University of Tikrit
College of Education for Women
Biology Department

جـامعة تكـريـت
كليـــة التـــربيـة للـبنات
قسـم علـوم الحـياة

الوراثة السايتوبلازمية Cytoplasmic Inheritance

أظهرت تقارير بحثية عديدة متفرقة - خلال تاريخ الوراثة الطويل وجود انحراف واضح عن قوانين الوراثة المندلية، خاصة المبدأ القائل يقوم النمط الوراثي بإنتاج النمط المظهري Genotype produces phenotype. إذ أن التقارير أوضحت وجود تأثير خارجي يؤثر على النمط المظري للأجيال الناتجة، وقد تم في الماضي إهمال هذه التقارير التي بدأت بالظهور منذ عام 1905، ولكن الفهم العميق للوراثة الجزيئية واكتشاف DNA المايتوكندريا والبلاستيدة ، أدى بالعلماء إلى إعادة دراسة هذه التقارير والكشف بواستطها عن أحد مميزات وراثة الكائن الحي، وتم إطلاق اسم الوراثة السايتوبلازمية، أو الوراثة اللامندلية، أو الوراثة اللاكروموسومية Non- ، Cytoplasmic or Men-Mendelinan or Extrachromosomal Inheritance" على ذلك النوع من الوراثة الذي تنحرف أنماطه المظهرية انحرافاً واضحاً عن الوراثة المندلية، مما يؤدي إلى تأثر الأنماط الوراثية تأثراً خارجياً غير مندلي.

هناك ثلاثة أنواع من المؤثرات التي تؤثر على النمط المظهري للكائن الحي في الوراثة السايتوبلازمية وهي:-

1. التأثير الأمي الناتج عن تأثير نواتج الجينات النووية المخزونة في سايتوبلازم البيضة المخصبة خلال فترة النمو الأولى.
2. التأثير الناتج عن وجود الحوامض النووية في المايتوكوندريا والبلاستيدات.
3. التأثير الناتج عن وجود تعايش سلمي بين بعض الأحياء المجهرية والخلايا حقيقية النواة.

1- التأثير الأمي Maternal Influence

يقصد بالتأثير الأمي أن النمط المظهري للجنين يتأثر بالنمط الوراثي للأم فقط وليس الأب مما يشكل انحرافاً عن قوانين الوراثة المندلية التي يكن فيها تأثير الأب مساوياً لتأثيرالأم، ويمكن تفسير التأثير الأمي، بحدوث عملية خزن لعدد من النواتج الجينية في سايتوبلازم البيضة التي ستؤثر على الطراز المظهري للجنين بعد عملية الإخصاب، ويمكن إعطاء ثلاث أمثلة عن التأثير الأمي وهي كما يأتي:-

(1) العين الحمراء في عث الطحين Red eye in Ephestia

يكون ليرقة حشرة عث الطحين Ephestia kuchniella من النوع البري Wild type جلد منقط وعيون رمادية، بينما يكون ليرقة الحشرة الطافرة mutant جلد قليل النقاط وعيون حمراء.

عند تضريب ذكر رمادي العين سائد الصفة هجين بأنثى حمراء العين متنحية الصفة فإن نسبة العيون الرمادية إلى الحمر ستكون 1 : 1 نسبة مندلية، ولكن عند تضريب ذكر أحمر العين بأنثى رمادية العين هجينة، فإن جميع أفراد الجيل الأول سيكونون حمر العيون - علماً أن صفة العين محمولة على كروموسوم جسمي وليس جنسي، وكما يلي:-

ذكر رمادي العين x أنثى حمراء العين

P1 aa Aa

F1 Aa aa

إناث وذكور رمادية العين إناث و ذكور حمر العين

ذكر احمرالعين x أنثى رمادية العين

P1 Aa aa

F1 Aa aa

إناث و ذكور رمادية العين

والتفسير لهذه الظاهرة كما يأتي:-

يسبب الجين السائد A تكون الصبغة الرمادية أو إنزيم الصبغة المسؤولة عن لون العين في سايتوبلازم البيضة، ولهذا فإن بيوض الجيل الحامل للنمط الوراثي (aa) والذي أمه تحمل(Aa) تحوي كمية كافية من الصبغة بحيث يكون لون عيونها رمادياً، ولكن وباستمرار نمو البرقة إلى حشرة كاملة - يتم تخفيف هذه الصبغة، ولهذا يتحول لون عين الحشرة البالغة aa من الرمادي إلى الأحمر.

