الفصل الحادى عشر

التعدد الكروموسومى غير التام وأهميته

حالات التضاعف الكروموسومى

نتناول بالشرح تحت هذا العنوان العلاقة بين موضوع هذا الفصل (حالات التعدد الكروموسومى غير التام وأهميتها)، وموضوع الفصل الثانى عشر (حالات التضاعف الذاتى وأهميتها)، والفصل الثالث عشر (حالات التضاعف الهجينى وأهميتها)؛ علمًا بأنها جميعًا تدخل ضمن الموضوع العام: التضاعف الكروموسومى وأهميته لمربى النبات.

العدد الأساسى للكروموسومات

العدد الأساسى للكروموسومات basic number chromosomes فى أى كائن حى هو عدد الكروموسومات الكاملة غير المتكررة فى ذلك الكائن، وهى التى تشكل ما يعرف بالهيئة الكروموسومية genome.

وتسمى جميع النباتات التى تحتوى على ضعف العدد الأساسى للكروموسومات بأنها 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 متضاعفًا، 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 – مثلاً – وهى نبات ثنائى عادى تكون فيها ٢ن = ٢س = ١٤ كروموسومًا،

بينما تكون جاميطاتها ١ن = ١س = ٧ كروموسومات. أما فى نبات مثل البطاطس – وهى تحتوى على أربع هيئات كروموسومية كاملة – فإن فيها ٢ن = ٤س = ٤٨ كروموسومًا، بينما تكون فيها الجاميطات ١ن = ٢س = ١٢ كروموسومًا.

أنواع التضاعف

تعرف جميع النباتات التى تحتوى على عدد من الكروموسومات – يختلف عن ضعف العدد الأساسى – بأنها متضاعفة polypolid.

وتقسم حالات التضاعف ploidy (أو polyploidy) إلى فئتين، كما يلى:

١ – التعدد الكروموسومى غير التام:

لا تحتوى النباتات – التى توجد بها ظاهرة التعدد الكروموسومى غير التام Aneuploidy – على مضاعفات العدد الأساسى للكروموسوم؛ كأن ينقصها – مثلاً – كروموسوم أو أكثر، أو يزيد فيها كروموسوم أو أكثر عن مضاعفات العدد الأساسى.

٢ – التعدد الكروموسومى التام:

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

هذا .. وتقسم حالات التعدد الكروموسومى التام – بدورها – إلى فئتين رئيسيتين، هما:

أ – التعدد الذاتى:

يتضمن التعدد أو التضاعف الذاتى كل الحالات التى يحتوى فيها الفرد على هيئة كروموسومية واحدة، أو أية مضاعفات للهيئة الكروموسومية ذاتها غير الحالة الثنائية العادية (موضوع الفصل الثانى عشر).

ب – التعدد الهجينى:

يتضمن التعدد أو التضاعف الهجينى كل الحالات التى يحتوى فيها الفرد على هيئتين كروموسومتين كاملتين – أو أكثر من هيئتين كروموسومتين – من نوعين نباتين مختلفين أو أكثر من نوعين (موضوع الفصل الثالث عشر).

ويبين جدول (١١-١) مجموعات من بعض الأنواع النباتية القريبة من بعضها، والتى يتواجد فيها العدد الأحادى والعدد الثنائى للكروموسومات فى نسبة رياضية تشكل كل منها سلسلة متضاعفة.

جدول (١١-١): مجموعات النباتات القريبة من بعضها، والتى يتواجد فيها العدد الأحادى والعدد الثنائى للكروموسومات فى نسب رياضية تشكل كل منها سلسلة متضاعفة.

النوع	العدد الكروموسومى للجاميطات (n)	العدد الكروموسومى الأساسى (x)	العدد الكروموسومى بالخلايا الجسمية (2n)
Avena strigosa	٧	٧	2n = 2x = 14
A. barbata	١٤	٧	2n = 4x = 28
A. sativa	٢١	٧	2n = 6x = 42
Gossypium arboreum	١٣	١٣	2n = 2x = 26
G. hirsutum	٢٦	١٣	2n = 4x = 52
Nicotiana sylvestris	١٢	١٢	2n = 2x = 24
N. tabacum	٢٤	١٢	2n = 4x = 48
Triticum monococcum	٧	٧	2n = 2x = 14
T. turgidum	١٤	٧	2n = 4x = 28
T. aestivum	٢١	٧	2n = 6x = 42
Festuca pratensis	٧	٧	2n = 2x = 14
F. arundinacea var. *glaucescens*	١٤	٧	2n = 4x = 28
F. arundinacea var. *genuina*	٢١	٧	2n = 6x = 42

انتشار ظاهرة التضاعف فى المملكة النباتية

تنتشر ظاهرة التضاعف انتشارًا كبيرًا فى المملكة النباتية، وبخاصة فى المحاصيل الاقتصادية المهمة، مثل القمح، والقطن، والبطاطس، والكاسافا، والتبغ. 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 لا تنفصل 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.

