

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية والشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا للأساتذة

قسم العلوم الطبيعية

مقرر علم الوراثة

السنة الثانية

من طرف

كنتوش إلهام

2008/2007

المقدمة:

كل كائن حي ناتجة للتفاعلات بين إمكانياته الوراثية الذي يعطيه إياها أبويه والوسط الذي يعيش فيه ويمكنه من إبراز هذه القدرات .

علم الوراثة يعرف على أساس علم وراثه الصفات ولكن كذلك علم التنوع والاختلاف.

في وسط القرن 19 ميلادي غريغور مندل (1822-1884) كان أول من طرح تجريا طبيعة المادة الوراثية وهي مكونة من محددات مستقلة عن بعضها البعض , وأوضح ذلك في عام 1866 من خلال التجارب التي قام بيها على بذور: *Pisum sativum* , لكن كما هو معروف فإن أعمال مندل لم تلقى أي صدى واستوجب الحال انتظار 34 سنة وعم 1900 لكي العلماء De Vries , Correns , Von Tschermak يكشفون القوانين الأولية لعلم الوراثة .

وهذه الأعمال تلتها أعمال أخري بنفس الأهمية وهي مثلا اكتشاف الصبغيات و الانقسام الميوزي : (1902 Boveri و Sutton) ومفهوم المورثات من طرف Johansen وكلمة علم الوراثة أو Génétique من طرف Batesonsk, في عام 1906

ومن تم أخذ علم الوراثة في التقدم ومن اهتمام العلماء حيث العالم Morgan في سنة 1910 أكد أن المورثات محمولة على الصبغيات من خلال أعماله على ذبابة الخل : *Drosophila mélanogaster* . اكتشاف المورثات فتح مجال

الاهتمام بطريقة عملها وطبيعتها الكيميائية و علاقتها في تكوين البروتينات وأنزيمات فنذكر أعمال الباحث Avery McLeod, mcCarty و Cuénot و Garrod في سنة 1910 و Feulgen في عام 1924 ثم أعمال Crick و Watson والذان ارتبطا اسمهما في تشخيص المادة الوراثية . ولا يمكن أن لا نذكر العالمين ADN والكلمات التي يتمتع بيها هذا الجزئي : التضاعف الذاتي وكونه قاسم مشترك بين كل الكائنات الحية وها بفضل اكتشاف الشفرة الوراثية التي هي عبارة على تسلسل بين ثلاثة قواعد (رامزة) وتحويلها في المرحلة الأولى إلى جزئ آخر لا يقل أهمية : ARN ثم في مرحلة ثانية إلى حمض أميني من بين العشرون (20) الذين يكونون سلسلة ببتيدية أو البروتين:

أعمال الباحثون : Nirenberg, Matthaei, Ochoa في سنة 1960 و Jacob و Manod في سنة 1965 و كما هو موضح فإن علم الوراثة في تقدم مستمر وحاليا الاهتمام الأساسي هو استغلال فكرة أحادية المادة الوراثية بين كل الكائنات الحية في الهندسة الوراثية و المجالات العدة التي يمكن تتجاوز فيها الاهتمام الأولي للبحث الأساسي إلى التطبيقات العدة التي تقام أمام الإنسانية .

التكاثر الجنسي

قوانين مندل تبين طريقة انتقال الصفات الوراثية عبر الأجيال عند الأفراد التي تتكاثر جنسيا. هذا النوع من التكاثر الذي يستعمل آليتين متكاملتين وهي: الانقسام المنصف واللقاح يسمح

- انتقال المادة الوراثية عبر الأجيال

- مزج المعلومات الوراثية الخاصة بالفردين الذين تكاثرا جنسيا .

1- الأعراس:

في أصل كل كائن متعدد الخلايا توجد خلية واحدة هي البيضة الملقحة أو الزيجوت .

الزيجوت يكون دوما ثنائي الصيغة الصبغية : $2n$ بمعنى يحتوي على مجموعتين من الصبغيات : مجموعة أحادية n من الصبغيات التي تحمل معلومات من أصل أمومي و مجموعة أحادية n من الصبغيات التي تحمل المعلومات من أصل أبوي. المجموعتان تجمعتا عند اللقاح.

انطلاقا من هذه الخلية الأولى عدة انقسامات متتالية تؤدي إلى تكوين فرد متعدد الخلايا

هناك سلسلتين من الخلايا تتعايش ضمن العضوية: سلسلة الخلايا الجسمية وسلسلة الخلايا الجنسية. خلايا السلسلة الجسمية تبقى ثنائية الصيغة الصبغية وتكون مختلف الأنسجة والأعضاء . بينما خلايا سلسلة الجنسية تتواجد في المناسل أو الغدد الجنسية : المبايض عند الإناث و الخصية عند الذكور .

في بداية التطور هذه الخلايا تكون ثنائية الصيغة الصبغية : $2n$ ولكنها تدخل في عملية انقسام خلوي يؤدي إلى تكوين خلايا أحادية n أو الأمشاج أو الأعراس .

الأعراس تحتوي على مجموعة أحادية n من الصبغيات .

- الأعراس الناتجة من طرف فرد ذكري هي الحيوانات المنوية أو الأمشاج أو الأعراس الذكرية .

- الأعراس الناتجة من طرف فرد الأنثوي هي: البويضات أو الأعراس الأنثوية

- الآلية البيولوجية التي تؤدي إلى تكوين الأعراس الأحادية انطلاقا من خلايا ثنائية من سلسلة الخلايا الجسمية تسمى الميوزي أو الانقسام المنصف.

لكن لفهم قوانين مندل يجب أولا التطلع على إنقسام الخلايا وعلى المراحل التي تسبق وتمهد لهذه الانقسامات وهي تضاعف المادة الوراثية.

الانقسام المنصف أو الميوزي

الخلية من سلسلة الخلايا الجنسية التي ستقسم ميوزيا تحتوي على مجموعتين متمثلتين من الصبغيات : مجموعة من n صبغي من أصل أبوي و مجموعة من n صبغي من أصل أمومي . كل صبغي يحمل كروماتيدين . والكروماتيدين تحتوي كل واحدة على مجموعة من المعلومات الوراثية المتماثلة . الميوزي يحصل من خلال انقسامين متتاليين .

يلاحظ بالنسبة للانقسام الخلية نوعان:

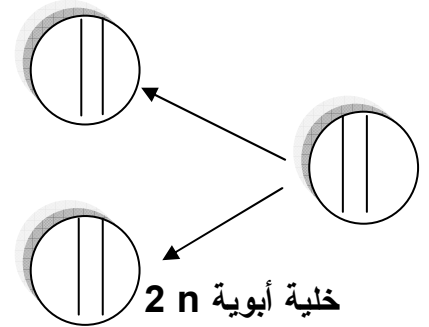
- انقسام مباشر: لا خيطي Amitoses يحصل في الكائنات الحية الدنيا حيث لا يتشكل خيوط المغزل .
- انقسام غير مباشر: ميتوز Mitose أو خيطي : أو متساوي

الانقسام الميوزي

اكتشفت من طرف Fleming عام 1879 حيث لاحظ تحت المجهر (في خلايا المنوية) : نواة . والانقسام الميوزي حسب Fleming هو عملية تتدرج بالخلية حتى تنقسم إلى خليتين بنتين تشتمل كل منهما على نفس العدد من الصبغيات الموجودة في الخلية الأبوية على الشكل التالي :

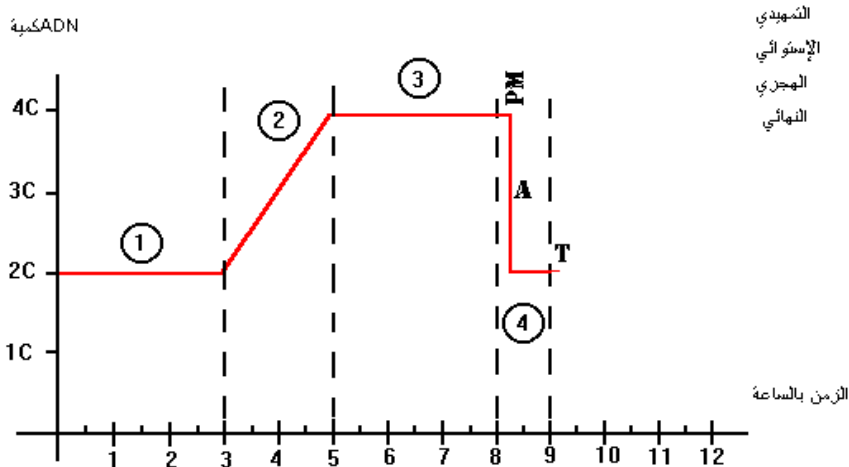
الشكل رقم 1 : الإنقسام الميوزي

خليتين بنتين $2n$



-لاحظ Fleming حلفتين من الأحداث تتابع بتوقيت واحد, إحداها تشمل النواة و الثانية تشمل السيتوبلازم . الصبغيات تبدأ تضاعفها في مرحلة معينة من حياة الخلية وتسبق الميوزي ويطلق عليها باسم المرحلة " S " أي مرحلة اصطناع ADN وهي الرقم 2 في الشكل المرحلة التي تسبق المرحلة " S " تدعى مرحلة الفوضى: G_1 : وهي مرحلة بينية وكانت تدعى مرحلة الراحة سابقا لكن الآن تعرف على أنها مهمة, حيث يتم التجهيز لاصطناع الADN: رقم 1 في الشكل G_2 : مرحلة التجهيز الميوزي رقم 3 كما هو موضح في الشكل التالي :

الشكل رقم 2 : يبين المرحلة البينية وتضاعف المادة الوراثية

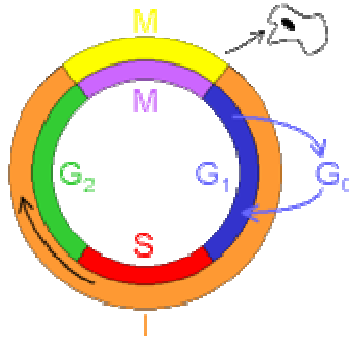


الشمودي
الإسوائي
الهجري
النهائي

- ① خلية ثنائية الصبغيات وثنائية الكروماتيدات
② التضاعف = ADN تركيب
③ خلية ثنائية الصبغيات ب2ن صبغية وثنائية الكروماتيدات

- ميوزي : إنتقال إلى خلية بنفس الصبغة الصبغية : 2ن
④ وثنائية الكروماتيدات

والشكل التالي يلخص ما سبق :



بالتالي يسبق المیتوز المرحلة البينية: **Interphase: I** باللون البرتقالي وتتضمن **M = G2+S+G1**

أما المیتوز يشتمل على المراحل الأربعة التالية: **M** باللون البنفسجي والأصفر

م 1- بروفاز : مرحلة تحفيزية **P**

م 2- أنافاز مرحلة انفصالية **A**

م 3- ميتافاز مرحلة إستوائية **M**

م 4 تيلوفاز : مرحلة نهائية **T**

الشرح: لا يلاحظ في الطور البيني أي تغير في الخلية ما عدى ظهور الجسيم المركزي.

في المرحلة البينية: الجسيم المركزي ينشطر إلى اثنين , إخفاء النوية , وضوح الصبغيات لأن النوية

تفتت وتذهب المادة الوراثية إلى الصبغيات . بالتالي تتكاثف الصبغيات فتبدو واضحة المعالم.

في المرحلة التحضيرية المتوسطة هجرة الجسيمين المركزية و ظهور الأشعة الكوكبية , زوال الغشاء

النوي , انشطار القطعة المتوسطة .

في المرحلة التحضيرية المتأخرة : ظهور خيوط المغزل وهي ليست إلا من مادة نووية تخرج من النوية

بعد تلاشي الغشاء النووي .

تلخيص :

I- المرحلة البينية

1- تؤدي الخلية وظائفها بنشاط

2- تتميز بعدم وضوح شخصية الصبغيات بخيوط رافعة

3- لا يظهر في الخلية أي تغير عدى تكوين الجسيم المركزي

II - المرحلة التحضيرية: 30د ← 60 د

1- انقسام الجسيم المركزي

2- وضوح الصبغيات كخيوط رافعة

3- انفصال الجسيمان المركزيان وابتعادهما تدريجيا وظهور حولها أشعة تعرف بالنجم: **Aster**

4- إيضاح شخصية الصبغيات (تقصر وتغلط) وفي بعض الخلايا يظهر كل صبغي مكونا من خيطيين

متجاورتين : كروما تدين لهما مركز واحد ، ونلاحظ أيضا تفتت النوية

زوال الغشاء النووي تدريجيا

5- تشكل المغزل الذي يصل بين المركزين

III - المرحلة الاستوائية: 2د ← 10 د

1- ترتب الصبغيات نفسها في الصفيحة استوائية

2- وضوح إن شطار الصبغيات فكل صبغي من نصفين يدعى كل منها: كروماتيد أو صبغي.