(2) حلزونة القوقع Limnaea coiling

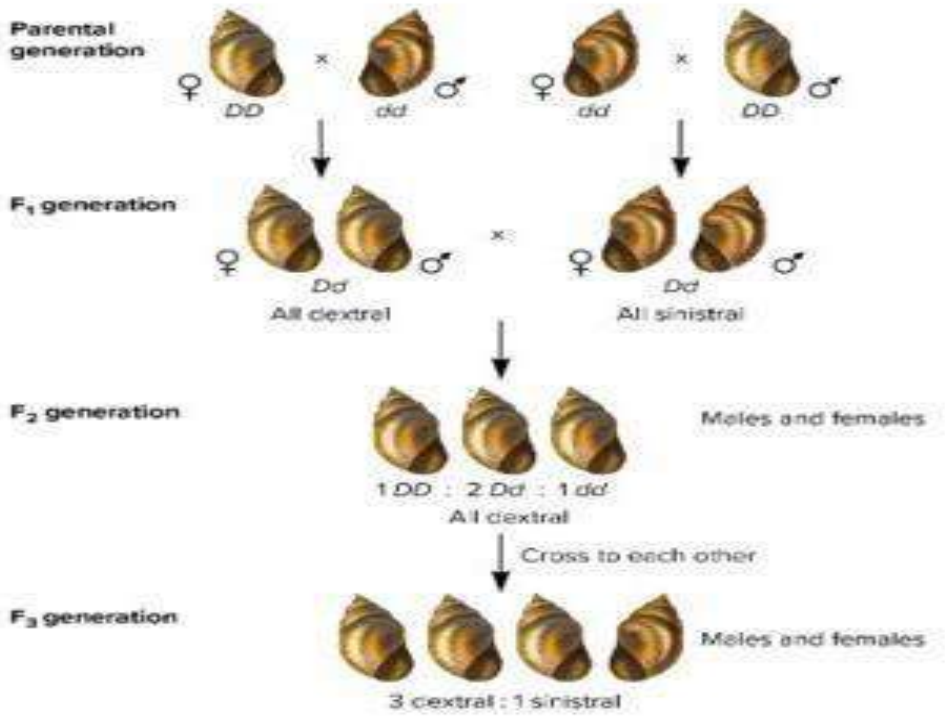
تمثل حلزنة صدفة القوقع Limnaea peregra تأثيراً أمومياً دائماً على الحيوان، حديث تؤثر الأم على اتجاه تحلزن الصدفة إلى اليمين (باتجاه عقرب الساعة Dextral) وبحيث لتكون الفتحة التي يخرج منها الحيوان إلى اليسار، أو تؤثر الأم في حلزونة الصدفة إلى اليسار (عكس اتجاه عقرب الساعة sinistral) وبحيث تصبح الفتحة التي يخرج منها الحيوان إلى اليمين.

يعتمد اتجاه حلزنة صدفة القوقع- واعتماداً على معظم الأبحاث على اتجاه وشكل المغزل في أول انقسام اختزالي بعد الإخصاب، علماً أن الحلزنة باتجاه اليمين سائدة على الحلزنة باتجاه اليسار(D يسود على S)

يتأثر شكل واتجاه المغزل في البيضة المخصبة بنواتج جينات البيض المخزونة في السايتوبلازم، ولكن لا تزال الأبحاث العلمية الوراثية قاصرة عن فهم نوع الجينات التي تسبب حلزنة القوقع.

يحمل الأليل السائد D اتجاه يمينيا ويحمل الأليل المتنحي S اتجاه يسارياً . عند تهجين إناث يمينية مع ذكور يسارية كانت جميع أفراد الجيل الأول الناتجة ذات حلزون يميني . أما الجيل الثاني فكان كله يمينياً بما في ذلك الأفراد ذات التركيب الوراثي المتنحي SS (من المفروض أن تكون يسارية) وذلك تحت تأثير الأم أثبتت الدراسات المتقدمة الحلزنة القواقع بأن اتجاه المغزل الذي يتكون في الطور الاستوائي للانقسام الأول للزيجوت يؤثر كثيراً على اتجاه الحلزون. ففي القواقع اليسارية الحلزون يكون اتجاه المغزل جهة اليسار أما في الحلزون اليميني يكون اتجاه خطوط المغزل جهة اليمين . ونظام اتجاه المغزل الذي يؤثر على الانقسامات التالية للزيجوت ثم في اتجاه الحلزنة إنما يحكم بجينات الأم .

يتم تضريب القوقع تضريباً ذاتياً لكونه خنثى، ولكن في حالة تضريب خارجي لقوقع يميني التحلزن مع توقع يساري التحلزن، فإن أفراد الجيل الأول ستشابه في تحلزنها «الأم» التي أتت منها البيوض - انحراف عن النسبة المندلية، ولكن نسبة أفراد الجيل الثاني الناتجة من التلقيح الذاتي لأفراد الجيل الأول ستكون نسبة مندلية (1:3) كما في شكل .



