1	زيادة كروموسومين Double Trisomic
AA BB CCCC	2n + 2	زيادة كروموسومين Tetrasomic
AA BB CCCCC	2n + 3	زيادة ثلاثة كروموسومات Pentasomic

احادي المجموعة الكرموسومية (Haploidy):

النباتات أحادية المجموعة الكرموسومية تحتوي على (n) او مجموعة كرموسومية واحدة ومن المكن ان يميز ويتكاثر بتكراره الواطيْ في أي نوع نباتي. كان الاهتمام قليل بهذه المجموعة من النباتات في السابق الا انه في الآونة الأخيرة ازداد الاهتمام به لسببين رئيسين:

1- ان النبات الأحادي المجموعة الكرموسومية يحتوي على مجموعة كرموسومية مفردة كاملة للنواة الواحدة كما هو الحال في كاميتات النباتات الراقية لهذا توجد هناك طاقة للتعرف السريع ولتطور الاليل المتنحي اما طبيعيا او اصطناعيا دون تأثير الاليل المتغلب في الكرموسوم المتماثل (homologous).

2- هناك فائدة أخرى وذات أهمية كبيرة وهي تضاعف Haploid لكي يصبح ثنائي (Diploid) المجموعة الكروموسومية ومتماثل وراثيا دون ضياع للوقت بالعودة الى التربية الداخلية او sib – mating (التزاوج المتقارب). ومن خلال الانتخاب خلال أجيال مختلفة يمكن ان

نحصل على Haploid من خلال (parthenogenesis) اومن خلال زراعة نسيج المتك (زراعة الانسجة النباتية).

لقد تم الحصول على نباتات أحادية المجموعة الكرموسومية في كل من الذرة الصفراء، الطماطة، الشعير، الرز، البطاطا، الحنطة، البيتونيا ونباتات أخرى ويستعمل مادة الكولشيسن (Colchicine) لتضاعف المجموعة الكرموسومية والكولشيسن مركب قلوي مستخرج من نبات الحلاج Colchicum autumnale وتستخدم هذه المادة لأحداث التضاعف الكرموسومي اصطناعيا كما ويمكن ان يقسم التضاعف الكرموسومي الى ما يلي Euploidy ويطلق عليه التضاعف (المتعدد) الكرموسومي المجموعي. وهو عبارة عن مضاعف تام للعدد الأساسي ويشمل Allopolyploidy (وتعني ALLO الاختلاف) و Auopolyploidy (وتعني Auto الذاتي). ان التضاعف الكرموسومي يعتمد على ما يسمى genome (مجموعة كاملة واحدة من الكرموسومات (او الجينات) وتوجد في كاميتات الأنواع وعلى سبيل المثال يساوي الجينوم الواحد في القطن 13 كرموسوم والحنطة والشعير V كرموسوم و X يطلق كتسمية عامة للجينوم ويلاحظ بان هناك

$$1X \text{ و } 2X \text{ و } 3X$$

معنى ذلك للكائن الحي او جينوم واحد او اثنان او ثلاثة.

وهنا فالكائن الحي الذي يحتوي على جينوم واحد 1X يطلق عليه احادي المجموعة الكرموسومية Monopliod اما 2X ثنائي المجموعة الكرموسومية (Diploid) اما 3X فهو ثلاثي المجموعة الكرموسومية (Triploid) والجدول رقم (5) يوضح ذلك.

جدول رقم (5) يبين الاختلافات في عدد الكروموسمات بالنسبة للثنائية المجموعة (2n)

مثال	عدد الكروموسومات	نوع التضاعف
ABC	n	احادي Monoploid
AA BB CC	2n	ثنائي Diploid
AAA BBB CCC	3n	ثلاثي Triploid
AAAA BBBB CCCC	4n	رباعي Teteraploid
AAAAA BBBBB CCCCC	5n	خماسي Pentaploid
		وهكذا أنواع اخرى

