الأستاذ الدكتور
معاذ محي محمد شريف العبدلي

الوراثة السايتوبلازمية Cytoplasmic inheritance.

الوراثة اللانووية Extranuclear inheritance.

تحدثنا في المحاضرات السابقة عن أساليب توارث صفات معينة وربطناها بالنواة (الكروموسومات) لذلك فتوقعاتنا عن انتقال الصفة وظهورها في الافراد مرتبطة بمعرفتنا انعزال وتوزيع الكروموسومات، وهذه الحقيقة لا يمكن معارضتها لحد الان طالما تعد ان ال DNA هو المادة الوراثية الأساسية وان جميع الDNA متركز في الكروموسومات، حيث ان 99% من مجموع DNA موجود في الكروموسومات، ومن جهة أخرى فان DNA لا يستطيع تكون الصفات البايولوجية في غياب مكونات الخلية الأخرى، فوجد ان ال DNA لوحده لا ينتج كائن حي لأنه يعتمد على الوسط الذي يستطيع فيه اظهار عمله، ويشار هنا الى ان للبيئة تأثير كبير على التركيب الوراثي من اجل اظهار الطراز المظهري المعيني. ففي الخلية نفسها يوجد أحد المصادر البيئية المهمة وهي السايتوبلازم الذي يحيط مباشرة بالنواة، فالمحتويات السايتوبلازمية قد تختلف بين الافراد ولذلك نجد ان مفعول التركيب الوراثي في السايتوبلازم يختلف في مفعوله عند وجوده في سايتوبلازم اخر وهذا يتضح عن طريق التجارب فمثلا وجد ان الام التي تعطي البويضة هي تساهم بكمية من السايتوبلازم اكثر من كمية السايتوبلازم في الجين الذي يساهم به الاب.

لذا يمكن تعريف الوراثة السايتوبلازمية هي الوراثة التي تشمل الصفات التي تتأثر بأي جزء من الخلية عند النواة، وتلعب أجزاء الخلية الحية غير النواة دوراً كبيرا في التطور مثل وراثة المايتوكوندريا والبلاستيدات. والوراثة السايتوبلازمية احدى الظواهر المهمة في سلوك السايتوبلازم عملية تكوين الكميتات فالبيضة تحتوي كمية كبيرة من السايتوبلازم بينما الكميت الذكري هو عبارة عن نواة صغيرة مع جزء قليل جدا من السايتوبلازم لا يزيد عن 5% واكتشفت الوراثة السايتوبلازمية عن طريق اجراء التلقيحات العكسية والتي تكون نتائجها مختلفة وقد عللها العلماء الى انتقال بين الصفات عن طريق سايتوبلازم الام الى الفرد الناتج مثال على ذلك:

حلزون الماء Limenea لوحظ وجود نوعين من الالتفاف اما تتجه فتحة الالتفاف الى اليمين (حلزون يميني) وهذا سببه وجود الجين D، او ان تتجه فتحة الالتفاف الى اليسار (حلزون يساري) وينتج عن الحالة النقية للجين dd.

عند تزاوج هذين الصنفين لوحظ ان اتجاه فتحة الالتفاف دائما تحدد بالتركيب الوراثي للام مما يؤثر على النسب المندلية المتوقعة. حتى عندما يكون ذلك مختلفاً عن التركيب الوراثي للأبناء. لذلك فان التلقيح الذاتي للحلزون يميني الالتفاف الهجين دائما أبناء يمينية الالتفاف بضمنها الأبناء ذات التركيب الوراثي

dd والتي من المفروض ان تكون يسارية الالتفاف أي ان الحلزنة لا تتوقف على جينات الموقع نفسه بل تتوقف على جينات الام التي تتأثر بسايتوبلازم البيضة

ام يمينية DD × dd اب يساري

↓

يمينية Dd تلقيح ذاتي

D d × D d

↓

DD Dd Dd dd

جميعها يمينية الحلزون

مثال: أوضح العالم caspari تأثير الام في عثة الطحين ودرس صفتين هما لون الجسم ولون العيون لليرقات فتكون جسم اليرقات، واللون القهوائي الداكن للعينين سببها صبغة (كانيورينين) الموجودة في السايتوبلازم والناتج عن وجود الجين الحي A السائد على الاليل المتنحي a والذي يعمل على تكوين أي صفة، فعند تلقيح ذكر هجين Aa مع انثى متنحية aa نلاحظ نصف اليرقات تحتوي على الصبغة والنصف الاخر غير ملون كالاتي:

ذكر ملون Aa × aa انثى غير ملونة

↓

%50 ملون Aa aa %50 عديم اللون

أما عند اجراء التلقيح العكسي أي تزاوج ذكر aa مع انثى Aa نلاحظ ان النسل يكون جميعه ملون

انثى ملونة Aa × aa ذكر غير ملون

↓

Aa aa

جميعهم ملون

الأدلة على التوريث اللانووي:

1- ان اختلاف النتائج في التلقيحات العكسية Reciprocal crosses توضح الانحراف عن النموذج المندلي للجين المتحكم بصفة جسمية (وبعد استبعاد دور الارتباط) فان الاختلافات في نتائج التهجينات العكسية تشير الى ان أحد الآباء (وعادة الام) له تأثير أكبر من الاب الاخر على صفة معينة.

الأستاذ الدكتور
معاذ محي محمد شريف العبدلي

2- الكيميات الانثوية تحمل كمية أكبر من السايتوبلازم والمعطيات السايتوبلازمية مقارنة بالكميتات الذكرية ويتوقع ان تؤثر على الصفات غير المندلية.
3- تشغل الجينات النووية مواقع ثابتة في الكروموسومات ولها خرائط محددة تعين مواقعها بالنسبة للجينات الأخرى، ان توفر هذا النوع من المعلومات يمكن اثبات التوريث اللانووي.
4- يقترح من عدم ظهور الانعزالات المندلية المميزة التي تعتمد على دورة الكروموسومات في الانقسام المايوزي حالة تورث سايتوبلازمي.
5- التعويض التجريبي للانوية يمكن ان يوضح التأثير النسبي لكل من النواة والسايتوبلازم فتوريث الصفات دون جينات نووية يؤكد التوريث السايتوبلازمي.

مثال: في نباتات الذرة الصفراء إذا كان سبب الاختلاف في نتائج التضريب العكسي يعود الى اختلاف كميتات السايتوبلازم لكميتات الام والأب وهناك اعتقاد بوجود توريث سايتوبلازمي، ان مشاركة حبة اللقاح في سايتوبلازم الزايكوت قليلة جدا او معدومة حيث ان معظم السايتوبلازم تورث من خلال سايتوبلازم الام. ففي الذرة الصفراء توجد صفة الورقة المخططة.

P نبات ذات أوراق مخططة (ذكر) × نبات ذات أوراق خضراء (أنثى)

F1 جميع النباتات في الجيل الأول خضراء اللون.

التهجين المتعاكس P نبات ذات أوراق مخططة (أنثى) × نبات ذات أوراق خضراء (ذكر)

F1 نباتات خضراء الأوراق + نباتات مخططة الأوراق + نباتات بيضاء الأوراق بنسب متفاوتة.

الطفرات الوراثية Mutations:

من خلال الدراسات الوراثية ان كل نوع من الكائنات الحية متميزة بمجموعة كروموسومية كافة محدودة العدد. فالخلايا التناسلية اوالكميتات تكون أحادية المجموعة الكروموسومية Haploid أي 1n او monoploid وتدعى genome كما ان العدد الطبيعي للمجموعة الكروموسومية 2n للكائن الحي يعود لاتحاد كميتين لتكوين البيضة المخصبة وكذلك الخلايا الجسمية وتسمى ثنائية المجموعة الكروموسومية Diploid، وبذلك فان أي خطا يحدث في انقسام النواة فانه يعود الى شذوذ كروموسومي او ما يعرف بالطفرة Mutation ويحدث ذلك نتيجة التعرض لبعض المؤثرات الكيميائية والفيزيائية والتي تحد من العوامل المطفرة.

