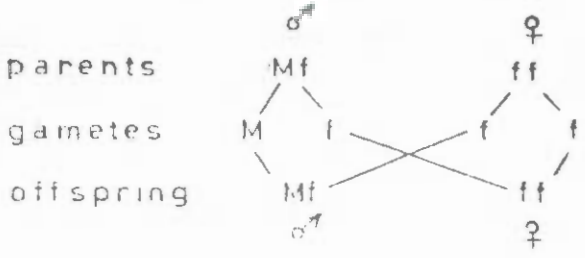
الفصل التاسع عشر

الكروموسومات وتعيين الجنس
CHROMOSOMES AND SEX DETERMINATION

على الرغم من أن عملية تحديد الجنس معلومة إلى حد ما إلا أنه ليس هناك طريق معروفة للتحكم فى جنس النسل الناتج . وقد وضعت افتراضات مختلفة لها مدلول تاريخي هام ومنها ما افترضه داوسون Dawson بأن المبيض الأيسر والمبيض الأيمن يعطيان بويضات تنتج ذكورا واناثا بالتبادل ، وهذا اعتقاد خاطئ حيث أنه إذا أزيل مبيض من امرأة أو من حيوان فان المبيض المتبقى ينتج ذكورا واناثا . وهناك افتراض آخر وضعه شنك shank وهو أنه إذا اعطيت الانثى غذاءا خاصا فانه يؤثر على نوع الجنين ومن المعلوم تماما الآن أنه لا يمكن تغيير الذكر إلى انثى والعكس عن طريق التغذية لأن الجنس يتحدد وقت اخصاب البويضة . وتشير الدراسات الوراثية أن الذكورة والأنوثة ما هى إلا صفات وراثية تنتقل من الأباء الى الأبناء بنفس الطريقة التى تنتقل بها الصفات الوراثية والأخرى وبمعنى آخر فإن الجنيات الجنسية توجد فى الكروموسومات . وكان كورنز Correns (١٩٠٧) هو الذى أظهر لأول مرة أن تحديد الجنس يتم تبعا لقانون مندل لإنعزال العوامل وقد درس كورنز فى هذا المجال نبات البريونيا الذى به النبات الذكر هجينا - النبات الانثى نقيا متنحيا .



وقد اظهرت الأبحاث انه فيما عدا الطيور والفراشات - نجد أن الذكور مختلفة الجاميتات وهذا بمعنى أن الذكر ينتج جاميتات من نوعين : (ذكور - واناث) . أما البيض فكلها متشابهة الجاميتات (نوع واحد فقط) . ولهذا فان مشكلة تنظميم تحديد الجنس تكون متوقفة على نوع الحيوانات المنوية التى تنتج ذكورا أو اناثا .

وتوجد فى كل الحيوانات كروموسومات جسمية أو ذاتية autosomes تعرف بالكروموسومات العادية علاوة على الكروموسومات الجنسية sex chromosomes ويوجد كروموسومات جنسيان فى الانسان هما x , y . وينفصل كروموسوم × وكروموسوم عن بعضهما أثناء انقسام الخلايا بحيث أن نصف الحيوانات المنوية تحتوى على ٢٢ كروموسوم جسمى + × كروموسوم والنصف الاخر يحتوى على ٢٢ كرموسوم جسمى + y . اما البويضات الناضجة فكلها تحتوى على × كروموسوم . فإذا لقح حيوان منوى يحمل × بويضة ما فإن الكائن الناتج يكون اثنى . ولكن اذا كان الحيوان المنوى يحمل Y ويلقح البويضة فإن النسل يكون ذكرا وهذا يعرف بنظام XX - XY تحديد الجنس .

ومن الحقائق المعروفة ان الحيوانات المنوية للأنسان تنقسم الى مجموعتين متساويتين مجموعة × ، ومجموعة Y كروموسوم ولذلك فانه ممكن افتراض بان الجنسين يتساويان فى العدد فى العشاء على الاقل بالنسبة للسن المبكر .