IV - المرحلة الانفصالية 3 د ← 15د

- انقسام كل قطعة مركزية إلى قطعتين تدعى كل منها باسم الإتصال المغزلي للكروماتيدات وابتعادهما عن بعضها كل واحد إلى قطب

V -- المرحلة النهائية 30 د

1- ابتعاد الصبغيات عن بعضها

2- اختفاء خيوط المغزل تدريجيا

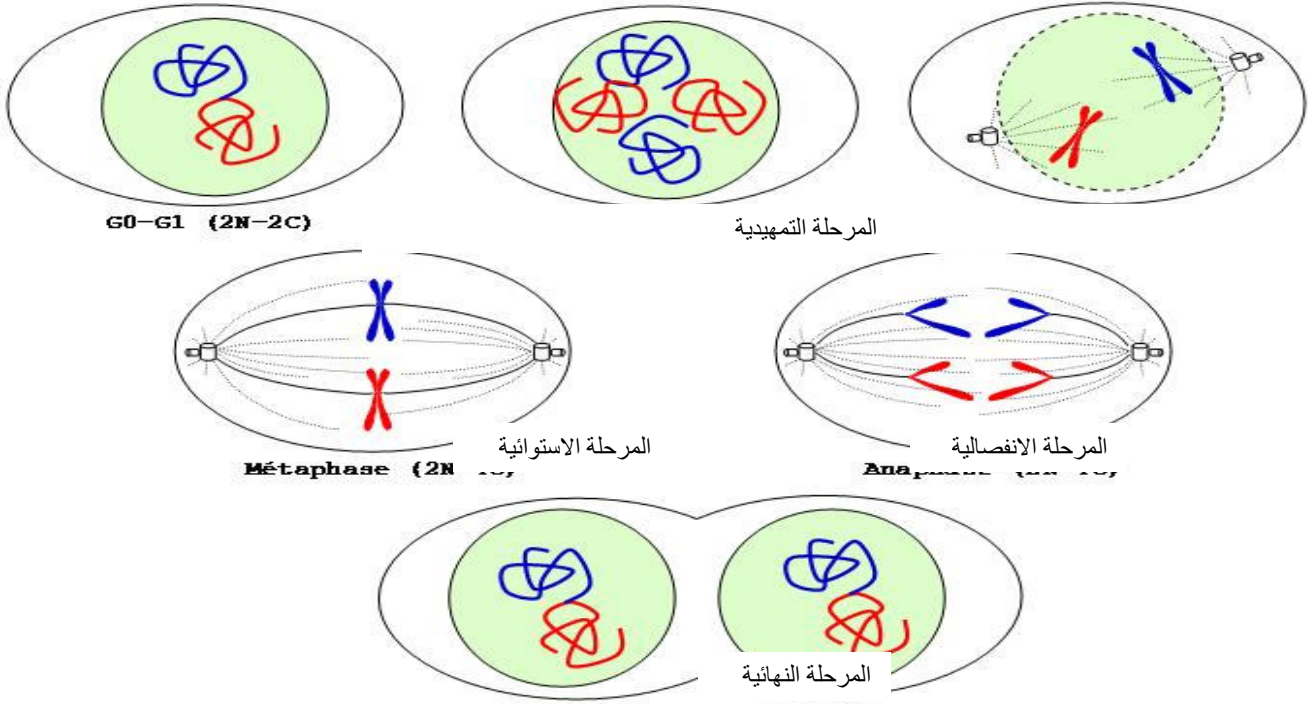
3- ظهور اختناق في السيتوبلازم

4- تشكل غشاء نواري حول الصبغيات

5- ظهور النوية وإتمام انقسام السيتوبلازم وفقدان الصبغيات لوضوحها وشخصيتهما ، ودخول الخلية في المرحلة البينية .

ملاحظة: أهم التغيرات تحدث للصبغيات غير واضحة في المرحلة البينية . المرحلة التحضيرية تصلها الأحماض النووية فيشتد تلونها بلإصطباغ الأساسية. التي تتجمع لتكون النوية من جديد. واحد مظاهر الانقسام الخيطي هو : انشطار كل صبغي إلى كروماتيدين ليصبح كل منهما " صبغي " . لأن وظيفة الميتوز هي بناء نسخة دقيقة من كل صبغي ثم من خلال انقسام الخلية الأم تتوزع مجموعة مطابقة من الصبغيات لكل من الخليتين البنت.

ولم كانت الصبغيات هي حاملة المورثات فإن انشطارها الطولي يحقق تنصيف المورثات فتتوزع هذه على الخليتين البنتين توزيعا متساويا.فتتساوى جميع خلايا الجسم ، كونها تحمل صفات وراثية متماثلة تماثلا تاما ، وهكذا فلانقسام الخيطي يعتبر عاملا أساسيا في معجزة النمو

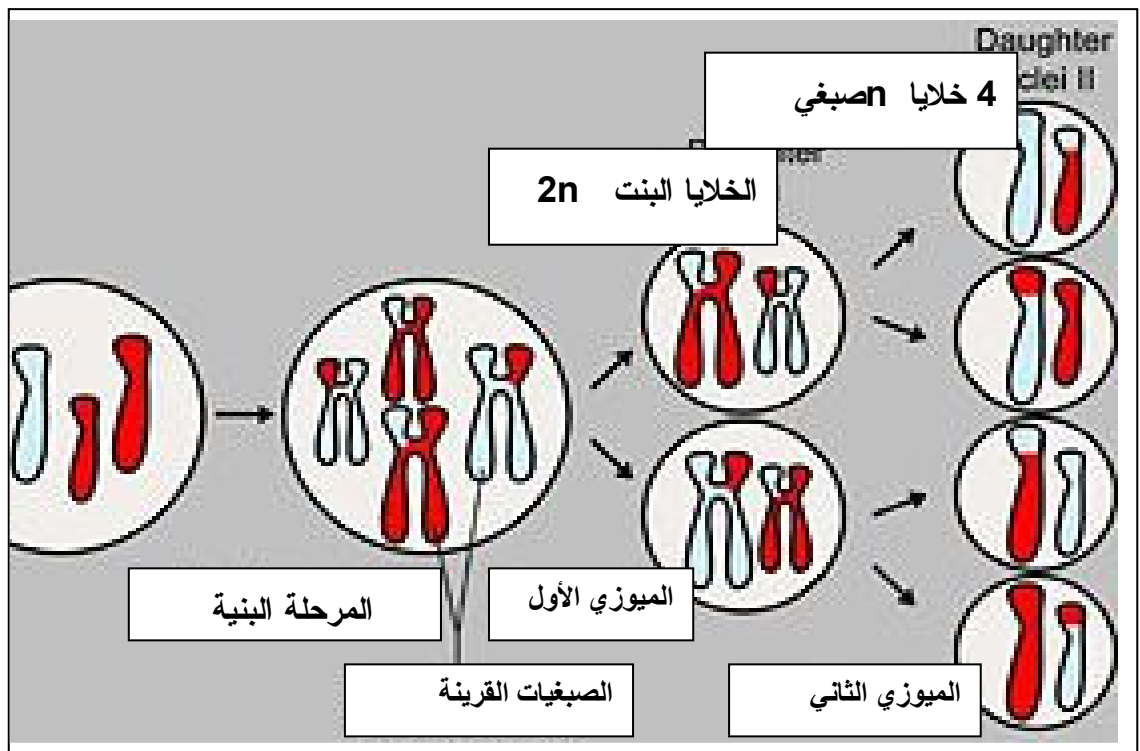


الشكل رقم 3 : المراحل المختلفة للانقسام الميتوزي الخيطي للخلية الحيوانية

الانقسام المصنف : الميوزي

إدوار فان جادن : سنة 1885م . قال عن الخلايا الجنسية (الأعراس : الأمشاج) تحمل عدد الصبغيات الطبيعية $2n$: عندما تكون في حالة خمول (غير تامة النمو , غير قادرة على إنتاج حياة جديدة) وقبل بلوغها ومرحلة النضج تمر في عملية تدعى :

الانقسام الاختزالي أو الميوزي الأول وعندما تتم هذه العملية يختزل عدد الصبغيات إلى النصف في الخلية الجنسية عكس عما هو عليه في الخلايا الجسمية.



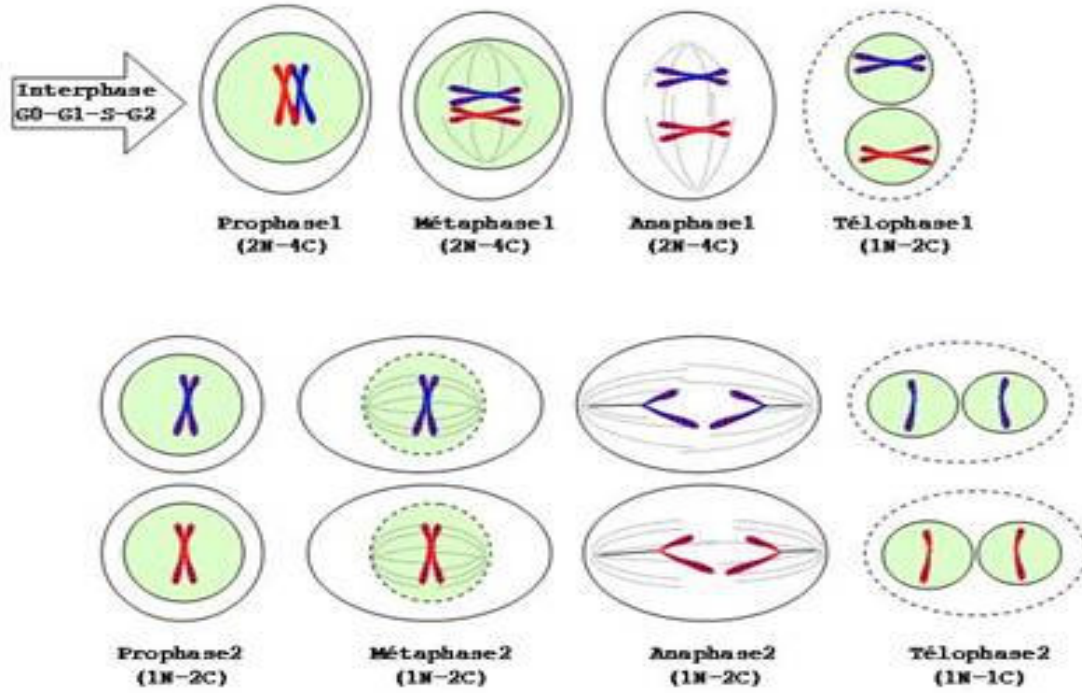
الشكل رقم 4 : الانقسام الميوزي يتكون من عمليتين متتاليتين

المراحل المختلفة التي تحدث في الإنقسام الميوزي .

الانقسام الأول: بالمراحل الأربعة PMAT : التمهيدي والاستوائي والهجري بصيغة صبغية $2n$ و 4 كروماتيدات والنهائي يكون ب n صبغي و 2 كروماتيدة لكل صبغي .

الإنقسام الثاني : بالمراحل الأربعة PMAT ولكن كل خلية بصبغي واحد : n و 2 كروماتيدة في المراحل الثالثة إلا في المرحلة الأخيرة أين نجد : 1 صبغي = 1 كروماتيد

وهذا ما هو موضح في الشكل الموالي رقم 5



الشكل رقم 5 : يبين الانقسام الميوزي لخلية حيوانية مع توضيح عدد الصبغيات وعدد الكروماتيدات

في كلا الانقسامين تمييز المراحل الأربعة : T, A, M, P .

Prophase : P أو المرحلة التمهيدية أو التحفيزية

Métaphase : M أو المرحلة الاستوائية

Anaphase : A أو المرحلة الهجرية أو الانفصالية

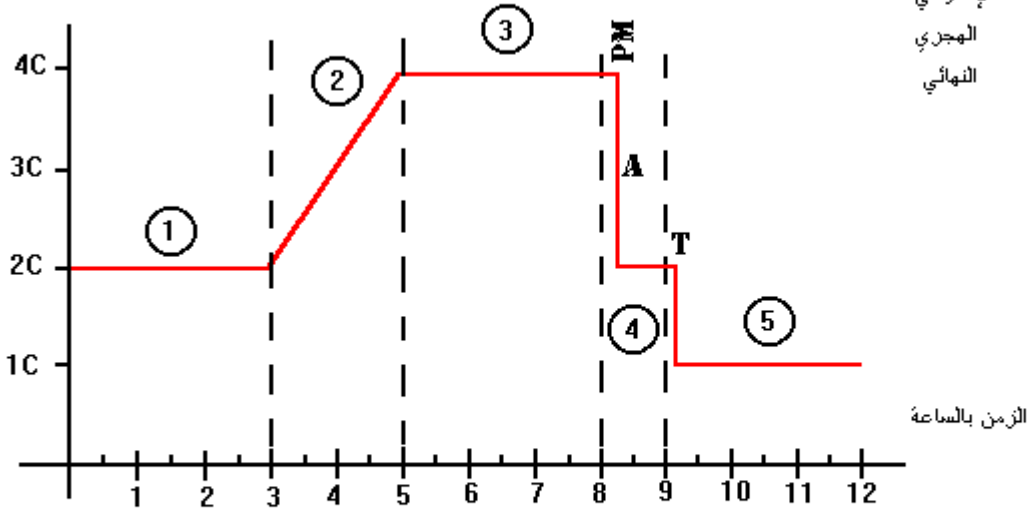
Télophase : T أو المرحلة النهائية

والمراحل التي تسبق الميوزي (1) مشابهة للإنترفاز الميوزي . فتضاعف الصبغيات يحصل خلال المرحلة (S)

والمرحلة واحدة فقط نظرا لأنه بين الميوزي (1) الميوزي (2) لا يوجد طور بيني واضح . وهذا ما هو موضع

في الشكل التالي :

كمية ADN



1

خلية ثنائية الصبغيات وثنائية الكروماتيدات

2

التضاعف = ADN تركيب

3

خلية ثنائية الصبغيات بـ 2ن صبغى وثنائية الكروماتيدات

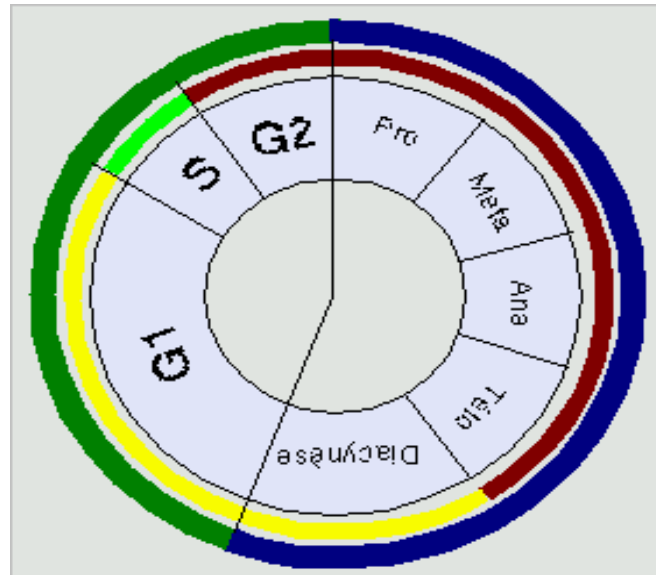
4

ميوزي : إنتقال إلى خلية بـ 1ن صبغى وثنائية الكروماتيدات

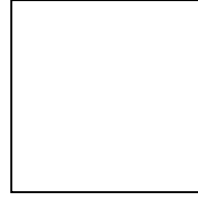
5

خلية أحادية الصبغة الصبغية وأحادية الكروماتيدات

الشكل رقم 6 : يبين المرحلة البينية وطريقة تضاعف المادة الوراثية



يختلف الانقسام الميوزي وخاصة الميوزي الأول عن الميوزي في:



-المرحلة التحضيرية للميوزى (1) :

-الصبغيات القرينة « Homologue » تصطف جنبا إلى جنب في عملية ازدواجية وكل زوج من الصبغيات القرينة المزوجة تؤلف وحدة ثنائية: « Bivalent » فيبدو العدد الظاهري للمجموعة أنه أحادي الصبغة الصبغية .