ظاهرة العقم فى النباتات المتضاعفة

تنتشر ظاهرة العقم فى كثير من الأنواع المتضاعفة، وكذلك فى كثير من حالات التعدد الكروموسومى غير التام؛ وهو ما يكون مرده إلى أى من الأسباب التالية:

١ - عدم الانتظام السيتولوجى cytological irregularities:

من أهم حالات عدم الانتظام السيتولوجى عدم انفصال الوحدات عديدة الكروموسومات التى تتكون أثناء الانقسام الاختزالى؛ الأمر الذى يحدث فى كل النباتات الرباعية التضاعف تقريبًا، وكذلك فقد بعض الكروموسومات فى الطورين الانفصاليين الأول والثانى، وعدم تكون خيوط المغزل بشكل طبيعى .. وجميع تلك الحالات تؤدى إلى تكوين جاميطات غير متوازنة وأقل خصوبة من الجاميطات العادية.

٢ - مسببات وراثية genetic causes:

قد يحدث العقم نتيجة لعوامل فسيولوجية غير معروف طبيعتها - إن كانت محكومة وراثيًا - تؤدى إلى التأثير على التوازن الجينى الدقيق.

٣ - اضطرابات فسيولوجية physiological disturbances:

تنشأ معظم الاضطرابات الفسيولوجية نتيجة لاختلال نسبة السطح الخارجى للخلايا إلى أحجامها؛ مما يؤثر فى امدادتها من الغذاء؛ الأمر الذى قد يؤدى إلى تقليل عدد الأزهار المتكونة، وعدد حبوب اللقاح بكل متك، مع زيادة نسبة المتوك المتشوهة، والأزهار غير العاقدة ... إلخ.

٤ – إخصاب البويضات:

قد يرجع عدم عقد البذور إلى عدم إخصاب البويضات (عن Chopra ٢٠٠٠).

أعداد الكروموسومات فى النباتات

تظهر فى جدول (١١–٢) قائمة بأعداد الكروموسومات فى الخلايا الجسمية (٢ن)، وفى الهيئة الكروموسومية الواحدة (x) لبعض المحاصيل الاقتصادية. أما أعداد الكروموسومات فى بقية النباتات .. فيمكن الرجوع إليها فى كل من Hayes وآخرين (١٩٥٥)، و Purseglove (١٩٧٢، و ١٩٧٤)، و Simmonds (١٩٧٩).

جدول (١١–٢): أعداد الكروموسومات فى بعض المحاصيل الاقتصادية (عن Elliott ١٩٥٨، و Darrow ١٩٦٦، و Edmond وآخرين ١٩٧٥، و Welsh ١٩٨١، و Hawkes ١٩٨٣).

المحصول	العدد الأساسى (س)	العدد فى الخلايا الجسمية (٢ن)
المحاصيل الحقلية:		
الذرة	١٠	٢٠
البرسيم الحجازى	٨	٣٢
الفول السودانى	١٠	٤٠
التبغ المزروع	١٢	٤٨
القطن الآسيوى	١٣	٢٦
القطن upland	١٣	٥٢
الشوفان المزروع	٧	٤٢
القصب		٨٠
الشعير	٧	١٤
قمح الخبز (السداسى)	٧	٤٢
القمح durum (الرباعى)	٧	٢٨
الفاكهة:		
التفاح	١٧	٥١،٣٤
جنس ذوات النواة الحجرية *Prunus*	٨	٤٨،٣٢،٢٤،١٦
الموالح	٩	٣٦،٢٧،١٨
العنب	١٩	٧٦،٤٠،٣٨
الموز	١١	٣٣،٢٢ للنوع المزروع، ٤٤

تابع جدول (١١-٢):

المحصول	العدد الأساسى (س)	العدد فى الخلايا الجسمية (٢ن)
اللوز	٨	١٦
الكريز الحامضى	٨	٣٢
الكريز الحلو	٨	١٦
الكمثرى	١٧	٣٤، ٥١
الخضر:		
جنس الفراولة *Fragaria*	٧	١٤، ٢١، ٢٨، ٣٥، ٤٢، ٤٩، ٥٦ للنوع الزروع، ٦٣، ٧٠ حتى ٢ن = ١٦س
جنس البطاطس *Solanum*	١٢	٢٤، ٣٦، ٤٨ للنوع الزروع، ٦٠، ٧٢، ٩٦
البطاطا	١٥	٩٠
جنس الطماطم *Lycopersicon*	١٢	٢٤
جنس الكرنبيات *Brassica*	٩، ١٠	١٨ ، ٣٦ ، ٢٠ ، ٥٦
الكاسافا (٤س)		
القلقاس (٢س، ٣س)		
الزهور ونباتات الزينة:		
الورد	٧	١٤، ٢٨، ٣٥، ٤٢، ٥٦
الأقحوان	٩	١٨، ٣٦، ٥٤، ٧٢، ٩٠
الزنبق	١٢	٢٤، ٣٦، ٤٨
الداليا	٨	٣٢، ٦٤
بسلة الزهور	٧	١٤

حالات التعدد الكروموسومى غير التام

تُقسم حالات التعدد الكروموسومى غير التام aneuploidy إلى نوعين رئيسيين، هما:

حـالات الإضافـات الكروموسـومية chromosome additions (وفيـها توجـد أعـداد إضافية من كروموسومات نفس الهيئة الكروموسومية الخاصة بالخلايـا الجسـدية للكـائن المعنـى)، وحـالات النقـص الكروموسـومى chromosome deletions (وتنقـص فيـها كروموسومات كاملة من الهيئة الكروموسومية الكاملة الخاصة بالخلايا الجسـمية للكـائن