نظام تحديد الجنس Types of sex determination

يمكن تلخيص نظم تحديد الجنس الرئيسية كما يلى :

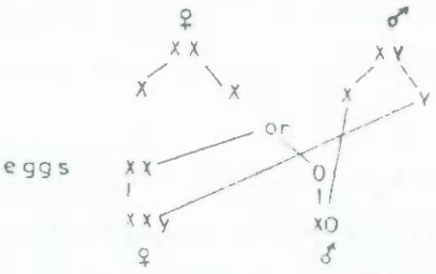
١ - تحديدالجنس بواسطة التـــوازن الجنينى بين × كروموسوم والكروموسومات الجسمية (تحديد الجنس فى ذبابة الفاكهة أو نظرية بريدج لتوازن الجنس) .

انثى ذبابة الفاكهة بها الكرموسومات الجنسية ×× والذكر xy ومن المحتمل أن يشك الانسان فى أن كروموسوم Y يحتوى على العوامل محدد الذكورة أو أن أى حيوان يحمل كروموسوم y لابد ان يكون ذكرا .

وقد وجد بريدجز (١٩١٣ - ١٩١٦) أن الكرموسومات الجنسية فى ذبابة الفاكهة لا تنعزل دائما بانتظام وان البويضات قد تحتوى على ×× بدلا من × واحدة وعند تلقيح بويضة من هذا النوع بواسطة حيوان منوى يحمل y فانه ينتج انثى استثنائية ذات تركيب xxy .

ومن الممكن الحصول على الأفراد ذات التركيب (xo) إذا لقحت البويضة التى ينقصها كروموسوم × حيوان منوى يحمل × كروموسوم . ومثل هذا الذكر يكون عقيما بالرغم من أن به الصفات الشكلية العادية . ولهذا فإنه من الطبيعى أن نستنتج أن كرموسوم y فى الدروسوفيلا وإن كان ليس له دخل فى تحديد الجنس إلا أن وجوده ضرورى لإنتاج ذكور مخصبة . ومن المعلوم الآن أنه عند تناول نظام ×× - xy يلاحظ أن الأنوثة تظهر على الكائن عند وجود جرعة مزدوجة من الكروموسوم × وأن الذكورة تنرجع إلى وجود جرعة مفردة من كروموسوم × ، وهذه المعلومة بها شئ من الحقيقة ولكن مشكلة تحديد الجنس تصير معقدة عند تواجد افراد ذات جنس وسط intersexes علاوة على وجود افراد ذوات جنس متفوق super sexes .

إذا مثل الحرف × الكروموسوم الجنسى والحرف A مجموعة أحادية من الكروموسومات الجسيمية فإن انثى ذبابة الفاكهة تكون XXAA والذكر XYAA وحيث ان الكروموسوم Y هو كروموسوم خامل فمن الممكن اعتبار الذكر XAA واذا افترضنا ان عوامل الانوثة (F) femaleness موجودة فى الكروموسومات الجنسية X ، فان عوامل الذكورة (M) maleness لابد أن تكون فى الكروموسومات الجسمية . وهذا يعنى أن الجنس يعتمد على العديد من الجنيان التى يجب أن تكون منتشرة وموزعة بين الكروموسومات الجنسية والكروموسومات الجسمية وان تحديد الجنس مشروط بالنسبة بين عدد الكروموسومات الجنسية × الكروموسومات الجسمية A . وقد استطاع بريدجز ان يظهران الأنثى ثلاثية المجموع الكروموسومى (XXXAAA) عندما تتراوح مع ذكر عادى (XAA) فإنها تعطى أربعة أنواع من البويضات التى عند تلقيحها بنوعين من الحيوانات المنوية تنتج التالى :



نوع الافراد	العلاقة الكروموسومية	الزيجوت	المنيات	البويضات
ثلاثية المجموعة	1.00	3X3A	XA	2X2A
ثنائية المجموعة	1.00	2X2A	XA	1X1A
انثى فائقة الانوثة	1.50	3X2A	XA	2X1A
بين جنسية	0.67	3X3A	XA	1X2A
بين جنسية	0.67	2X3A	A	2X2A
ذكر	0.50	1X2A	A	1X1A
انثى زوجتة	1.00	2X2A	A	2X1A
ذكر فائق الذكورة	0.33	2X3A	A	1X2A

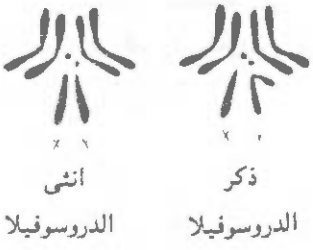
ويتضح من هذا الجدول أن الجنس لا يتحدد بالعدد المطلق للكروموسومات ولكن بالعلاقة بين عدد الكروموسومات الجنسية × والكروموسومات الجسمية A .