- انشطار كل صبغي إلى كروما تدين لهما مركز واحد . عدد المجموعات الرباعية : عدد المجموعة الصبغية البسيطة (N) . في هذه المرحلة تحدث ظاهرة مهمة جدا هي ظاهرة العبور و التصالب , إذ يحدث التصالب بين كروما تدين غير شقيقتين .

- المرحلة الاستوائية للميوزى (1): وتتميز كما في الميوزي : انحلال الغشاء النووي , ظهور المغزل وترتب الصبغيات في الصفيحة الوسطي .

- المرحلة الانفصالية للميوزى (1) :الجزئيات المركزية لا تنقسم , انفصال الصبغيات القرينة وهذه الحركة هي التي تقلل العدد ألبغبي إلى النصف .

- المرحلة النهائية للميوزى (1) : في كل قطبي من قطبي الخلية الأصلية تتواجد مجموعة صبغية بسيطة مضاعفة وبعد ذلك تنقسم هذه الخلية بانقسام السيتوبلازم إلى خليتين بنتين أحاديتين . وهذا ينهي الميوزي الأول ليبدأ الميوزي الثاني وهو انقسام خيطي عادي ولا توجد فترة فاصلة بين النهائي الأول و البر وفاز الثاني.

المرحلة التحضيرية للميوزى (2): يعاد تكوين المغزل من جديد ولكن بصورة متعامدة مع مغزل الانقسام الأول .

- المرحلة الاستوائية للميوزى (2): تترتب الصبغيات على المستوى الاستوائي للمغزل .

- المرحلة الانفصالية للميوزى (2): ينقسم مركزي (سنتروميير) كل صبغي , مما يسمح للكروماتيدات الشقيقة بالانفصال .

- المرحلة النهائية للميوزى (2) : الانقسام السيتوبلازم في المرحلة النهائية للميوزى (2) ينقسم الخلية إلى أربع نواتج ميوزية .

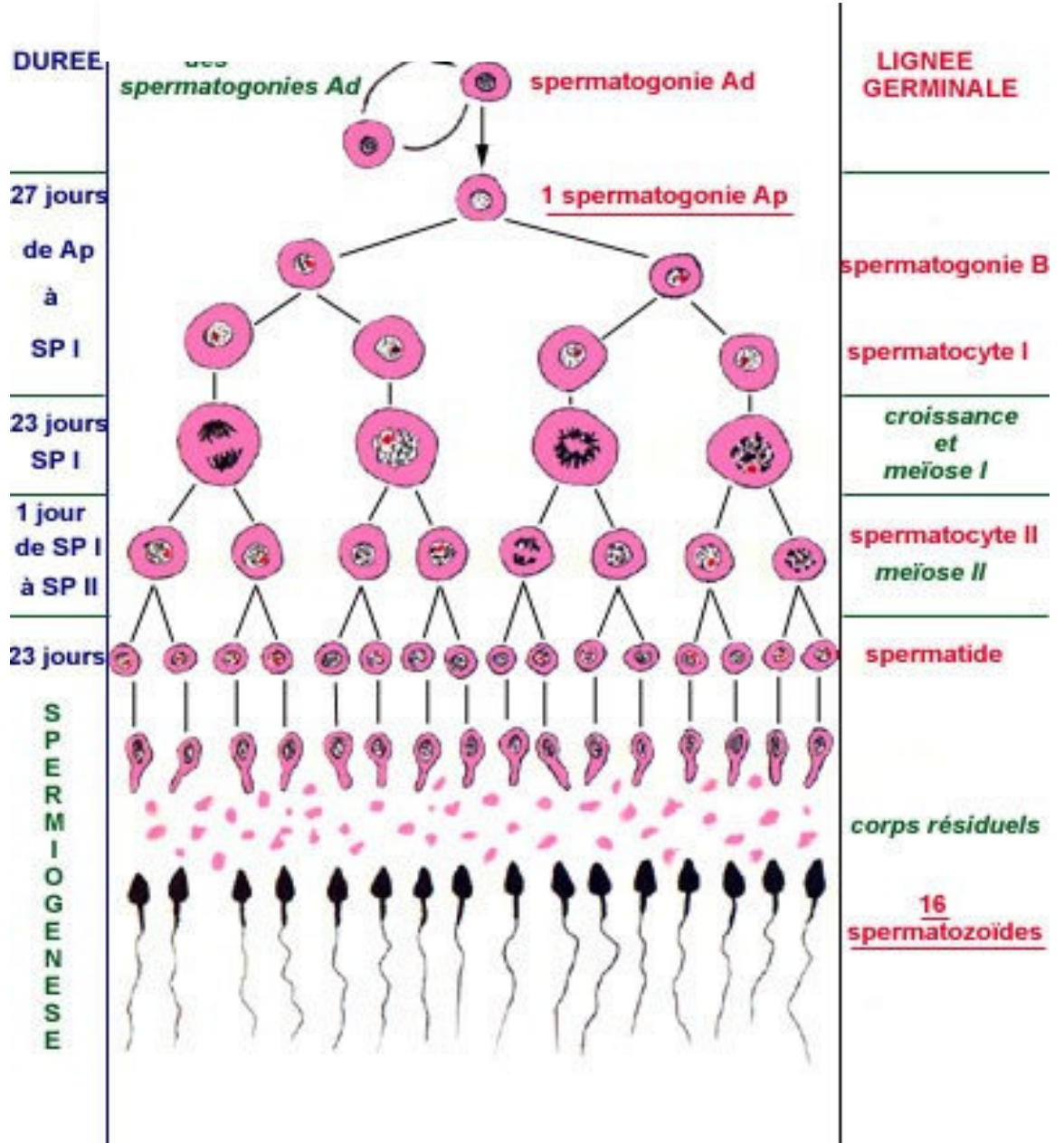
ملاحظات عن الميوزي :

- 1- يمكن أن يدخل الصبغي الأبوي أو الأمومي ضمن العروس بنفس درجة الاحتمال فإذا كان عدد الصبغيات للخلية المنقسمة كبيرا فإن احتمال وجود الصبغيات الأممية و الأبوية معا في العروس يكون كبيرا. واحتمال ظهور عروس تشتمل على صبغيات أبوية أو الأممية فقط يكون ضئيلا.
- 2- العبور بين الكزوماتيدات الغير شقيقة يمكن أن يزيد من اختلاف توزع الصبغيات أو بالأحرى الصبغيات الأبوية و الأممية في الأعراس الناتجة مما ينجم عن ذلك ظهور الأنماط مختلفة من الأعراس . وهكذا إذن : في حالة التكاثر الجنسي يكون عدد الصبغيات للأبناء مساويا لعددها في الآباء لكنها تتواجد في أشكال مختلفة بسبب الطرق العديدة التي تتشكل بينها إعراس الأبناء أثناء الانقسام الميوزي ولأن اتحاد النطفة بالبويضة يتم بمحضة الصدفة وهذا ما يؤدي إلى اختلاف الأبناء عن الآباء والأبناء ببعضهم البعض .

تشكل الأعراس عند الثدييات :

تشكل الأعراس : عند الثدييات: تكوين الحيوانات المنوية

3- الشكل رقم 7 :



1- يجرى تكوين الحيوانات المنوية بصفة ثابتة أو دوريا في الخصية وذلك في معظم ذكور الحيوانات البالغة جنسيا وتنتج عدة ملايين منها و تحتاج الحشرات عادة إلى أيام قليلة فقط لإكمال دورة الحيوانات المنوية لكن في الثدييان تمتد الدورة ألي أكثر من أسابيع أو أشهر (74يوما عند الإنسان)

2- في بعض الأنواع الحيوانية تتم عملية تكوين البويضات بصورة مستمرة في الإناث البالغة و تصبح ناضجة قبل إخصابها بالنطفة. وفي عدد كبير من الحيوانات الثديية لا يكتمل الانقسام الميوزي حتى يتم دخول النطفة) اللقاح

3- ففي إناث الإنسان يبدأ تكوين البويضات في الجنين قبل الولادة حيث توجد البيضة الأمية في حويصلات النسيج القشري لمبيض الجنين، و تبدأ عادة في التحول إلى خلية بيضة أولية في الشهر الثالث للحياة الجنينية وفي المولودة الأنثى تكون جميع الخلايا البيضة الأولية في الدور التحضيري من الانقسام الميوزي الأول. تبقى الخلايا في هذا الدور معلق لسنوات عديدة حتى الوصول إلى سن البلوغ . وعند اكتمال نضج المبيض يستأنف الدور التمهيدي للانقسام الميوزي الأول ويتم هذا الانقسام لكل خلية نامية قبل تبيض البيضة بفترة قصيرة حيث تصبح إحدى الخلايا : خلية بيضية ثانوية والأخرى كرية قطبية . ويبدأ الانقسام الميوزي الثاني عند إفراز البيضة من المبيض ومرورها إلى قناة فالوب ولا يكتمل هذا الانقسام إلا بعد اختراق الحيوان المنوي للبيضة.

اللقاح : في اللقاح يحدث إتحاد العروسين : البيضة والحيوان المنوي . في بداية عملية الإتحاد كل صبغي يتضاعف ويصبح ثنائي الكروماتيدات . البيضة الملقحة تمتلك مجموعتين قرينتين من الصبغيات مضعفة الكروماتيدات : إحداهما من أصل الصبغي الأبوي والثاني من أصل الصبغي الأمومي.

قوانين مندل

من بين 34 صنفا سلالة من البازلاء تختلف أحدهما عن الأخرى بصفة أو أكثر، أنتقى 22 صنفا ذات صفات ثابتة وأجرى عليها تجارب لمدة 8 سنوات وقف مندل في الوصول إلى نتائج السباب التالية:

- 1- حاول دراسة صفة واحدة فقط (لون الأزهار مثلا) اون أن يعيد الانتباه إلى الصفات الأخرى.
- 2- استخدمه الناحية الإحصائية في تجاربه
- 3- زهرة البازلاء مغلقة (التأيير ذاتي عند هذه النبات)
- 4- سهولة زراعة هذا النبات وقصر دورة حياته
- 5- كل خلية جسمية في هذا النبات تشتمل على 14 صبغى أي: 7 أشفاغ أو أزواج صبغية ومن باب الصدفة أن مندل قام بدراسة 7 صفات كانت تحكمها 7 اشفاغ مورثية محمولة على 7 أشفاغ صبغية مختلفة.

الصورة التالية تبين نبات البازلاء *Pisum sativum*



مبدأ مندل الأول: قانون الانعزال: الاقتران: La Loi de la ségrégation

Le Mono hybridisme: الهجونة الأحادية:

وهو تزاوج بين فردين من نوع واحد يختلفا عن بعضها بصفة واحدة فقط مثلا صفة اللون الأبيض /الأحمر. لجأ مندل إلى إخصاء (قطع الأسديا) الزهرة تم نقل حبة الطلع من زهرة إلى زهرة أخرى مضادة بعد تشكل البذور غرست، فأعطت أفراد الجيل الأول: F_1 لاحظ مندل أن أفراد الجيل الأول كانت كلها حمراء 100% أي أنه هذا الجيل متجانس ويشبه أحد الأبوين (الأحمر).

ترك هذه الأفراد تلقح نفسها (تلقيح ذاتي)، فحصل على بدور، أعطته بعد زرعها نبات الجيل الثاني: F_2 ، ترك هذه النبات تلقح نفسها ذاتيا وقام بملاحظة النتائج : النبات بأزهار بيضاء كانت تعطي دائما 100% نبات بيضاء الأزهار. أما النباتات الحمراء نتيجة التلقيح الذاتي فإن 3/1 يعطي نبات حمراء، و 2/3 من النبات الحمراء يعطي 1 بيضاء و 3 حمراء.