(3) أجنة ذبابة الفاكهة Drosophilla Embryogenesis

يؤدي انعدام جين معين أو نواتجه في ذبابة الفاكهة إلى تأثير مميت بعد الإخصاب وهو جين متصل بالجنس متنحي يدعى fu (fused) المسبب لعقم جزئي واتحاد شريانين رئيسين في جناح الذبابة معاً.

A

P1 fu/fu X fu/1

انثى متنحية ذكر متنحي

F1 fu/fu fu/1

انثى تموت ذكر يموت

B

P1 fu/+ X fu/1

أنثى طبيعية ذكر متنحي

F1 fu/fu fu/1

انثى تعيش ذكر يعيش

\+ +

Fu/+ +/1

أنثى تعيش ذكر يعيش

C

P1 fu/fu X +/1

انثى متنحية ذكر طبيعي

F1 fu/+ fu/1

انثى تعيش ذكرتموت

والتفسير المنطقي الوحيد عند المقارنة بين الذكر full الناتج من A (يموت) والناتج من B (يعيش) والناتج من C (يموت)، وكذلك عند المقارنة بين الأنثى fu/fu الناتج من A (تموت) وتلك الناتجة من B (تعيش)، وبأن وجود اليل سائد في الأم، سيؤدي إلى إنتاج نوع من الإنزيمات أو البروتينات التي سيتم خزنها في البيضة مما يمنح الجنين حماية من الموت ويؤدي به إلى النمو الكامل رغم عدم احتواءه (أو فقدانه) الجين السائد.

2- وراثة العضيات Organelle Heredity

يحتوي سيتوبلازم معظم الكائنات حقيقية النواة مكونات تدعى الميتوكندريا (الميتوكوندريا) mitochondria وفيها تستخلص الطاقة energy من جزيئات الغذاء وتخزن لتستخدم في الخلية على هيئة ثالث فسفات الأدينوزين triphosphate (ATP) adenosine حين الحاجة. تحتوي الميتوكندريا على جزيئات دنا خاصة بها، ويدعى دنا الميتوكندريا mitochondrial DNA mtDNA، وهذه تحتوي على عدد قليل من المورثات الخاصة باستقلاب الطاقة (إضافة إلى ما هو موجود منها في الكروموسومات) إضافة إلى الميتوكندريا تحتوي الخلايا النباتية أيضاً على مكونات تدعى صانعات حضراء (كلوروبلاست) Chloroplasts، يحدث فيها التركيب الضوئي photosynthesis. وهذه المكونات حتوي أيضاً على جزيئات DNA تدعى دنا الكلوروبلاست cpDNA chloroplast ، وهذا DNA يحتوي على مورثات ترمز لبعض البروتينات اللازمة للتركيب الصوتي.

هذه حوامض نووية في المايتوكوندريا والكلوروبلاست مستقلة في أنماطها الوراثية عن النمط الوراثي لـ DNA النواة، وتحوي العديد من البكتريا على DNA في البلازميدات والمستقلة وراثياً عن النمط الوراثي لكروموسوم البكتريا، وهذه الحوامض النووية تؤثر - بصورة أو بأخرى أحياناً على النمط المظهري للكائن الحي،

عموماً فأن حقيقة وجود كميات من الحامض النووي DNA بالبلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا تعتبر مؤشراً إلى إمكانية وجود كميات من DNA في بعض عضيات السيتوبلازم الأخرى غير أن البراهين المتوافرة حتى الآن لا تؤيد ذلك.

ويمكن إعطاء ثلاثة أمثلة عن ذلك، وهي فيما يأتي:-

(1) تأثير الكلوروبلاست على نبات الذرة الصفراء Chloroplast influence on Maize

توجد ثلاثة أنماط مظهرية في نبات الذرة الصفراء تحمل أوراقاً خضر ومبرقشة وبيض على التوالي، ويتم التأثير على وراثة الأنماط المظهرية من قبل:-

(1) الحامض النووي معدوم الأوكسجين Ch1 DNA في الكلوروبلاست.

(2) جين نووي يقع في المجموعة الارتباطية السابقة يدعى iojap (ij) .

يتم إنتاج كامل نباتات الجيل الأول الحاملة لأوراق خضر اللون عند تضريب أنثى حاملة الأوراق خضر مع ذكر حامل الأوراق مبرقشة، ولكن يتم إنتاج الأنماط الظاهرية الثلاثة خضر ومبرقشة وبيض عند تضريب أنثى مبرقشة مع ذكر أخضر .

لا يمكن تفسير هذه الظاهرة إلا من خلال تأثير DNA الكلوروبلاست على البيضة قبل إخصابها. ولكن موت بعض النباتات البيض الناتجة من تضريب الذكر الأخضر والأنثى المبرقشة لا يمكن تفسيره إلا من خلال وجود تأثير جيني آخر، يعتقد الكثير أنه تأثير الجين ij الموجود في النواة.