فإذا كانت هذه العلاقة = ١ (واحد) فإن الحيوان يجب أن يكون انثى وإذا كانت = ٥ر فإن الحيوان يكون ذكرا . ولكن إذا كانت النسبة تقع بين ١ ، ٥ر أى ٦٧ر. أو ٧٥ر. فإن الحيوان يكون وسطا بين الجنسين (الحيوان يظهر خليط من الصفات الانثوية والصفات الذكرية) وإذا كانت النسبة أعلى من ١ فإن انثى غير عاديت تتكون (انثى متفوقة) وإذا كانت النسبة أقل من ٥ر. فإنها نتتج ذكرا متفوقا (غير عادى) وعلى الرغم من أن هذه الحيوانات تكون متفوقة كنسيا إلا أنها عقيمة ويدل هذا على أن هناك درجة معينة من الجنسية التى تسمح بالتكاثر .

الكروموسوم × عديد الجينات فى ذبابة الفاكهة

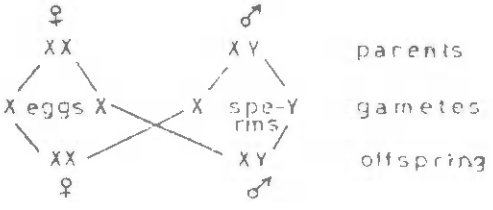
Polygenic x chromosome in drosophila

اصبح من الحقائق المعروفة أن كروموسوم× يحتوى على العديد من الجينات المحددة للأنوثة موزعة على طول الكروموسوم وذلك باستعمال فتات من الكروموسوم × حصل عليها بالمعاملة باشعة × . وقد وجد أنه باستطالة الفتاتة التى يمكن ادخالها فى الجنس الثينئ intersex (2x3A) يزداد التأثير الانثوى فى هذا الجنس أما بالنسبة للكروموسومات الجسمية فقد تبين أن الكروموسومات الجسيمة الطويلة تحتوى على محددات (ميعنات) الذكورة فى بعض المناطق بينما يبدو أن الإزواج القصيرة من الكروموسومات الجسيمة لا تحتوى على الجينات المحددة للذكورة .



انثى الدروسوفيلا

ذكر الدروسوفيلا



ويعتقد هوايت white (١٩٤٥) أن الجنس يتحدد فى ذبابة الفاكهة عن طريق التوازن بين نظامى الجينات العديدة فى × كروموسوم والكروموسومات الجسمية الكبيرة .

٢ - تحديد الجنس بواسطة العمل المتبادل بين x, y أو تحديد الجنس بواسطة كروموسوم y (طراز ميلاندريوم) .

فى نبات الميلاندريوم يكون تركيب الكروموسومات الجنسية للأنثى xx وللذك xy . وفى هذا النبات يتم تحديد الجنس بواسطة الكروموسومات الجنسية والحالة هنا تختلف عن ذبابة الفاكهة حيث يحتوى الكروموسوم y على محددات الذكر التى لها تأثير كبير حتى أن النبات الرباعى ذو التركيب xxxy يكون ذكرا ويعنى هذا أن محددات الذكر على الكروموسوم y تستطيع ان تبطل مفعول جرعة ثلاثية من محددات الانثى . النباتات التى بها x وبها ايضا اربعة مجاميع من الكروموسومات الجنسية .(بدلا من المجموعتين العاديتين) يكون اناثا بالرغم من ان بها x واحدة تقابل مجموعتين من الكروموسومات الجسمية وتنطبق هذه النسبة على الذكر . وعلى هذا فإن الجنس لا يتحدد بواسطة النسبة بين x والكروموسومات الجسمية كما هو الحال فى ذبابة الفاكهة ولكن الجنس يحدد بالتفاعل بين y,x . وفى انثى الاكسولوتل البرمائى يوجد xy ويتحدد الجنس هنا نتيجة لوجود او عدم وجود الكروموسوم y .

٣ - تحديد الجنس بواسطة تفاعل سلسلة من الأليلات المتعددة المختلفة والتى تتواجد فى مواقع متقابلة (تحديد الجنس فى الأفراد الأحادية العدد أو فى الأفراد الناتجة من التوالد البكرى) .