نتيجة : 1 أحمر نقي : 2 أحمر هجين : 1 أبيض نقي
أو 3 أحمر : 1 أبيض

خلاصة: إذا رمزنا ب A للأحمر و a للأبيض مع العلم أن $A \gg a$. الأحمر يحجب البيض

- الآباء : أحمر نقي x أبيض نقي

$\text{♀} aa \quad \times \quad \text{♂} AA$

بدور F_1 : Aa 100% بلون واحد هو اللون الأحمر لأحد الأبوين . ولكنهم هجنا Aa

$F_1 \times F_1$ تلقح ذاتي

$\text{♀} Aa \quad \times \quad \text{♂} Aa$

الجيل الثاني: F_2 ظهور اللون الأحمر وإعادة ظهور اللون الأبيض ولكن بنسب مختلفة: 3/4 : 1/4

$\frac{1}{2} A$	$\frac{1}{2} A$	الأعراس
Aa	AA	$\frac{1}{2} A$
aa	Aa	$\frac{1}{2} A$

$aa \frac{1}{4} : Aa \frac{1}{4} : AA \frac{1}{4} : F_2$
4 4 4

النمط الظاهري: 3 حمراء: 1 أبيض

أفراد الجيل الثالث : F_3

* أبيض X أبيض $aa \times aa$ يعطي أبيض 100%

- * احمر X احمر AA x AA يعطي أحمر 100% فهو نمط نقي
 - * احمر X احمر Aa x Aa يعطي 1 أبيض + 3 أحمر فهو نمط هجين
- خلاصة:

- كل أفراد الجيل الأول متجانسة وهي بإحدى الصفتين الأبويتين (الصفة السائدة) وهي هجينة لأنها أعطت في الجيل الثاني نباتات تحمل الصفة الأبوية السائدة (الحمراء) وأخرى تحمل الصفة الأبوية المتنحية: (الأبيض). فالصفة الأبوية السائدة تظهر في F₂ بنسبة تعادل 3/4 لأفراد والصفة المتنحية = 1/4
- صفة اللون الأحمر سائدة على صفة اللون الأبيض
- يوجد عامل مسئول عن صفة اللون الأحمر وآخر مسئول عن صفة اللون الأبيض العامل فيما بعد أصبح يسمى المورثة
- أفراد الجيل الأول لابد أن تكون هجين لأنها تتضمن على كلا المورثتين إذن: الصفة الواحدة لابد أن يحكمها مورثتان اثنتان متقابلتان سنويتان وهذه العوامل (المورثتان) تحافظ على نباتها واستمرارها في مختلف الأجيال المتعاقبة.
- واستنادا إلى ما سبق قال مندل : أن الصفات الأبوية المتقابلة (أحمر - أبيض) تنفصل عن بعضها في الجيل الثاني بنسبة 3:1 أو 4/3 : 4/1 أو 75% : 25% أو 0.75 : 0.25
- خلاصة على ما سبق في الجدول التالي:
- الجدول رقم 1 : خلاصة توزيع نتائج الهجونة الحادية

النمط الظاهري للأباء	حمراء نقية x بيضاء نقية
النمط التكويني:	AA x aa
اعراس الأباء	A x a
النمط الظاهري F ₁	حمراء 100%
النمط التكويني F ₁	A/a
أعراس F ₁	A:1/2 a:1/2
تزاوج F ₁ x F ₁	ذكر Aa x أنثى Aa
النمط التكويني F ₂	AA 1/2 + Aa 1/4 + aa 1/4
النمط الظاهري F ₂	أحمر نقي: أحمر هجين: أبيض نقي
عدد التراكيب الوراثية الممكنة	4
عدد التراكيب الوراثية المختلفة	3
عدد الأنماط الظاهرية	2

نستنتج من هذا الجدول أن المورثة a لم تستطيع أن تعبر عن نفسها في الجيل الأول لسيادة المورثة المقابلة لها (الصنوية لها) A لكن المورثة a أو بالأحرى الصفة البيضاء لم تختفي تماما بل بقيت مستمرة وعادت إلى الظهور في الجيل الثاني . وهذا هو بالضبط

مبدأ مندل الأول أي تفرق المورثات المتقبلة (الصفات المتقبلة) عن بعضها عندما يشكل الجيل الهجين F_1 أعراسه . ولكي يتحقق ذلك لابد من انفصال الصبغي الحامل للمورثة A عن الصبغي القرين له الحامل للمورثة a عند تشكل الأعراس .

- أما نصيب الأعراس من المورثات فهو:
- مورثة واحدة من كل شفع من المورثات المتقبلة لكل عروس، وبالنسبة لكل صفة من الصفات الوراثية أي بمعنى آخر: لا يجتمع في العروس الواحد مورثتان للصفة الواحدة.
- تلعب المصادفة دورا هاما بالنسبة لقانون الاقتران الصفات المتقبلة (الانعزال)، لأن العروس كما ذكرنا تترث إحدى المورثتين المتقابلتين من كل شفع لكن أي من المورثتان ستكون من نصيبها ؟ الأمر يخضع إلى قوانين الاحتمال.

- *هناك بعض الدراسات والتجارب التي أكدت نتائج مندل

- تجارب على ذرة *Zea mais*

نباتات عادية النشا x نباتات شمعية النشا

باستعمال محلول اليود اليودي يتلون بالأحمر شمعية النشاء وبالأزرق عادية النشاء

P: عادية نقية X شمعية النشا

F_1 : 100% عادية النشا (الصفة العادية سائدة لصفة الشمعية)

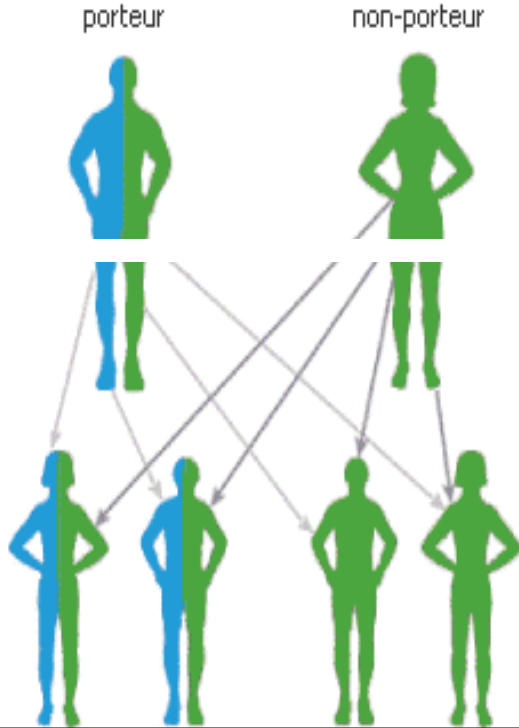
أخذت حبوب الطلع من الأزهار + محلول اليود اليودي

فتلون 50% بالأحمر و 50% بالأزرق

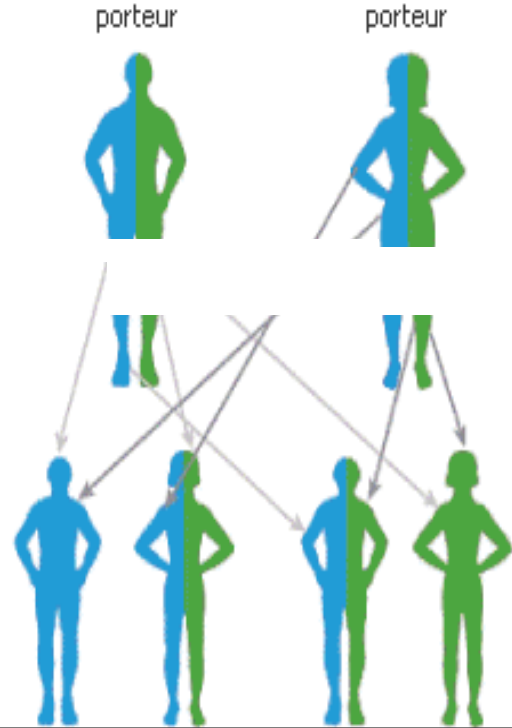
حبة الطلع تمثل العروس الذكري: بالتالي الصفات الأبوية لا تفرق إلا عند أعراس الجيل الأول F_1

مثال : طريقة إنتقال صفة متنحية

إحدى الأبوين عادي والأب الثاني حامل للمرض



الأبء هجينة أو حاملة للمرض



الشكل رقم 8 : إنتقال صفة متنحية عند : 1- الأبء كلهما حميلان للمرض ومظهريا عاديان
2 - إنتقال صفة متنحية من خلال أب واحد حامل والثاني عادي

في الحالة رقم 1: - ظهور المرض يكون بنسبة : 25%

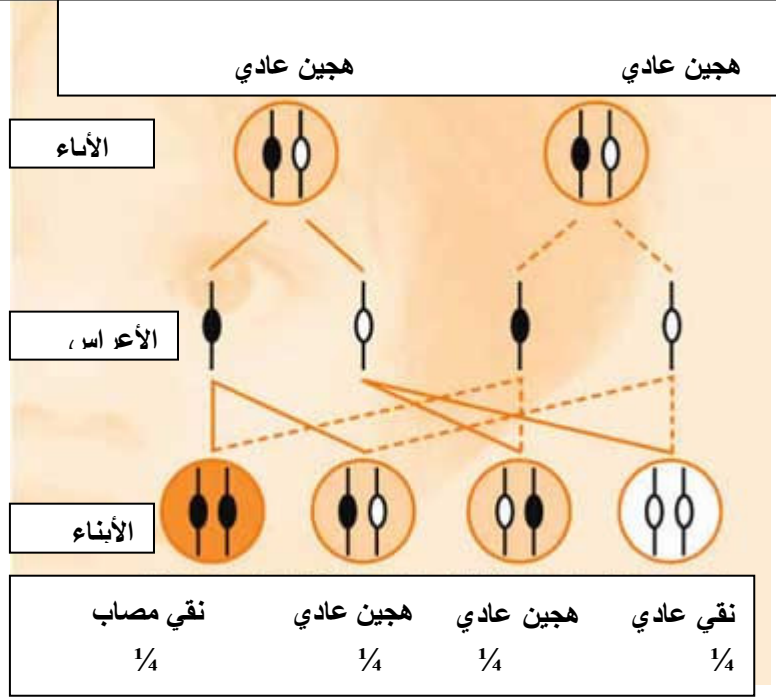
- ظهور فرد سليم وعادي 25%

- ظهور نسبة الهجونة : 50%

في الحالة رقم 2 : - ظهور فرد سليم بنسبة 50%

- ظهور فردين هجينين 50%

1-النسل الناتج من فردين هجينه أو مختلفه اللوايح



الشكل رقم 9: يبين طريقة انتقال الصفات من فردين هجينين عاديين

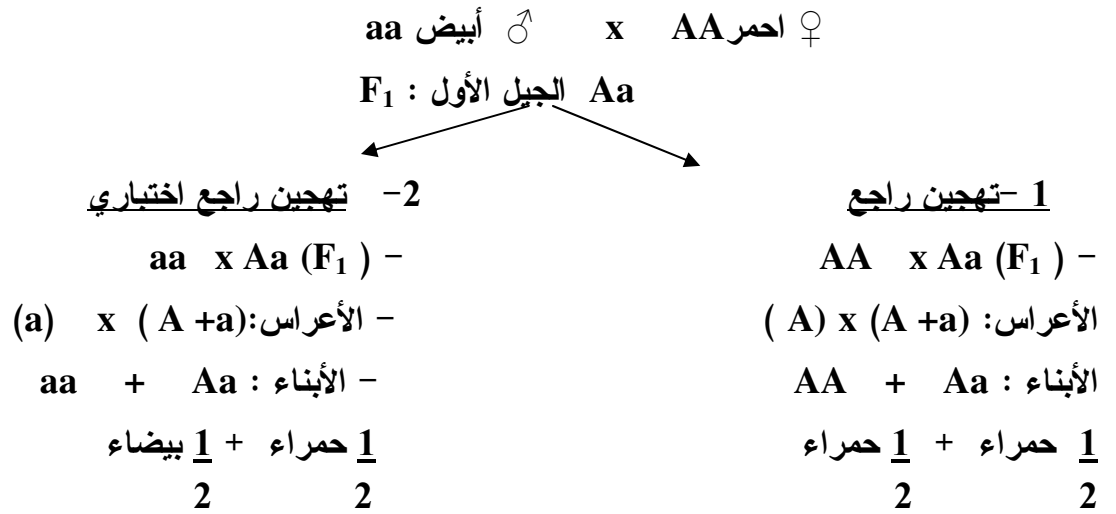
- في الحالة التالية نلاحظ الحصول على صفات انتقالية لأن السيادة تختلف فهي غير كاملة:
 عند ما أجريت تجارب أخرى على نبات " فم السمكة " *Anthérrhinum majus* ونبات " حسناء الليل "
Mirabilis jelappa وجد أن هناك بعض الاختلافات والتجارب ملخصة في الجدول التالي:
 الجدول رقم: 2 تلخيص لحالة السيادة الوسيطة والسيادة المتساوية

الفقرات	<i>Anthérrhinum majus</i>	<i>Mirabilis jelappa</i>
النمط الظاهري للإباء	حمراء نقي x بيضاء نقية	صفراء نقية x خضراء نقية
النمط التكويني للإباء	Aa x AA	bb x BB
أعراس الأبناء	a x A	b x B
النمط التكويني ل F ₁	Aa %100	Bb%100
النمط الظاهري ل F ₁	وردية: سيادة وسيطة Semi dominance	صفراء وخضراء: سيادة متعادلة: Codominance
F ₁ x F ₁	وردية x وردية	صفراء خضراء x صفراء خضراء
النمط التكويني ل F ₁	Aa x Aa	Bb x Bb
الأعراس	a A x A + a	B+b x B+ b
النمط التكويني ل F ₂	aa $\frac{1}{2}$ + Aa $\frac{1}{2}$ + AA $\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$ Bb + $\frac{1}{2}$ Bb + $\frac{1}{4}$ bb
النمط الظاهري ل F ₂	1 حمراء + 1 وردية + 1 أبيض	1 صفراء، 1 خضراء صفراء، 1 أخضرا
عدد التراكيب الوراثية الممكنة	4	4
عدد التراكيب الوراثية المختلفة	3	3
عدد الأنماط الظاهرية	3	3

نتيجة : عدد الأنماط الظاهرية = عدد التراكيب الوراثية المختلفة وذلك لعدم وجود سيادة (عكس تجربة مندل)

التهجين الرجعي: التصالب التراجعي = Back cross

ويقصد به التزاوج بين الأفراد الهجينة (من الجيل الأول مثلا حسب مندل) مع أفراد بأحد النمطين الأبوين أو أفراد لها نفس تركيب الإباء:



نتيجة :

يفيد التهجين الرجعي الإخباري في معرفة فيما إذا كان الفرد متخالف اللواقح (هجين) ومتشابهة اللواقح (نقى) .

تشارك نسب الأنماط الظاهرية في التهجين الرجعي الإخباري حسب وجود المورثة السائدة في 2/1 إعراس الهجين . والمورثة المتنحية في النصف الآخر وهذا يعني أن المورثات في الفرد الهجين نصفها تابع للأب الأول ونصفها موروث من الأب الثاني.

وأخير نؤكد بهذا التهجين أن سلوك المورثات ينطبق ومبدأ مندل الأول في الانفصال. فالمورثات عندما يختفي أثرها الشكلي لا يعني هذا أنها غير موجودة. لكن فعلها يكون محجوب وسوف يظهر تأثيرها في تهجين رجعي اختباري.

II- مبدأ مندل الثاني في التوزيع المستقل

تسأل مندل عن نتائج التي يمكن الحصول عليها من هجوتين ؟
لذلك لجأ إلى إعادة التجارب وذلك بإجراء التزاوج على نبات البزلاء ولكنها تختلف عن بعضها بصفتين .