وتعرف الطفرة Mutation بانها التغيرات الحاصلة في المادة الوراثية نتيجة التعرض الى مؤثر معين، من الكائن الحي الذي يبدي شكلاً مظهرياً نتيجة الطفرة يسمى الطافر Mutant وبعبارة أخرى فان الطفرة هي تغير فجائي مستمر في التركيب الوراثي للكائن الحي ومتوارث عبر الأجيال ولا يشمل هذا التعريف الاتحادات الجديدة من العبور الوراثي. وتعد الطفرة مصدر أساسي للتغايرات الوراثية في الطبيعة وتوفر إمكانية التطور لأغراض التكيف مع التغيرات البيئية الجديدة.

تقسم الطفرات عموما الى قسمين:

1- الطفرات الطبيعية Natural or spotenous Mutations:

وهي طفرات تنتج طبيعياً دون تدخل الانسان، تكراراتها واطئة جداً، وأغلبها متنحية وغير مفيدة للمجتمع مثال عليها الطفرة التي حدثت في نبات الشعير.

2- الطفرات الصناعية Artifitial or Induced Mutations:

وهي الطفرات الناجمة عن استعمال مواد مطفرة Mutagenasis من قبل مربي النبات لغرض خلق تغايرات وراثية وانتخاب المفيد منها وذلك عن طريق استخدام المواد المطفرة. تكراراتها يتحكم بعددها مربي النبات، وغالباً ما تكون مفيدة للمجتمع وتحدث بتدخل الانسان.

إن الطفرات يمكن ان تكون على مستوى الكروموسومات وتسمى بالطفرات الكروموسومية أو ان تكون على مستوى الجينات (المستوى الجزيئي) وتسمى بالطفرات الجينية.

أولا/ الطفرات الكروموسومية وتشمل: -

1- الاختلاف في عدد الكروموسومات.
2- الاختلاف في حجم الكروموسومات.
3- الاختلافات او التغايرات البنائية للكروموسومات.
4- الاختلاف في شكل الكروموسومات.

ولأهمية التغيرات العددية البنائية للكروموسومات سوف نوضح هذين النوعين: -

تحتوي الكائنات الحية الثنائية المجموعة الكروموسومية Diploid على مجموعتين من الكروموسومات النظيرة أحدها قادم من الاب والآخر قادم من الام، وتشمل الاختلافات في عدد الكروموسومات ما يلي: -

الأستاذ الدكتور
معاذ محي محمد شريف العبدلي

أ - تعدد المجموعة الكروموسومية الكامل (الحقيقي) Euploidy وتشمل: -

1- احادي المجموعة الكروموسومية Monoploid. 1n: تكون شائعة في الاشنات وجميع الطحالب والفطريات وتمثل شذوذ عن الكائنات الراقية والافراد الحاملة لها تموت في بعض الحيوانات مثل النحل.

2- ثلاثية المجموعة الكروموسومية Triploid: 3n: وهي حالة نادرة الحدوث في البيعة ويمكن ان تنتج من اتحاد كميت احادي المجموعة الكروموسومية 1n مع كميت ثنائي المجموعة الكروموسومية 2n وتكون افرادها عقيمة ومنها الرقي الثلاثي.

3- رباعية المجموعة الكروموسومية Tetraploid: 4n: وهي حالة نادرة في الحيوانات وشائعة في النباتات فالنباتات رباعية المجموعة 4n قادرة على انتاج كميتات تحمل كل منها 2n وبعد التلقيح ينتج عنها افراد رباعية الكروموسومات ومثال على ذلك قصب السكر والشعير والحنطة.

4- التعدد المجموعي Polyploid: - وتشمل الاحياء التي تحتوي أكثر من أربع مجاميع كروموسومية وهي قليلة في الطبيعة وخاصة في الحيوانات لكنها موجودة في النباتات مثل حنطة الخبز 6n والشليك 8n.

وترجع حالات التعدد الكروموسومي المختلفة الى سبب أو أكثر من الأسباب التالية: -

1- عدم انقسام السايتوبلازم بعد إتمام عملية انقسام الكروموسومات اثناء الانقسام الخلوي سواء الانقسام الاعتيادي او الاختزالي.

2- عدم انشطار يؤدي الى عدم انفصال الكروموسومات في الدور الانفصالي وإذا حدث ذلك في الانقسام الاختزالي فينتج عنها كميتات 2n.