ففى غشائية الأجنحة hymenoptera مثل نحل العسل والنمل نجد أن الأناث تكون ثنائية العدد وناتجة من بيضة ملقحة . أما الذكور فهى أحادية المجموعة ونتجت من بيضة غير ملقحة عن طريق التوالد البكرى .

وقد وجد فى حشرة الهابروبراكون (دبور) ان البيض ينمو أما بالتلقيح أو بدون تلقيح وينمو البيض غير الملقح ويعطى ذكورا أما الملقحة فتعطى اناثا بصورة عامة ولكنها احيانا تعطى ذكورا ولهذا فان الذكور إما ان تكون احادية المجموعة أو ثنائية المجموعة ؤ ذات ابوين) . ولهذا وتبعا لهوايت white - فإن الجنس يتحدد بفعل تأثير سلسلة من الاليلات المتعددة المتماثلة والاليلات المتباينة (غير المتماثلة) التى تتواجد فى مواقع متناظرة فى الكروموسومات . ولذلك فان أى فرد متباين (x1,x2 :x2,x3 :x2,x4) وهكذا يكون انثى .ولكن الفرد التماثل (١×١ ، ١× - ٢× . ٢× - ٣،×٣ × ... الخ فإنه يكون ذكرا ثنائى المجموعة أما الافراد متباينة المجموعة مثل (x1 : x2 : x2, etc) فتكون ذكورا ذات مجموعات أحادية واذا تزاوجت انثى ١× ٢× بذكر x2 فان جميع البيض الملقح يكون متباينا (غير متماثل)kx1 x2 x2 x2 (شقيقات) ويحدث كالتالى :

ذكور إناث

ومن جهـــــة أخرى إذا تزاوجـــت انثى x1 x2 مع ذكر x1 فانه ستنتج اناثا x1 x2 (متباينة) وذكور x1 x1 (متماثلة) بجانب وجود ذكور x2,x1 .

أما فى حالة تزاوج أنثي بذكر فى وصلة فإن النتيجة سوف تكون

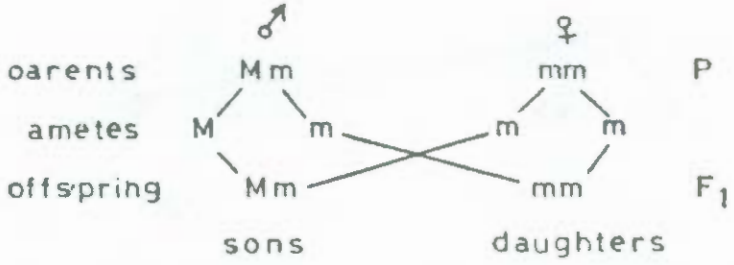
ابناء

٤ - تحديد الجنس عن طريق الفعل المختلف لزوج واحدمن الجينات :

Sex determination by the different action of a single pair of genes.

لقد وجد أن كل زوج من الجينات الأليلية يكون مسئولا عن تحديدالجنس فى بعض الأحيان .

وجد فى بعض الحالات ، مثل حشرة كيوليكس موليستيس Culex molestus ان الجنس يتم تحديده بواسطة زوج من الجينات المتقابلة allelomonphic حيث تبين من بعض تجارب الإرتباط أن الجـــنس يتم تحديده عن طريق زوج من الجينات ؛ الذكورة سائدة على الانوثة . وقد تم تفسير وراثة الجنس على أساس أن الذكر متباين (مختلف العوامل) له العاملان Mm مثلا والأنثى متماثلة العوامل mm ، وستكون نتيجة التزاوج على الوجه التالى



كذلك وجد أن الجنس يتحد بزوج واحد من الجينات فى سمك لبستس Lebistes ، وليس من المستبعد وجود حالات مماثلة فى البرمائيات وأسماك العظمية حيث يوجد سيطرة جينية على تحديد الجنس ولكن لا توجد كروموسومات جنسية .