الهجونة الثنائية: Le Di hybridisme

هي تزاوج بين سلالات من نوع واحد وتختلف عن بعضها بصفتين .
التزاوج جار بين: بزلاء كروية وصفراء البذور نقية مع مجعدة خضراء البذور نقية

الآباء: كروية صفراء x مجعدة خضراء

F₁ : كروية صفراء 100%

F₂ : كروية صفراء + مجعدة خضراء : صفات أبوية

كروية خضراء + كروية خضراء : صفات جديدة

صفة الشكل: مجعد، كروي

A مورثة الشكل الكروي ، a مورثة الشكل المجعد

مع العلم إن $a < A$

صفة اللون: أخضر، أصفر

B مورثة اللون الأصفر، b مورثة اللون الأخضر مع العلم أن $B < b$

وعندما زرعت أعطت النتائج التالية :

- 315 كروي أصفر

- 101 مجعد أصفر

- 108 كروي أصفر

- 32 مجعد أخضر

لاحظ مندل أن الأعداد السابقة توافق توزع حسب $9:3:3:1$

بالتالي لجأ مندل إلى تحليل النتائج وفصلها عن بعضها حيث أخذ بعين الاعتبار كل شفع مورثي متقابل فمثلا أخذ:

I - صفة الشكل (كروي - المجعد)

الآباء كروي x مجعد

F₁ : كروي 100%

F₂ : 3 : كروي : 1 مجعد

423 : 133

II - صفة اللون (الأصفر - الأخضر)

الآباء : صفراء x خضراء

F₁ : صفراء 100%

F₂ : 3 : 1 أصفر : أخضر

416 : 140

و توزع أي شفع من المورثات (صفة) بشكل حر : مستقل ولا تتعلق بتوزيع الأشفاغ الأخرى.
ولا يوجد أي ارتباط بين صفة الشكل واللون وبالتالي إذا عملا I x II في نفس الوقت نحصل على :
(3 كروي : 1 مجعد) x (3 أصفر : 1 أخضر) =
9 كروي أصفر، 3 كروي أخضر، 3 مجعد أصفر، 1 مجعد أخضر
من هذه النتائج أستدل متدل أن نتائج الهجونة الثنائية ما هي إلا تزاوج بين هجنتين اثنتين.

ملاحظة : مبدأ متدل الأول

يصف سلوك شفع من المورثات المتقبلة (سلوك قطعة نقود واحدة) أما مبدأ مندل الثاني فيصف السلوك لشفعين مورثين مختلفين (موقعين مورثين) أي كأن يصف قطعتين نقود عندما نرميها معا وبعبارة أخرى فإن توزع أي شفع من المورثات المتقبلة بعد انفصالها حسب مبدأ مندل الأول يتم بشكل حر مستقل عند تشكل الأعراس ولا تتعلق يتوزع الأشفاغ الأخرى . وتشكل الأعراس والتقاء الأعراس يتم بشكل مستقل أي المورثات تتوزع بشكل مستقل .

$$(a^{2/1} + A^{2/1}) \times (b^{2/1} + B^{2/1})$$

الجدول رقم 3 : التفسير المورثي لتجربة:

مجعد أخضر x كروي أصفر

النمط الظاهري للآباء	كروي اصفر	مجعد أخضر
التركيب الوراثي	AABB	Aabb
أعراس الآباء	A+B : AB	ab:b+a
F ₁	AbBa	
النمط الظاهري ل F ₁	كروي أصفر 100%	
F ₁ x F ₁	AaBb X	AaBb
الأعراس)x(B+b) =(A+a	AB ₁ ,Ab ₁ ,aB ₁ ,Ab ₁ 4 4 4 4

الجدول رقم 14 : أفراد الجيل الثاني :

الجدول رقم : 4 الجيل الثاني : F₂ : 16

ab	aB	Ab	AB	أعراس
AaBb	AaBB	AABb	AABB	AB
Aabb	AaBb	AAbb	AABb	Ab
aaBb	aaBB	AaBb	AaBB	aB
aabb	aaBb	Aabb	AaBb	ab

الأنماط التركيبية ل F₂ :

- التراكيب الوراثية الممكنة : 16

- التراكيب الوراثية الممكنة : 9

- نتحصل على :

9 = كروي أصفر A-B-

3 = مجعد أخضر A-bb

3 = كروي أخضر aaB-

1 = مجعد أخضر aabb

التراكيب الوراثية المتماثلة في كلا الموقعين توجد في إحدى الأقطار : العدد : 04

التراكيب الوراثية المختلفة اللواقح في كلا الموقعين توجد في القطر الثاني : العدد : 04

التراكيب الوراثية المتماثلة في موقع و مختلفة في الموقع الثاني توجد بين القطرين : العدد : 08

ملاحظة إذا كانت المورثات مستقلة عن بعضها (محمولة على صبغيات مختلفة) تحسب الاحتمالات لكل موقع

مستقلا ثم تضرب احتمالات جميع المواقع لينتج الاحتمال المركب النهائي.

$$(BB) P \times (AA) P = (AABB)P$$

$$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

$$(Bb) P \times (Aa) P = (AaBb)P$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{4}{16}$$

* هذه النسب السابقة يمكن الحصول عليها عن طريق التفرع:

3 كروي أخضر A-bb

9 كروي أصفر A-B-

1 مجعد أخضر aabb

3 أصفر مجعد B-aa

خلاصة : الجدول رقم 5 يلخص انماط الهجونة : الأحادي ، الثنائية ، الثلاثية

<p>- هجونة ثلاثية كروية صفراء طويلة x مجعدة خضراء قصيرة aabbcc x AABBCC كروية صفراء طويلة 100% AaBbCc كروية صفراء طويلة A-B-C- 27 كروية صفراء قصيرة A-B-cc 9 كروية خضراء حمراء A-bbC 9 مجعدة صفراء حمراء aaB-C 9 كروية خضراء بيضاء A-bbcc 3 مجعدة صفراء بيضاء aaB-cc 3 مجعدة خضراء حمراء aabbC 3 مجعدة خضراء بيضاء aabbcc 1</p>	<p>- هجونة ثنائية كروية صفراء x مجعدة خضراء aabb x AABB كروية صفراء AaBb : 100% كروية صفراء A-B- 9 كروية خضراء A-bb 3 مجعدة صفراء aab- 3 مجعدة خضراء aabb 1 $(\frac{3}{4} + \frac{1}{4}) (\frac{3}{4} + \frac{1}{4})$</p>	<p>- هجونة أحادية (P) أحمر x أبيض aa x AA - F₁ 100% حمراء Aa F₂ : حمراء بيضاء aa A- $\frac{1}{4} : \frac{3}{4}$</p>
---	--	--

- عدد التراكيب الوراثية الممكنة: 64

- عدد التراكيب الوراثية المختلفة : 27

استنتاج قانون عام : الجدول رقم 6

متعددة	ثلاثية	ثنائية	أحادية	تنط	الخصائص الهجونة
n	3 : Aa,Bb,Cc	Bb, : 2 Aa	Aa : 1		عدد الصفات المختلفة المدروسة عدد الشفاح الهجينة والمختلفة
2^n	8	4	2		عدد انماط أعراس : F_1
2^n	8	4	2		عدد الأنماط الظاهرية في F_2
2^{2n}	64	16	4		عدد التراكيب الوراثية الممكنة في F_2
3^n	27	9	3		عدد التراكيب الوراثية المختلفة في F_2
2^n	8	4	2		عدد التراكيب الوراثية المتماثلة للواقع في جميع المواقع في F_2
$2^n - 3^n$	19	5	1		عدد التراكيب الوراثية المختلفة للواقع في جميع المواقع في F_2

ملاحظات :

1- عدد التراكيب الوراثية المختلفة الناتجة من تزاوج معين تعطى بالعلاقة $3^n \times 2^m$

حيث:

n عدد المواقع الهجينة في الأبوين

m : عدد المواقع الهجينة في أحد الأبوين والنقية في الأب الآخر

الجدول رقم 7 : جدول التزاوجات

عدد التراكيب الوراثية المختلفة	عدد التراكيب الوراثية المختلفة	التزاوج
$2^n \times 2^n = 4$	$2^0 \times 3^1 = 3$	Aa x Aa
$4 \times 4 = 16$	$3^2 \times 2^0 = 9$	Aa Bb x AaBb
$2 \times 4 = 8$	$3^1 \times 2^1 = 6$	AaBb x Aabb
	$2^2 \times 3^0 = 4$	AaBb x aabb
$4 \times 4 = 16$	$3^1 \times 2^2 = 12$	AaBbcc x Aabbcc

4- المواقع النقية في الأبوين لن تأثر على عدد التراكيب الوراثية الناتجة حيث أن كل النسل سيكون متماثلاً بالنسبة لهذه المواقع

تعريف بعض المفاهيم

1 - السيادة: Dominance

يقال أن مورثة سائدة عندما تظهر للعين أي تأثيرها الشكلي للمورثة عدة تأثيرات حيث تكون سائدة في بعض الصفات ومنتحية في بعض الصفات.

حادثة السيادة: حادثة بالنسبة تتراوح بين 0% و 100% وبين 0 و 100% تكون لدينا سيادة جزئية مثلا في تجارب متدل ظهور اللون الوردي الذي هو متوسط بين الأحمر والأبيض .

أجرى تهجين على الأرانب: أرناب شحومها بيضاء و أرناب شحومها صفراء

P : أرناب شحومها بيضاء نقية x أرناب شحومها صفراء نقية

F₁ : أرناب شحومها بيضاء 100 %

F₁ x F₁ : F₂

3: أرناب شحومها بيضاء: أرناب شحومها صفراء: 1
4 4

(هذه النتيجة توافق مع تجارب متدل)

ولكن عند دراسة عمل المورثات على المستوى الجزيء تبين أن أرناب ذات الشحوم البيضاء تشتمل على تركيب أنزيم يفرزه الكبد ويقوم بحل كل المركبات اليفسورية (إقرينوفيل) الموجودة ضمن الغذاء . أما الأرناب الصفراء الشحوم فهي لا تشتمل على الأنزيم وإذا اشتملت فإن هذا الأنزيم يكون متبدل النسبة (أي طافر) وبالتالي لن يتمكن من حل مركبات الإقرينوفيل ادن: الأفراد الصفراء طافرة الأنزيم بينما الأفراد البيضاء عادية الأنزيم . :

3 : أرناب شحومها بيضاء 1 : أرناب شحومها صفراء

Yy أو YY- : Yy

بيضاء و بيضاء

Yy YY

ee₁ ee₂ ↓

حل كل إقرينوفيل حل القزنتوفيل

إذن كل مورثة تعمل بدرجة طاقتها. فالتركيب₁ ينتج جرعتين من الأنزيم ee قادر على حل كل قزنتوفيل

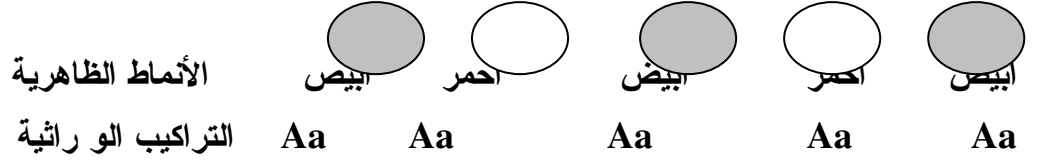
والتركيب₂ ينتج جرعة من الأنزيم e قدرة على حل القزنتوفيل

* لو أخذنا أفراد (أرناب) صفراء و قدمنا لها غذاء لا تشتمل على القزنتوفيل فهناك إنتاج شحوم بيضاء. لكن وغم ذلك فهي تحتفظ بإمكانية تقديم المورثات ذات الشحوم الصفراء رغم إنتاجها للشحوم البيضاء في التجربة

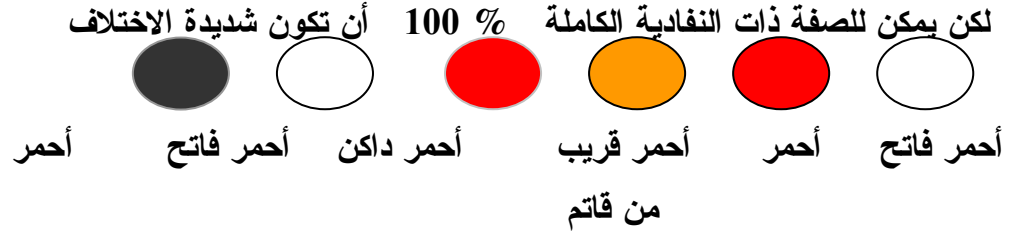
2- النفاذية والتعبير : Pénétrance et expressivité

كنا ندرس المورثة على الشكل الظاهري أي: ظهور اللون الأحمر أي وجود مورثة اللون الأحمر لكن لم ندرس المورثة بأكثر دقة حسب الوسط
تعريف النفاذية :

النسبة المئوية للأفراد الذين يمتلكون المورثة في تركيب مناسب يسمح لها في أن تعبر عن نفسها بإعطاء الطابع الظاهري الخاص بها



مثال : مورثة الأصابع العادية : A إذ عبرت عن نفسها في 70% من الأفراد الحاملة لها نقول أن نفاذية هذه المورثة هي 70%



التغير في التعبير لصفة ذات نفاذية

فمثلا تعدد الأصابع يمكن أن تكون نافذة في اليد اليسرى (6 أصابع) وغير نافذة في اليد اليمنى (5 أصابع) وتعرف مثل هذه الحالات: التغير في التعبير وتفسر أسباب هذا التغير على أساس وجود هذه المورثات المعدلة التي تؤثر في عمل المورثات المعنية .