3- عدم تكوين المغزل يؤدي الى عدم توزيع الكروموسومات المتضاعفة الى قطبي الخلية.

ب - التعدد الكروموسومي غير الكامل Aneuploidy:

هي الاختلافات الكروموسومية التي لا تشمل المجموعة الكروموسومية الكاملة بل زيادة او فقدان بعض الكروموسومات في بعض الأزواج الكروموسومية المتناظرة ويعود سبب ذلك الى: -

1- اتحاد كميتات غير متوازنة الكروموسومات مع بعضها لأي نوع من الأنواع.

2- فقد أو زيادة كروموسوم واحد أو أكثر من أحد الخلايا نتيجة عدم انتظام الدور الانفصالي في الانقسام الاختزالي.

تكون الافراد ذات العدد الكروموسومي غير الكامل قليلة الانتشار وذو حيوية واطئة وعدم القدرة على العيش والتناسل بصورة طبيعية وتنقسم هذه المجموعة الى:

الأستاذ الدكتور
معاذ محي محمد شريف العبدلي

1- باتجاه الزيادة Hyperploids وتشمل:

1. ثلاثية المجموعة الكروموسومية Trisomic (2n+1) AA BB CCC
2. ثلاثية ثلاثية المجموعة الكروموسومية Double trisomic (2n +1+1) AA BB CCC
3. رباعية المجموعة الكروموسومية Tetrasomic (2n+2) AA BB CCCC
4. خماسية المجموعة الكروموسومية Pentasomic (2n+3) AA BB CCCCC

2- باتجاه النقصان Hyposomic وتشمل: -

1. أحادية الكروموسوم: Monosomic (2n-1) AA BB C-
2. غائبة الزوج الكروموسومي Nullisomic (2n-2) AA BB ..
3. ثنائية أحادية الكروموسوم Double monosomic (2n-1-1) AA.B. C.

* التغيرات أو الاختلافات البنائية للكروموسومات: -

الأستاذ الدكتور
معاذ محي محمد شريف العبدلي

ومن أهم هذه التغايرات ما يأتي : -

1- النقص Deficiency (Deletion) وهي الحالة التي يفقد فيها جزء من الكروموسوم الذي يحمل جين مفرد أو عدة جينات وقد يكون طرفي أو وسطي.
2- التكرار أو الإضافة Duplication (Addition). وهي حالة إضافة قطعة زائدة من الكروموسوم تحمل جين واحد أو اكثر الى كروموسوم آخر وقد تكون الإضافة طرفية أو وسطية.
3- الانقلاب Inversion. وهو عبارة عن انقلاب قطعة من الكروموسوم فيها مجموعة من الجينات وتغير اتجاهها بمقدار 180° أي ينعكس تأثيرها وذلك لانكسار ثم التاحمه مرة أخرى.
4- الانتقالات Translocation

وهي عبارة عن تبادل أجزاء كروموسومية قد تكون متساوية الطول او غير متساوية للكروموسومات غير المتناظرة وهي على نوعين أ- الانتقال البسيط، ب - الانتقال المتبادل.

ثانياً/ الطفرات الجينية أو النقطية: -

هي طفرات تحدث على مستوى الجين والذي هو عبارة عن تتابع من النيوكلوتيدات في DNA وهي عدة أنواع:

1- طفرات الحذف: وتحدث عندما يحدث حذف زوج من القواعد النتروجينية او أكثر للجين.

2- طفرات الغرس او الحشر insertion mutations تحدث عندما يتم حشر زوج قواعد جديدة او ازواج من القواعد النتروجينية للجين.

3- طفرات الاستبدال substitution Mutations. تحدث نتيجة إستبدال قواعد نايتروجينية ببعضها ويكون الاستبدال على نوعين:

أ - استبدال مماثل: استبدال قاعدة من نوع بيورين بأخرى بيورين G ↔ A أو قاعدة بريميدين بأخرى بريميدين T ↔ C .

ب - استبدال غير مماثل: وهي استبدال قاعدة نايتروجينية نوع بيورين بأخرى بريميدينأو العكس.

الأستاذ الدكتور
معاذ محي محمد شريف العبدلي