٥ - تحديد الجنس تحت تاثير البيئة

Sex determination by the action of the environment

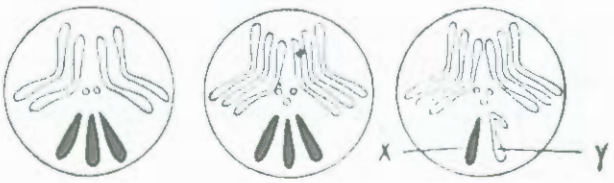
وجد فى بعض الحالات ان الكروموسومات ليست العامل الوحيد فى تحديد الجنس ولكن البيئة قد تقوم أيضا بهذا الدور ، مثال ذلك إحدى الحلقيات المسماه بونيلافيريلس Bonilla virilis ، فيها طول الذكر بضع ميلليمترات وهو تقريبا ١/٥٠٠ من طول الأنثى ، ويعيش الذكر فى البداية ملتصقا بخرطوم الانثى ، وبعد ذلك داخل قناة البيض والأمعاء . اما اليرقات المبكرة جدا فإنها تعيش حرة فى الماء وهى ليست ذكورا أو اناثا . فإذا وجدت تلك اليرقات طريقها إلى قناة البيضة أو أمعاء الانثى فإنها تنمو إلى ذكور ، ولكنها إذا استمرت حرة فى معيشتها فانها تنمو إلى أناث . وقد وجد أن قناة البيض فى تلك الأنواع تقوم بإفراز مادة معينة لها القدرة على تحويل الاناث إلى ذكور .

وقد اظهرت التجارب التى اجراها تونسكى Nowiniski ١٩٣٤ أن المستخلصات التى يتم الحصول عليها من قناة البيض ممكن تعمل على تغيير جنس تلك اليرقات . وقد وجد مؤخرا أن وضع اليرقات فى وسط حمضى يعمل على نموها إلى ذكور . ومن ذلك يمكن القول أن تحديد الجنس فى هذه الحالة يعتمد على تفاعل كيميائى يؤثر على اليرقات من الخارج ولكنه لا ينتج من اليرقات نفسها . على أن هذه الحالات تعتبر حالات استثنائية ، لأن القاعدة العامة أن تحديد الجنس يتم عن طريق الكروموسومات .

الخنوثة وانقلاب الجنس HERMAPHRODITISM AND SEX REVERSAL

الفرد الخنثى هو الفرد الذى توجد به الخصية والمبيض معا ، وقد يكون الفرد متزامنا simultaneous (ظهور الخصية والمبيض معا منذ البداية وذلك مثل دودة الارض وبعض القواقع أو بروتوجيرى protogyrous (يكون انثى فى البداية ثم يظهر العضو الذكرى فيما بعد) أو بروتاندرى protandrous (حيث تظهر الخصية فى البداية ثم المبيض) فيما بعد .

أما لقط الجينندرة gynendromorphism فإنه يشير إلى الخصائص الجنسية الثانوية : ففى الفراش مثلا يكون أحد الجانبيه ذكريا والثانى انثويا ، وليس من المحتم أن يكون الفرد خنثى بصورة حقيقية ، وهذه الكلمة مشتقة من: (form = morphe , man =aner ,woman = gyne أى تركيب) ويشتمل هذا الفرد على مجموعة من الخصائص الذكرية والأنثوية مع وجود كروموسومات كلا الجنسين فى الأجزاء المختلف من الجسم .



انثى فائقة الانوثة | انثى ثلاثة المجموعة الكروموسومية | ذكر فائق الذكورة

انثى | حالة بين جنسية | ذكر

(شكل ١١٨)
أنماط مختلفة من الحالات الكروموسومية فى ذبابة الفاكهة

وبالنسبة للأفراد البشرية ، فان معظم الحالات التى نطلق عليها افراد خنثوية ما هى فى الواقع سوى حالات جيننذرة وهى فى الحقيقة اناث لا تمتلك العامل او العوامل التى تستطيع وقف نمو أو ظهور الخصائص الجنسية الثانوية مثل اللحية .

وانقلاب أو انعكاس الجنس (من انثى الى ذكر) امر مألوف فى الطور . وقد وجد فى مثل تلك الحالات أن الأنثى بعد أن تضع العديد من البيض يتوقف البيض عن انتاج البيض ، ويبدأ طيور مجموعات من الخلايا الجنسية تؤدى الى تكوين خصيته ، ويظهر عرف واضح ويبدو الطائر مثل بقية الديكة العادية ويصبح الديكة فعلا ، بل يبدأ فى مقاتلة الديوك بالفعل . وتغير هذه الحالة الخنثوية من النوع البروتوجينى .