فمثلا صفة لون العيون العسلىة B سائدة في الإنسان على صفة لون العيون الزرقاء b ولكن يوجد موقع مورثي آخر مختلف A شكله السائد يعدل من تأثير المورثة B فلا تظهر الصفة الخاصة بها:

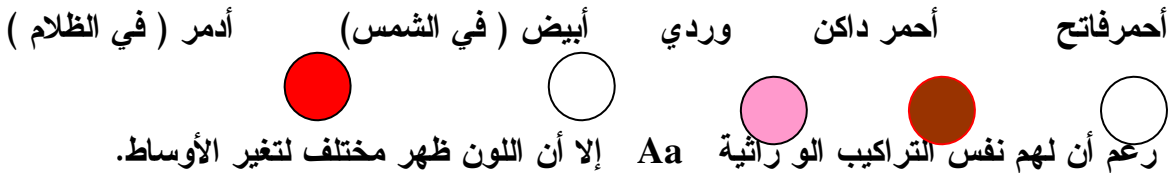
ذكر	AaBb	x	أنثى	aabb
	زرقاء العيون		أزرق العيون	
	الأعرس:			

ab	AB	Ab	aB	ab
----	----	----	----	----

تفسير 2

أعلى أساس التفاعلات بين المورثات وعوامل الوسط

نفس النبات في أوساط مختلف



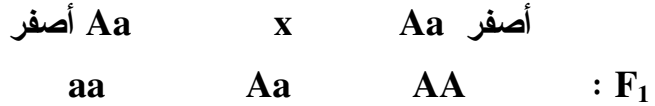
تعديلات على مبدأ متدل الأول

- المورثات المميّنة: Genes lethaux
 - الأباء : فأر أصفر x فارة صفراء حسب مندل F_1
 - F_1 : 2 صفراء : 1 سوداء // // F_2
- ظهر نمطين في F_1 هذا يعني أن الآباء هجينين
- ادن : حسب مندل الأباء يمثلون الجيل الأول F_1 والجيل الأول يمثل الجيل الثاني F_2 .
 - بالتالي هناك اختلاف النسب مع نسب متدل التقليدية (3 : 1) ، الأفراد هجينة
 - صفة اللون الأصفر سائدة على صفة اللون السود.

تفسير الاختلاف عن نسب متدل:

افترض أحد الباحثين أن صفة اللون الأصفر تحكمها المورثة A و صفة اللون الأسود a . في هذه الحالة A سائدة على a بالنسبة لصفة لون الجلد .

وقد تبين أن المورثة A تحكم إنتاج مادة مميّنة ولكن مورثة واحدة تنتج هذه المادة بكمية غير كافية لقتل الفرد (المورثة تعمل بقدر طاقتها) .



الأفراد ذات التركيب الوراثي AA تشمل مورثتين من A . وكل مورثة تنتج مادة مميّنة فإنها تموت وهي في المرحلة الجنينية وعلى هذا الأساس نقول على المورثة A مورثة مميّنة.

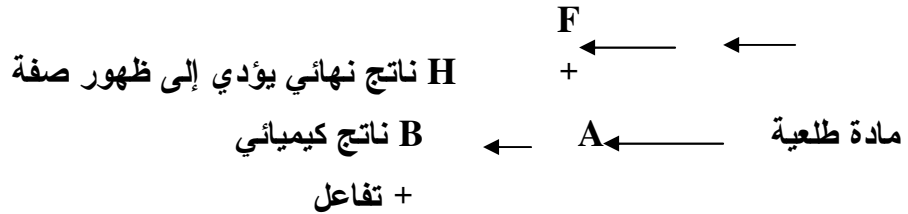
المورثة المميّنة: تسبب موت الفرد في المرحلة الجنينية عند تواجدها بشكل نقي .

وعلى هذا الأساس نجد إن للمورثة A تأثيرين :

1- تأثير في لون الجلد وهي سائدة A a

2 - تأثير مميّنة وهي متنحية A a لأن الفرد Aa حي لأن الفرد الهجين يتحمل نتائج هذه المورثة

تفسير كيف أن مورثة يمكن أن يكون لها أكثر من تأثير



C D صفة أخرى 2

وعلى هذا الأساس يمكن تفسير أن المورثة يمكن أن يكون لها أكثر من تأثير على صفة.

مورثات العقم الذاتي:

غالبا ما تظهر في النباتات. التابير عند النباتات: - ذاتي

- تصلبي

أظهرت التجارب أن هناك بعض النباتات عندما تصل حبة الطلع على ميسم الزهراء فيها جانب ينتش ولكن لا يحصل الإلقاح . وقد درس البحث Fast هذه الحالة على نبات التبغ. فوجد أن النبات تشتمل على سلسلة من المورثات الصنوية يرمز لها: $S_1 S_2 S_3 S_4$. وقد وجد عند التزاوج بين أفراد $S_2 S_3 \times S_1$ S_2 .

$S_2 S_3 \text{♀} \times S_1 S_2 \text{♂}$

	S_1	S_2	ذكر
	$S_1 S_2$	$S_2 S_2$ عقم ذاتي	S_2
	$S_1 S_3$	$S_2 S_3$	S_3

وقد لاحظ نتيجة هذا التهجين أن الأعراس S_2 ذكر لا يتشكل. وقد لاحظ هذا الباحث إذا كان الأب $S_1 S_2$ والأم $S_1 S_2$ لا يحصل اللقاح مع العلم أن حبة الطلع ينتش جزئيا .

لا يحدث إلقاح $S_1 S_2 \text{♂} \times S_1 S_2 \text{♀}$

ولقد تبين بعد أن حبة الطلع الذي تشتمل على مورثة من هذا النوع ينتش ويزداد نمو أنبوب الطلعي تدريجيا كلما اقترب من البويضات. فإذا كانت المورثة التي يحويها حبة الطلع هي إحدى المورثات التي يحملها النباتات الأم عندها كلما تقدم الإنتاش تناقصت سرعة نمو الأنبوب الطلعي وبذلك لا يصل الأنبوب الطلعي الى البويضات إلا وتكزن الزهرة قد ذبلت وماتت جميع أجزاءها.

لذا تدعى مثل هذه المورثات ب: مورثات عقم الذاتي والجدول التالي يوضح لنا مقدار العقم الذي ينتج في نبات التبغ في هذا الطريق.

	$S_1 S_3$	$S_2 S_3$	$S_1 S_2$	أنثى
	$S_1 S_3$	$S_1 S_3$	عقم ذاتي	ذكر
	$S_2 S_3$	$S_2 S_3$	$S_1 S_3$	$S_1 S_2$
	$S_1 S_2$	عقم ذاتي	$S_1 S_2$	$S_2 S_3$
	عقم ذاتي	$S_2 S_3$	$S_2 S_3$	$S_1 S_3$
		$S_1 S_2$	$S_1 S_2$	

نتيجة:

وهكذا نلاحظ من الجدول:

1- في حالة وجود صنوية في صيغة الأب و الأم الوراثية فإن صيغة الأم الوراثية لا تتشكل أبدا في الجيل الهجين.

2- نلاحظ أن ضمن الجماعة (العشيرة) التي تحتوي أفرادها على سلسلة من المورثات الصنوية وذات العقم الذاتي . أن 3/1 أفرادها تكون عقيمة ومن أجل تفسير ذلك : أقترح العلماء أن مورثات الموجودة في صيغة الأم تتحكم بإنتاج مادة كيميائية تؤثر على نمو الأنبوب الطلعي . ولكن هذه المادة ذات تأثير نوعي فلا تؤثر إلا على الخلايا (الأعراس) التي تحتوي على نفس المورثات . فإذا كانت هذه المادة ناتجة عن أم تركيبها S_1S_2 فإنها لا تؤثر إلا على الأنابيب الطلعية المشتملة على حبوب الطلع (الأنبوبية الطلعية) S_1 أو S_2 أما ما عدا ذلك فهي لا تعيق نمو الأنابيب الطلعية الأخرى .

تفاعل عدة مورثات لإنتاج صفة تفاعل عدة مورثات لإنتاج صفة

تفاعلات شفعين من المورثات (تعديلات على مبدأ II لمتدل)

aabb	aaB-	A-bb	A--B-	الأنماط الظاهرية في هجون ثنائية
1	3	3	9	النسبة
1		6	9	المورثات المكررة ذات التأثير التجميحي
		7	9	المورثات المتممة (المنتحية المكررة)
1	3		12	الفوقية التفقع السائد
	4	3	9	التفوق المنتحي
1			15	مورثات مضاعفة التأثير
	3		1+12 = 13	التفاعل السائد و المنتحي
3	3	3	9	تفاعلات لا توجد فيها تفوق

1- المورثات المكررة ذات التأثير لتجميحي:

إذا كانت الحالة السائدة (نقية أو هجينة) على إي من الموقعين الوراثيين ولبس كليهما تنتج نفس النمط الظاهري. فإن نسبة متدل التقليدية في هجونة ثنائية 1:3:3:9 تعدل لتنتج: 1:6:9

هذه الحالة درست على صفات القرع الصيفي ولثماره 3 أشكال: مفلطح، كروي، متطاوول. بينت التجارب أنه عندما أخذن بدور من نبات ثماره كروية من منطقة جغرافية معينة وزرعت فإنها تعطي دوما نبات ثماره كروية وعندما زرعت بدور مأخوذة من نباتات كروية الثمار من منطقة جغرافية ثانية فإنها كانت تعطي دوما نباتات كروية الثمار. مما يدل على أنها نقية كذلك.

- لكن عندما أجري التهجين بين نباتات كروية من المنطقة 1 مع نباتات كروية من المنطقة 2 ظهرت أفراد الجيل الول وكانت كلها مفلطحة 100% وعندما تركت F₁ تلقح نفسها ذاتيا ظهرت أفراد الجيل الثاني نباتات مفلطحة الثمار وكروية الثمار ومتطاولة الثمار ونسبها كانت كالتالي: 9 : 6 : 3 .

- من أجل التحليل المورثي لهذه النتائج يمكننا أن نستنتج أن صفة تشكل الثمرة ناتجة عن تأثير شفعين من المورثات المختلفة (موقعان وراثيان مختلفان وذلك بسبب وجود الرقم 16 في مقام الكسر . لكن الغريب في الأمر هو:

- الجيل الأول لا يشبه أي من الأبوين

- ظهور شكل جديد (شكل المتطاوول) في الجيل الثاني يختلف عن كلا الأبوين وعن الجيل F₁.

كروي نقي x كروي نقي: الأباء

مفلطح 100%: F₁

كروي + مفلطح + متطاوول : F₂

$\frac{1}{16}$ $\frac{6}{16}$ $\frac{9}{16}$

ولهذا لا يمكن تفسير هذه الحالة إلا إذا اعتبرنا وجود مورثتين الساندتين ومختلفتين ومسئولتين عن ظهور الشكل الكروي : صفة الشكل الكروي تنتج إما إذا المورثة السائدة A أو عن المورثة السائدة المختلفة عنها B وبالتالي فإن التركيب الوراثي للأب الكروي هو AAbb والأب الثاني النقي هو aaBB

أما الأفراد المفلطحة في الجيل الأول فتظهر نتيجة لاجتماع المورثتين السائدتين المختلفين وبالتالي التركيب الو راثي لأفراد F_1 المفلطحة هو $AaBb$

وبالتالي يمكننا استنتاج بأن نتيجة التقح الذاتي للفرد المفلطحة هي 3 أنماط ظاهرية بالنسب التي ذكرناها سابقا:

$$\frac{9}{16} : \frac{6}{16} : \frac{1}{16}$$

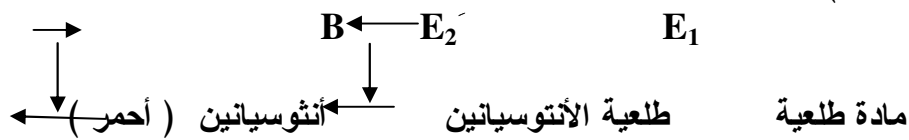
أي أن اجتماع المورثتين مع بعض أو انفصالها عن بعض تعطينا نمط ظاهري جديد (مفلطح أو متناول)

2- المورثة المتممة:

هي الحالة التي يؤدي فيها وجود مورثتين سائدتين مختلفتين إلى ظهور صفة معينة ولا تستطيع أي منها منفردة أن تظهر هذه الصفة. ولكن بتوقف عمل المورثة الأولى على الثانية و العكس صحيح. فعندما تتواجد المورثتان السائدتان معا فإن إحداهما يتم الآخر وينتجا نمطا ظاهريا معين.

مثال: ←

أنثوسيانين (أحمر)



أي : A-B- حمراء

A-bb- أبيض-
aaB- أبيض
aabb أبيض

غياب أحد المورثات A أو B أو المورثتين A و B معا تؤدي إلى ظهور اللون الأبيض. فعندما تظهر أفراد لها نفس النمط الظاهري ولها تراكيب وراثية متنحية نقية في موقع واحد. أو في كلا الموقعين فإن نسبة متدل التقليدية في هجونة ثنائية تتعدل لتصبح 9 : 7 والمورثات السائدة عندما تتواجد مع بعضها فإن إحداهما يتم الأخرى وينتج نمطا ظاهريا مختلفا .

درست هذه الظاهرة على نبات << الجلاب العطري >> وتوجد منه سلالتان, سلالة: حمراء الأزهار و سلالة بيضاء الأزهار.

وقد بينت التجارب أن صفة اللون الأحمر سائدة على صفة اللون الأبيض وكما أظهرت الدراسات أن العروق البيضاء نابذة تقريبا (نقية)

لكن لاحظ بعض الباحثين أنه عندما يحدث تهجين بين : عروق بيضاء مأخوذة من منطقة جغرافية 1 مع عروق بيضاء أخرى مأخوذة من منطقة جغرافية 2

أن أفراد الجيل الأول جميعها كانت حمراء اللون وعند ما تركت F_1 تلقح نفسها ذاتيا ظهرت أفراد الجيل الثاني بالنسب التالية : حمراء 9 : بيضاء 7

وهكذا بسبب وجود الرقم 16 في مقام الكسر، يبدو أن صفة لون الزهراء ناتجة عن تأثير شفيعين مورثتين مختلفين.