ولابد من التميز بين عدد الجينومات (X) و عدد الكرموسومات (n) وهنا فان X يعني الجينوم والذي يحتوي على عدد معين من الكرموسومات والخلايا الجسمية لكل فرد يقال بان 2n بينما الخلايا الكاميتية n وفي حالات عديدة يكون $n = X$ بينما في حالات أخرى يكون $n \neq X$ ومن الأمثلة على ذلك الشعير

$$2X = 2(7) = 14$$

أي سبعة ازواج من الكروموسومات = 14 كروموسوم

$$n = 7 \qquad 2n = 14$$

$$2X = 2n = 14$$

بينما في حالة الفرد الذي يحتوي على 6 جينومات

ففي الحنطة السداسية 6n

$$6X = 42 = 6n$$

$$n = 21$$

أما في حالة النباتات ثلاثية المجموعة الكروموسومية Triploid

$$3X$$

$$X = 7$$

$$2n = 21$$

$$n = ?$$

وبالطبع هذا يختلف عن الحالة الطبيعية لكون انعزال الكرموسومات غير متساوية في الانقسام الاختزالي.

اما في حالة Autopolyploidy (التضاعف الذاتي) تحتوي على جينات متشابهة فلو نأخذ الى triploid فانه يحتوي على 3 جينومات (3X) جميع الجينومات تحتوي على نفس التشكيلة من الكرموسومات و يمكن الحصول عليه اما في الطبيعة ويكون ذلك عندما لا يختزل العدد الأصلي لكرموسومات خلال الانقسام الاختزالي وهنا فالكميتات تحتوي على العدد الأصلي الكامل من الكرموسومات (2n) وفي حالة اتحاد هذا الكميت مع كميت اخر فتكون تحت ظروف الانقسام الاختزالي الاعتيادي فالنتيجة تكون زايكوت (بيضة مخصبة) تحتوي على مجموعة كرموسومية إضافية او سيت ثلاثي كما يمكن الحصول عليه اصطناعيا باستعمال المواد الكيمياوية او الحرارة او البرودة ومن هذه المواد مادة الكولشيسين. توجد بعض المشاكل اثناء الانقسام الاختزالي كما ان هناك انخفاض في الحيوية اما في حالة Allopolyploids تحتوي على جينومات من اجناس او أنواع او تحت الأنواع المختلفة ولابد من تعين هذه الجينومات وعلى سبيل المثال في حنطة الخبز توجد ثلاثة جينومات هي A و B و D وكل جينوم يحتوي على 7 كرموسومات و كرموسومات جينوم A ليست متماثلة مع B و D وتعتبر الحنطة من الأمثلة التقليدية في التطور خاصة بالنسبة Allopolyploidy ويمكن تلخيص ما ذكره Sears (1974) بان الحنطة المستعملة في الخبز هي Allohexaploid = (6X)

AA BB DD

$2n = 42$ $n = 21$

(AA BB) × DD

وبعد التحليل السايتولوجي تبين بان جينومات A وD جاءت من Triticum monococcum (هذا النوع يمتلك اقل عدد كرموسومي والخلايا الجسمية تمتلك السبعة كرموسومات مضاعفة مرتين الى 14 كرموسوما مع Aegilops Squarrosa وهو عشب بري عديم الأهمية ينمو كدغل اما اصل جينوم B فلا يزال تحت التشخيص

AA × BB

↓

F1 AB

↓

doubled

AA BB × DD

↓

AA BB DD

جدول رقم (6) يبين العدد الكروموسومي والتضاعف لعدد من المحاصيل

المحصول	العدد الكروموسومي × (يمثل الجينوم)	2n	Ploidy
الجت	8	32	4×
الشعير	7	14	2×
القطن (الابلاند)	13	52	4×
الشوفان	7	42	6×
التبغ (المزروع)	12	48	4×
الحنطة (الخبز)	7	42	6×
الحنطة (الدورم)	7	28	4×

المصادر:

1- الذرة الصفراء، انتاجها وتحسينها. 1990. أ.د. مدحت الساهوكي.

2- Principles of field crop production. 1980. Martin and Leonard.

استاذ المادة:
الأستاذ الدكتور: محمد عويد غدير العبيدي