العقم الهجين والانقسام الميوزى HYBRID STERILITY AND MEIOSIS

فى علم الحيوان ، يعتبر النموذج الأمثل بالنسبة لحالات العقم الاساسية : البغال mules ، والبغل هجية ناتج من تزاوج فصيلتين حيوانيتين مختلفتين ، هما انثى الحصان والحمار . وهنا يكون البغل الذكر عقيما تماما ، ولكن البغل الانثى قد تظهر بها بعض علامات الخصوبة . فبويضة الفرس (mare) ، أى انثى الحصان بها العدد الفردى من الكروموسومات وهو ١٩ أما الحمار ، فان الحيوان المنوى يحمل ٣٢ كروموسوما ، ونتيجة لأندماجهما يتكون الجنين وبه ٥١ كروموسوم . وعندما ينمو البغل ويبدأ تكوين الخلايا التناسلية ، يحدث الانقسام الاختزالى ، واثناء الطور التزاوجى (تزاوج الكروموسومات المتماثلة) ، فان هذه الخطوة لا تتم بطبيعة الحال ، وذلك لأنه لا توجد حقيقة ازواج متماثلة من الكرموسومات ، ومعنى ذلك عدم استكمال عملية الانقسام الميوزى ولا تتكون حيوانات منوية أو بويضات سوية . على أن الملاحظ أن مثل هذه الحالات (البغال) تتميز بالقوة غير العادية والفتوة وأقل عرضة للامراض .

الكروموسومات والتطور CHROMOSOMES AND EVOLUTION

من المعروف أن المادة الوراثية توجد فى الكروموسومات التى تكون منظمة ومرتبة بطريق معينة ثابتة . غير أن هذا النمط قد تحدث فيه تغيرات معينة بطريق فجائية ، ويعرف هذا التغير بالطفرة mutation لأسباب غير معروفة ، وقد يحدث صناعيا بإستخدام مواد

كيماوية معينة أو عن طريق التضنيع .

ويمكن تلخيص التغيرات الكرموسومية على الوجه الاتى :

(شكل ١١٩)

شكل يوضح بعض أنواع التغيرات الكروموسومية

١ - طفرات جينية ، تحدث فى المادة الوراثية أى الجينات وهى من اهم انواع الطفرات بالنسبة للتطور .

٢- تغيرات فى الاعداد الكروموسومية نتيجة للاسباب التالية :

أ - زيادة أو نقص فى اعداد الكروموسومات مؤدية إلى ظهور حالات التعدد والتضاعف الكروموسومى polyploidy أو فردية المجموعات الكروموسومية haploidy .

فمن المعروف أن الخلية الجسدية تحتوى نواتها على مجموعة زوجية من الكروموسومات منتظمة فى أزواج متماثلة . على أنه توجد أنوثة محتوية على مجموعات متعددة من الكروموسومات فى حالات طبيعية ، وهو حالة التعدد الكرموسومى ؛ فإذا وجدث ثلاث مجموعات فردية تسمى ثلاثية المجمـــوعة الكروموسوميه triploidy ، أو رباعية tetroploidy ، أو خماسية pentaploidy وهكذا .

ب - زيادة كروموسوم واحد فى المجموعة وتسمى التعدد الكروموسومى polysomy (٤٧ كرموسوم فى الانسان) .

٣ - تغيرات تركيبية structural alterations نتيجة للعوامل الاتية :

أ- إعادة ترتيب الكروموسومات داخليا ، وهى الحالات المعروفة باسم الانقلاب inversion .

ب - إعادة ترتيب الكروموسومات فيما بينها ، وهى الانتقال translocation .

حـ - فقدان أو اكتساب قطع أو عقلات كرموسومية أى النقص deficiencies or deletions والمتضاعف duplication.

وعلى وجه العموم ، فإن لفظ **طفرة** mutation يعنى بصورة عامة أى تغير ثابت فى تركيب الخلايا الجرثومية ولا علاقة له بعملية توزيع العوامل الوراثية كما يحدث فى الحالات المندلية مثلا . وعلى هذا الاساس ، يمكن تقسيم الطفرات الى الأنواع الاتية :

١ - تغيرات جينية gene mutations

٢ - تغيرات كروموسومية عددية changes in chromosome numbers مؤدية إلى التضاعف الكروموسومى أو المجموعات الأحادية أو المجموعات غير متجانسة المجموعات الكرموتو،سومية . hetoeroploidy

٣ - تغيرات فى ترتيب المادة الكروماتينية

changes in the arrangement of chromatin

(اى القطع الكرموسومية) نتيجة الإنقلاب أو الإنتقال أو التضاعف .