وبافتراض A : مورثة اللون الأبيض

B : مورثة اللون البيض

فاللون الأحمر يظهر من اجتماع هاتين المورثتين A + B

فاللون الأبيض ينتج عند غيابهما معا أو غياب أحدهما

وعلى هذا الأساس تكون التراكيب الوراثية للأباء والجيل الأول والثاني كالتالي:

الأباء : بيضاء x بيضاء نقية (1)

AAbb x aaBB
 حمراء اللون : F₁
 F₂ 9 حمراء : A-B : 7 بيضاء :

16

A-bb ,aaB- ,aabb

16

- الفوقية : أو التقنع : Epistasie
 أ- التفوق السائد :

عندما تنتج المورثة السائدة في احد الموقعين الوراثةيين A مثلا نمطا ظاهريا معينا بصرف النظر عن الصفة المورثة السائدة في الموقع الوراثةي ا
 لآخر المختلف عن الأول B. فيقال على الموقع A أنه متفوق على الموقع B. ونظرا لأن A تعبر على نفسها بوجود B أوفي غيابها . بينما المورثة B لا تستطع التعبير عن نفسها بوجود A وهي تعبر على نفسها في غياب A. وعلى هذا فإن التراكيب A-B- و A-bb نفس النمط الظاهرية بينما aaB و aabb تنتج نمطين ظاهريين . وبالتالي تتعدل نسبة مندل التقليدية لتصبح : 12 : 3 : 1 :
تجربة :

• ثمار القرع الصيفي لها 3 سلالات: أخضر - أبيض - أصفر
 عندما أجراء تهجين بين سلالات خضراء نقية مع سلالات بيضاء نقية . ظهر أفراد الجيل الأول ذات ثمار بيضاء وبعد التلقيح الذاتي نتج أفراد الجيل الثاني وهي : بيضاء - صفراء-خضراء بنسب على التوالي
 12 : 3 : 1 :

16 16 16
 بيضاء نقية x خضراء نقية
 aabb AABB

F₁ AaBb

: F₂

خضراء 1 خضراء 3 صفراء 12 بيضاء
 16 16 16 16 16

وهنا أيضا نقول بسبب وجود الرقم 16 في مقام الكسر أن صفة اللون ناتجة عن تأثير شفيعين مورثيين فإذا فتضرننا إن A مورثة اللون الأبيض و B مورثة اللون الأصفر
 وان A تغطي آثار B وعلى هذا الأساس تكون تراكيب الآباء و F₂ و F₁ كالتالي:
 (ب) التفوق المتنحي :

إذا كان التركيب الوراثةي المتنحي لإحدى الموقعين الوراثةيين يكتب تعبير مورثات الموقع الآخر المختلف عنه فإنه يقال للموقع الأول أنه يظهر تفوقا متنحيا على الثاني فقط. إذا وجدت المورثة المتنحية في الموقع المتفوق ز تستطيع مورثات الموقع المتفوق عليه أن تعبر عن نفسها . وفي مثل هذه الحالات تنتج التراكيب الوراثةية: aaB- و aabb نفس النمط الظاهري .

9 : A- B-
 3 : A-bb
 : aa B-
 +
 4 : Aabb

بينما التراكيب الوراثةي : A- B- و A- bb تنتج نمطين ظاهريين وبالتالي فإن نسبة مندل التقليدية تتعدل لتصبح : 9 : 3 : 4 :
 مثال : أجراء التهجين التالي بين النباتات :

الآباء : حمراء نقية x بيضاء نقية
AABB aabb

F₁ : حمراء 100% AaBb

F₂ :
9 حمراء 3 صفراء 4 بيضاء
16 16 16

كيف تفسر هذه النتائج وراثيا؟ وما هي التراكيب الوراثية؟

- سبب وجود الرقم 16 في مقام الكسر صفة الناتجة يحكمها شفعان مورثان :

- A : مورثة اللون الأحمر سائدة على a : مورثة اللون الأبيض

- B : مورثة اللون الأصفر B > b

- صفراء : 3 B-aa 16

- حمراء : 9 A-B- 16

- بيضاء : 4 aabb 16

3- المورثات المضاعفة التأثير

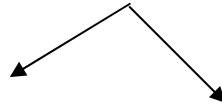
أجريت تجارب على نباتات << شربة الراعي >> في هذا النبات . الثمرة ثلاثية الشكل وبيضاوية الشكل .

أجري التهجين بين نباتات

الآباء :

بيضاوية نقية x مثلثي نقية
aabb AABB

F₁ : مثلثية الثمار 100% AaBb



15 مثلثية A-B- 16
بيضاوي 1 aabb 16

من أجل تفسير هذه النتائج . وجود الرقم 16 . صفة واحدة تتحكم فيها شفعين صبغيين

A : مورثة الشكل المثلثي للثمار بينما a مورثة الشكل البيضاوي للثمار

B : مورثة الشكل المثلثي للثمار بينما b مورثة الشكل البيضاوي للثمار

5 - التفاعل السائد والمتحي :

نسبة مندل التقليدية تتعدل إلى 13 : 3 . عندما ينتج التركيب السائد لأحد الموقعين الوراثةيين A- و التركيب

المتحي للموقع الوراثةي الآخر المختلف عن الأول bb نفس النمط الظاهري . عند إجراء تهجين بين سلالة

بيضاء الأزهار نقية من منطقة جغرافية معينة 1 مع سلالة بيضاء الأزهار نقية من منطقة جغرافية ثانية :

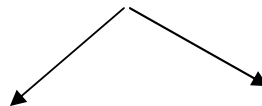
سلالة بيضاء نقية 1 x سلالة بيضاء نقية 2

AABB X aabb

بيضاء 100%

AaBb

تلقيح ذاتي



بيضاء 13 16

ملونة 3 16

من أجل تفسير هذه النتائج مورثيا نفترض أن: A هي مورثة اللون الأبيض وهي تكبث تعبير مورثة اللون B ،
حيث : $A > a$ و $B > b$

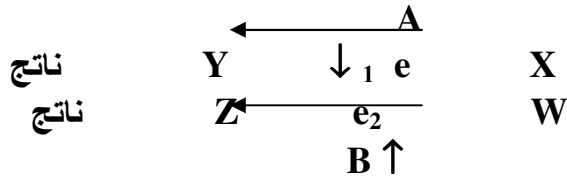
أما aabb : أبيض 1

A-B- : أبيض 9

A-bb : أبيض 3

B-aa : ملون 3

تفاعلات لا يوجد فيها تفوق: يمكن لتفاعل وراثي أن يحدث بدون تفوق إذا ساهمت كل من النواتج النهائية لسلاسل تفاعل مختلفة بنفس الصفة . لون الأزهار عند نبات البنفسج وهو يعود كما ذكرنا إلى وجود أصبغة أنتوسيانية يجرى اصطناعها فقط بوجود مورثات سائدة A و B .



النمط الظاهري	التركيب الوراثي	نواتج نهائية	
ملونة	B- A-	W+y	وجود A+B
لون خاص ب Y	A- bb	Y + Z	غياب B وجود A
لون خاص ب W	Aa B-	X+W	غياب A وجود B
أبيض	aabb	X+Z	غياب A و B

تظهر في الحالة نسب مشابهة لنسب متدل التقليدية: 9:3:3:1

1 الاحتمالات وعلم الوراثة

الإحتمال : P وهو نسبة إحتمال وقوع حدث معين على الأحداث الكلية الممكنة

$$P = \text{عدد الحالات الملائمة} / \text{عدد الحالات الكلية الممكنة} : \text{التكرار}$$

قيم افحتمال تتراوح بين 0 و 1

$$P=0 \text{ عدم وقوع الحدث}$$

$$P=1 \text{ يعني حدث واقع } 100\%$$

ويعبر عنها بأعداد كسرية وأحيانا عشرية

تنقسم الإحتمالات الى

1- بسيطة

- مثال : ماأحتمال حصول على الرقم 2 عند رمي حجر النرد = 6/1 : بوجود 6 أوجه

- ماأحتمال الحصول على عروس تشتمل المورثة R من فرد هجين Rr : 2/1

- ما أحتمال الحصول على وجه الكتابة عند رمي قطعة نقود معدنية = 2/1

هذه المبادئ الإحتمالية لا تنطبق إلا على عدد كبير من التجارب التي تقام عشوائيا

2- **مركبة** : هي إحتمالات وقوع عدة أحداث معا وبشروط خاصة . هناك بعض القوانين التي تنظم حساب

الإحتمالات المركبة بدأ من الإحتمالات البسيطة نجدها في ما يالي:

المبدأ الأول : الحدث الإحتمالي مستقل عما يسبقه وعما يليه من أسباب .

• إذا رمينا قطعة نقود 5 مكرات وجاء وجه الكتابة في 4 رميات فماهو إحتمال مجئ الظهر في الرمية

$$\text{الخامسة} = 2/1$$

المبدأ الثاني : جداء الإحتمالات : وهو إحتمال وقوع حدثين أو ثلاث أو أكثر مثلا يساوي جداء إحتمال الحدث

الأول مستقبلا X جداء إحتمال الحدث الثاني مستقبلا X جداء إحتمال الحدث الثالث مستقبلا

أي بعبارة أخرى يساوي : حاصل ضرب إحتمال كل من الأحداث بشرط أن تكون مستقلة عن بعضها البعض أي

$$P(A,B,C) = P(A) \times P(B) \times P(C) \text{ هذه إحتمال وقوع } A, B, C$$

أمثلة :

• ماأحتمال الحصول على وجه الكتابة عن رمي قطعة نقود مرتين = 4/1

• ماأحتمال الحصول على وجه الكتابة عن رمي قطعة نقود ثلاثة مرات = 8/1

• في تهجين Aa x Aa ماأحتمال الحصول على فرد AA

$$** \text{ إحتمال الحصول على عروس ذكورية} = 2/1$$

$$** \text{ إحتمال الحصول على عروس أنثوية} = 2/1$$

$$**** = 2/1 \times 2/1 = 4/1$$

ملاحظات :

1- الأحداث الإحتمالية تقع بصورة مرتبة وعندها يطبق هذا المبدأ : جداء الإحتمالات بصورة مباشرة

الاحتمالات مرتبة : عند رمي 3 قطع نقود , ما احتمال ظهور الوجه في القطعة الأولى والظهر في القطعة الثانية والوجه في القطعة الثالثة = $2/1 \times 1/2 \times 8/1$

2- الأحداث تقع بصورة عشوائية غير مرتبة
ما احتمال ظهور الوجه والظهر معا عند رمي قطعتين نقود أي بأي ترتيب ؟

	القطعة 2	القطعة 1	
الحالة 1	الوجه 2/1	الظهر 2/1	4/1
الحالة 2	الظهر 2/1	الوجه 2/1	4/1
الاحتمال المشترك : $4/1 + 4/1 = 4/2$			$2/1 =$

مبدأ جمع احتمالات

* ما هي الاحتمالات الممكنة عند رمي قطعتين نقود؟

الإحتمال الجزئ	القطعة 2	القطعة 1	الحالة
4/1	وجه	وجه	1
4/1	ظهر	ظهر	2
4/1	ظهر	وجه	3
4/1	وجه	ظهر	4
$1 = 4/4$	الإحتمال المشترك = 1		

أي حالة من هذه الحالات سوف تأتي

• عندما يكون لدينا 3، 4، ... 10 قطع يزداد عدد القطع وتزداد عدد الاحتمالات الممكنة وعندها يصعب تطبيق الطريقة السابقة ولذا نلجأ لتطبيق المفكوك ثنائي الحد

حيث

P : احتمال ظهور الحدث الأول

Q : احتمال ظهور الحدث الثاني

n : عدد القطع النقدية أو عدد الأفراد

مثال: ما هي الاحتمالات الممكنة عند رمي 5 قطع نقود معا

$$(P+Q)^5 = 1P^5 + 5P^4Q + 10P^3Q^2 + 10P^2Q^3 + 5PQ^4 + Q^5$$

- الحد الأول معامله 1 ويعطينا احتمال مجئ الوجه في كل قطع النقود $(2/1)^5$
- الحد الثاني ومعامله 5 ويعطينا احتمال مجئ 4 قطع وظهر في قطعة واحدة وعلى هذا توجد 5 طرق المعامل = 5 يمكن أن يظهر فيها الوجه في 4 قطع ظهر في قطعة واحدة وعليه يكون احتمال المشترك لظهور الوجه في 4 قطع و الظهر في قطعة واحدة $(2/1)^5 \times 5$
- الحد الثالث معامله = 10 ويعطينا احتمال ظهور 3 وجوه وظهرين والاحتمال المشترك $(2/1)^5 = 10$
- الحد الربع معامله 10 ويعطينا احتمال ظهور وجهين و3 ظهور والاحتمال المشترك $(2/1)^5 = 10$
- الحد الخامس معامله 5 ويعطينا احتمال مجئ وجه 4 ظهور والاحتمال المشترك $(2/1)^5 = 5$
- الحد السادس معامله 1 ويعطينا ظهور في جميع القطع $(2/1)^5$

هنا يجب أن نلاحظ مجموع من الاحتمالات الكلية = 1 أي أن هذه هي الاحتمالات الممكنة الكلية ولا توجد حالات أخرى وهذا هو بالضبط المبدأ الثالث مبدأ جمع الاحتمالات ويطبق هذا المبدأ على الأحداث المتنافية . أي عندما وقوع حدث يمنع وقوع الحدث الأخر ويمكن التعبير عنه بصورة أخرى : احتمال وقوع حدث أو آخر يساوي حاصل جمع احتمالات كل منهما مستقلا بشرط يكون أحدهما يمنع حصول الأخر , أمثلة :

- ماأحتمال مجئ الوجه أو الظهر عند رمي قطعة نقود مرة واحدة ؟ $1 =$
 - ماأحتمال مجئ الرقم 2 أو 5 عند رمي حجر النرد مرة واحدة ؟ $3/1 =$
 - ماأحتمال ظهور العروس A أو a من عند فرد تركبه الوراثة Aa ؟
- في كثير من الأحيان يجرى استخدام المبدأين 2 و 3 معا كما في الأمثلة التالية
- ماأحتمال الحصول على الرقم 7 عند رمي حجرتين نقود؟ $6/1 =$

الحالات الممكنة	6	5	4	3	2	1	الرمي القطع
	3	4	2	5	6	1	القطعة 1
	4	3	5	2	1	6	القطعة 2
36/6 6/1=	36/1	36/1	36/1	36/1	36/1	36/1	الإحتمالات

- ماأحتمال الحصول على وجهين أو أكثر عن رمي 4 قطع نقدية ؟

$$(P+Q)^4 = P^4 + 4P^3Q + 6P^2Q^2 + 4PQ^3 + Q^4$$

- ماأحتمال الحصول على ولدين و3 بنات من تزواج امرأة ورجل

$$(P+Q)^5 = 1P^5 + 5P^4Q + 10P^3Q^2 + 10P^2Q^3 + 5PQ^4 + Q^5$$

$$P = 10P^3Q^2 = 10(1/2)^5$$

• في التهجين التالي Bb x Bb ماأحتمال الحصول على أفراد Bb أو أفراد BB

• إحتمال الحصول على BB $BB \frac{1}{4} = \frac{2}{1}B \times \frac{2}{1}B = BB$

• $Bb = \frac{1}{4} = \frac{1}{2}B \times \frac{1}{2}b = Bb$

• +

$Bb = \frac{1}{4} = \frac{1}{2}B \times \frac{1}{2}b = Bb$

الجواب على السؤال $\frac{3}{4} = \frac{4}{1} + \frac{2}{1} =$

2. في التهجين Aabb x AaBb

3. ماأحتمال الحصول على فرد AaBb ؟

4. التركيب AaBb يمكن الحصول عليه بإنتاج الأعراس التالية :

الأفراد	أعراس الأنثى	أعراس الذكر
AaBb	$\frac{2}{1} = ab$	$\frac{2}{1} = AB$
AaBb	$\frac{2}{1} = aB$	$\frac{2}{1} = Ab$
AaBb	$\frac{2}{1} = Ab$	$\frac{2}{1} = aB$
AaBb	$\frac{2}{1} = AB$	$\frac{2}{1} = ab$

5. الاحتمال المشترك $\frac{4}{1} = \frac{16}{4} =$

ملاحظات أولى على الاحتمالات

- معظم الإحتمالات الوراثية مشنقة من النصف مرفوع إلى قوى ما $\frac{2}{1}n$ لأت كل صفة ممثلة بشفح مورثي

في التركيب الوراثي ويذهب كلواحد متهما ضمن العروس عند حصول الميوي .