على أن استخدام لفظ طفرة إما يشير فى مضمونه بصورة اساسية إلى تغيو جينى .

وقد تتسبب الطفرات فى حدوث تغيرات تتراوح فى مداها - تغيرات صغيرة جدا إلى تغيرات بعيدة المدى . ففى ذبابة الفاكهة - على سبيل المثال - قد تعمل إحدى الطفرات على حدوث تغير ضئيل فى لون الجسم (وهو عادة اللون الأحمر) ليصبح باهتا بصورة بسيطة ،

اوتفقد كل حبيباتها الصبغية وتصبح بيضاء اللون . ومعنى ذلك أن الطفرات الجينية قد تعمل على ظهور أنواع جديدة من الجينات . وعلى ذلك ، فإن عملية التطور قابلة للحدوث وذلك لأن الجين يمكن أن يتغير ويتكاثر فى صوره الجديدة . وقد يحدث أن يتغير الجين الطفرى الجديد ليعود الى حالتـــه العاديـــة الاصلية ، ويطلق عليه فى هذه الحالة الطفرة المنعكسة reverse mutation .

وبالنسبة لحالة التضاعف الكروموسومى polyploidy ، المعروف أنها تنشأ نتيجة لعدم مقدرة أو فشل الخلايا فى الوصول إلى مرحلة الإنقسام الكامل وتكوين خلايا بنوية مستقلة بعد أن تكون الكروموسومات قد انقسمت وتضاعفت وذلك بالتحديد أثناء تكوين الخلايا الجنسية .على أه فى بعض الحالات قد ينمو الفرد وخلاياه محتوية على مجموعات أحادية haploid sets من الكروموسومات وذلك مثل ذكور النحل .

ويمكن استحداث حالات التضاعف الكروموسومى صناعيا وذلك عن طريق استخدام درجات الحرارة غير العادية أو باستخدام بعض العقاقير مثل الكولشيسين colchincine وقد يؤدى ذلك أحيانا إلى ظهور تغيرات مورفولوجية أو فسيولوجية ، كماحدث فى بعض النباتات ذات القيمة التجاريه مثل ازدياد معدل فيتامين أ فى نبات الذرة ، وفيتامين ج فى الطماطم أو تكوين زهور اكبر حجما وبذور اكثرعددا اأو ارتفاع معدل الخصوبة وغيرها .

كذلك من المعلوم ان التغيرات التى تحدث فى خصائص فرد من الأفراد وتؤدى إلى ظهور نوع جديد إما نشأت اساسا فى الكروموسومات . فظهور خاصية جديدة إما ترجع اصلا إلى حدوث تغير فى اعداد الكروموسومات أو تركيبها ولكنها غالبا ما تكون نتيجة للطفرات الجينية gene mutations وفى النباتات ، ظهرت انواع جديدة نتيجة لحدوث التضاعف الكرموسومى ، أما بالنسبة للحيوان فإن العوامل الهامة فى ذلك المجال هى إعادة ترتيب التراكيب الكروموسومية ، وفى هذه الحالة تكون الطفرات الجينية أكثر هذه العوامل أهمية .

والمعروف أيضا أن الطفرات تؤثر فى جين واحد فقط فى الوقت الواحد ، وحيث أن الأنواع تختلف عن بعضها بالنسبة للعديد من الجينات ، فإن ذلك يعنى أن الأنواع الجديدة التى تنشأ امنا تكون نتيجـــة لحدوث العديـــد مـــن الطفرات ، وكل طفرة تؤثر فى خاصية أو اكثر .

وحيث أن تأثر الجين يتحدد ليس فقط حسب طبيعة الجين نفسه ، ولكن أيضا حسب انواع الجينات الموجودة فى الأماكن القريبه فى الكرموسومات ، فإن ذلك يعنى أن إعادة ترتيب التراكيب الكروموسومية قد يعمل على تغير وظائف العديد من الجينات .

وعلى ذلك ، فإنه إذا اريد الأبقاء على نوع معين ، فلابد من عزله جغرافيا أو منعه من التزاوج ،والتكاثر مع ألافراد الأصلية التى نشأ منها أو القريبة لها والا نشأت أنواع وسطية تتسبب فى عدم المحافظة على التميز والتخصص النوعى .