2- يلاحظ عن المفكوك دي الحدين ما يالي :

- معاملات الحدود متناظرة حول المنتصف أي أن معامل $Q_n = P_n$

- عدد الحدود في المفكوك يساوي $n+1$

- مجموع قوى أو الأسس كل من Q و P n دوما

- يتبع هذا التوزيع المتغيرات التي تظهر على شكلين مثلا : جنس المولود : بنت أو ذكر وجهي قطعة نقود

وجه . ظهر

* ماأحتمال مجيء وجه قطعة نقود 3مرات وظهر قطعة نقود مرتان عند رمي قطعة نقود خمس مرات ؟

الحل :

P : احتمال ظهور الحدث الأول : الوجه

Q : احتمال ظهور الحدث الثاني : الظهر

n : عدد الرميات = 5

$$(P+Q)^5 = 1P^5 + 5P^4Q + 10P^3Q^2 + 10P^2Q^3 + 5PQ^4 + Q^5$$

الحالة الملائمة: $10(1/2)^5$

تطبيق :

* ماأحتمال مجيء وجه قطعة نقود 10 مرات وظهر 5 مرات عند رمي هذه القطعة 15 مرة ؟

يعبر على مفكوك ذو الحدين ما يلي:

$$(p+q)^n = \sum_{k=0}^n p^{n-k} q^k = \sum_{k=0}^n C_k^n p^{n-k} q^k = \sum_{k=0}^n \frac{n!}{(n-k)!k!} p^{n-k} q^k$$

حيث C_k^n ترمز للتوافيق التي يمكن عملها بعدد k مأخوذة من العدد الكلي n أي

C_k^n : عدد الطرق وتحسب هذه التوافيق بالشكل التالي: $n! = C_k^n$ للفائدة الواضحة لهذه الطريقة أنه

يمكن بواسطة $(n-k)!k!$

حساب إحتمال وقوع حدث معين دون الحاجة الى إستخراج جميع الأحداث الأخرى . ففي مثالنا السابق نجد

$$C_5^{15} = \frac{15!}{(15-5)!5!} p^{10} q \quad 1/2 = p = q$$

• مثال : ماأحتمال ولادة 3 بنات وولدين في عائلة

عدد الطرق = 10

$$10 \left(\frac{1}{2}\right)^5 = P^3 Q^2 10 = \frac{5!}{2!3!} = {}^5_2 C = \text{الاحتمال}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^5$$

بحيث يجب جمع كل الأعداد termes بأحد k من سفر إلى n $k=0$ **

التوزيع المتعدد

يمكن تعميم التوزيع الثنائي إلى عدد مختلف من المتغيرات (n) الأحداث e_1, e_2, \dots, e_k لهم الاحتمالات

المتتالية للظهور P_1, P_2, \dots, P_k إحتمال هذه الأحداث e_1, e_2, \dots, e_k تظهر على التوالي k_1, k_2, \dots, k_n مرة هي =

$$P = \frac{N!}{k_1! k_2! \dots k_n!} \times p_1^{k_1} p_2^{k_2} \dots p_n^{k_n}$$

$$P_{k_1} P_{k_2} \dots P_{k_n}$$

$$N = k_n + \dots + k_2 + k_1 \text{ حيث}$$

$$k_n! \dots k_2! k_1!$$

مثال : وردى x وردى

$$Aa \times Aa : P$$

$$AA \quad Aa \quad aa : F1$$

أبيض وردى أحمر

في مثال هذا التهجين ماهر احتمال الحصول على 1 أحمر : 2 وردى : 1 إبيض من بين أربعة أفراد

$$N=4 -$$

$$P_3=1/4 \quad ; \quad P_2=1/2 \quad ; \quad P_1=1/4 \quad K_3=3! \quad ; \quad K_2=2! \quad ; \quad K_1=1!$$

$$\text{من تم الإحتمال المطلوب} = \frac{4!}{1! 2! 3!} = (1/2)^2 \times (1/4)^1 \times (4/1)^1 \times$$

$$1! 2! 3!$$

ماهو إحتمال الحصول على 4 أفراد حمراء ، 5 وردى ، 3 أبيض ؟

$$\frac{(1)^4 \times (1)^5 \times (1)^3 \times 12}{4! 5! 3! 4!}$$

ختبار نتائج التهجينات مع الفروض النظرية :

$$\frac{\sum (O - E)^2}{E} = X^2 \quad \text{اختبار مربع كاي}$$

يعتبر من الوسائل المهمة في تحديد مقدار حسن المطابقة في تهجين معين بين النتائج المشاهدة الفعلية (O) وتلك المتوقعة (E) بناء على فرص نظري فيجدي استخدام من أجل معرفة مقدار الانحراف المسموح به إحصائيا عن النتائج النظرية .

$$\frac{\sum (O - E)^2}{E} = X^2$$

Σ = يشير إلى جمع كل فئات التجارب (الأنماط الظاهرية مثلا)

O = الأعداد المشاهدة أو التكرارات المشاهدة

E = الأعداد المتوقعة أو التكرارات المتوقعة

O - E = مقدار انحراف الأعداد المشاهدة عن المتوقعة

إذا كان الانحراف صغيرا كانت قيمة X^2 قريبة من الصدفية وتكون المطابقة حسنة

وكلما ازدادت قيمة X^2 يزداد الانحراف وبالتالي تكون المطابقة غير جيدة أو أن هناك فروق كبيرة بين النتائج المشاهدة والمتوقعة.

الآباء: سلالة نقية طويلة سلالة نقية قصيرة

TT tt

Tt : 100% طويلة : F₁

تلقيح ذاتي

T- 3/4 tt 1/4 : F₂

النتائج المشاهدة: 787 طويل 277 قصير

النتائج المتوقعة: 797 طويل 266 قصير

والآن نريد أن نعرف فيما إذا كانت الفروق بين النتائج المشاهدة والمتوقعة ترجع للصدفة لذا نلجأ إلى حساب X^2 إلى درجة احتمال تبيننا إذا كان انحراف يعود للصدفة.

- ومن أجل ذلك يجب أولا التعرف على مفهوم درجات الحرية التي تبين عدد الفروق المستقلة الممكن

إجراءها. وهي تشير إلى عدد الفئات التي حجمها يجب أن تكون معروفة وبصورة عامة عدد درجات الحرية

في تجارب من هذا النوع = عدد المتغيرات N التي تشملها الدراسة - 1 أي بمعنى أخرى: { N - 1 }

- إستخلاص درجة الحرية :

نمط الهجونة	عدد الأنماط الظاهرية في F^2	درجة الحرية
1	2	1
2	4	3
3	8	7
n	2^n	$2^n - 1$

• لنرى مرة أخرى ونطبق ما ذكرناه و نحسب مربع كآي

الأنماط الظاهرية	الأعداد المشاهدة O	الأعداد المتوقعة E	O-E	$(O-E)^2$	$\frac{(O-E)^2}{E}$
طويلة	787	798	-11	121	0.15
قصيرة	277	266	+11	121	0.45
المجموع	1064	1064	0		$^2X = 0.60$

• ومن ثم تحويل 2X إلى درجة احتمال:

• تحويل مربع كآي إلى درجات احتمال:

- نقارن هذه القيمة الجدولية القابلة لها عند العدد المناسب من درجات الحرية (في مثالنا عند درجة الحرية 1) وهي كما نرى من الجدول: تقع في السطر الأول بين القيمتين: 0.46 و 1.07 التي تقابل احتمالين: 0.50 و 0.30 على التوالي . وهذا يعني أن مقدار الانحراف في نتائجنا يمكن توقعه بالصدفة في أكثر من 30% وأقل من 50% من عدد لا نهائي من التجارب بأحجام مماثلة.

- ولما كانت قيمة X^2 المحسوبة (0.60) أقل من قيمتها المستخرجة بدرجة حرية 1 وبمستوى معنوية 5% والتي تقابل $X^2 = 3.84$ فهذا يعني أن الفروق غير معنوية أي بمعنى آخره هذه النتائج المشاهدة تتفق مع الاحتمالات المتوقعة حسب مبدأ متدل الأول (3 : 1)

تمرين تطبيقي:

- تم إيجاد سلالات معنية من نبات الكتان تبدي مقاومة مختلفة إزاء عروق فطرية معينة تدعى: صدأ الكتان. فمثلا تبدي السلالة 770B مقاومة إزاء الصداء من العرق 24 ولكنها حساسة للصداء من العرق 22 بينما سلالة الكتان Bombay مقاومة للعرق 22 وحساسة للعرق 24

- عند إجراء تهجين بين السلالة 770B مع السلالة الثانية كان الهجين الناتج مقاوما لكلا العرقين الفطريين (

24-22)

- وعندما تركزت F_1 تلقح نفسها ذاتيا ظهر F_2 بالأعداد المظهرية التالية.

		العرق 24	
		مقاومة	حساسية
العرق 22	مقاومة	110	43
	حساسية	32	9

- 1- أوضع كيف يجرى توارث هذه الصفات
- 2- إستاد إلى التوضيحات في 1. ماهو العدد المتوقع لكل نمط ظاهري في F_2 ؟
- 3- أختبر افتراضك باستخدام X^2 .
- الحل: 1- يجرى توارث هذه الصفات وفق مبدأ متدل الثاني (وشفع من المورثات محمولة على شفح من الصبغيات)

الأعداد الفعلية المشاهدة

2- مقاومة 22 مقاومة 24 = 110

- مقاومة 22 حساسة 24 = 43

- مقاومة 24 حساسة 22 = 32

- حساسة 24 حساسة 22 = 9

المجموع = 194

الأعداد المتوقعة

$109 = \frac{9}{16} \times 194$

$36 = \frac{3}{16} \times 194$

$36 = \frac{3}{16} \times 194$

$12 = \frac{1}{16} \times 194$

$\frac{(O-E)^2}{E}$	O	- (E) ²	O - E	E	O	أنماط الظاهرية
0.009	1	+1	109	110	م24 م22	
1.36	49	7	36	43	ح24 م22	
0.44	16	-4	36	32	ح22 م24	
1.32	9	-3	12	9	ح24 ح22	
$X^2 = 2.56$					المجموع	

49	ADN-
58	: ARN-
59	- أنواع الحمض النووي الريبسي
59	- عملية النسخ
62	- الشفرة الوراثية وخصائصها
63	- الترجمة وتشكل البروتينات
66	- التغيرات الوراثية أو الطفرات
70	- وراثة البكتريا والفيروسات :
71	- وراثة البكتريا:
74	الاقتران البكتيري: العمل الجنسي F؛ البكتريا HFr وتحديد الخريطة الوراثية
75	الإستئقال الوراثي : العام والمتخصص ووضع الخريطة الوراثية
78	الإستئقال الجنسي العام والمتخصص ووضع الخريطة الوراثية
79	- وراثة الفيروسات:
82	- التركيب الدقيق للمورثة :
85	- العلاقة : المورثة- الأنزيم
88	- العلاقة : المورثة- بروتين
100	مثال : الأمراض الإستقلابية
102	- التنظيم المورثي
105	الهندسة الوراثية:
106	- المبادئ العامة
107	- التطبيقات

الأحماض النووية: A D N - A R N

A D N - 1

- هو الحمض النووي منقوص الأكسجين : **Acide désoxyribonucléique**

- جزئ كبير متعدد النيوكليوتيدات

- يكون المادة الوراثية لأغلب الكائنات الحية.

ماهي الاكتشافات المهمة :

- 1869 ميشار Meisher يعزل مادة وراثية في الحيوانات المنوية لسماك السمون

- 1944 تجربة Avery ,Mac leod ,Mac Carty تبين من خلال مبدأ التحول العصي (البكتريا) التهاب

الرئتين : Pneumocoque تبين أن A D N هو رازكة الوراثة .

- في عام 1935 crick وWatson يفترضون نظريته الهيكلي الحلزوني المزدوج .

تواجد A D N :

يوجد في معظم الكائنات الحية إلا في بعض الفيروسات (ribovirus) أين يعوض ب A R N

عند حقيقيات النوى يوجد A D N نووي باختلاف مع أحاديات الخلايا و الفيروسات أين A D N متحد مع البروتينات في تركيب يسمى بالكروماتين .

خلايا حقيقيات النوى تحتوي على A D N آخر ضمن chloroplastes في النبات و الميتوكوندريا mitochondries في الحيوان والنبات

المادة الكيميائية:

جزئ A D N مكون من سلسلتين متعددة النيوكليوتيدات. وكل نيوكليوتيدة مكونة من حمض فسفوري - P - مرتبط بسكر والدي بدوره مرتبط بقاعدة.

السكر خماسي منقوص الأكسجين.

هناك أربع أنواع من القواعد:

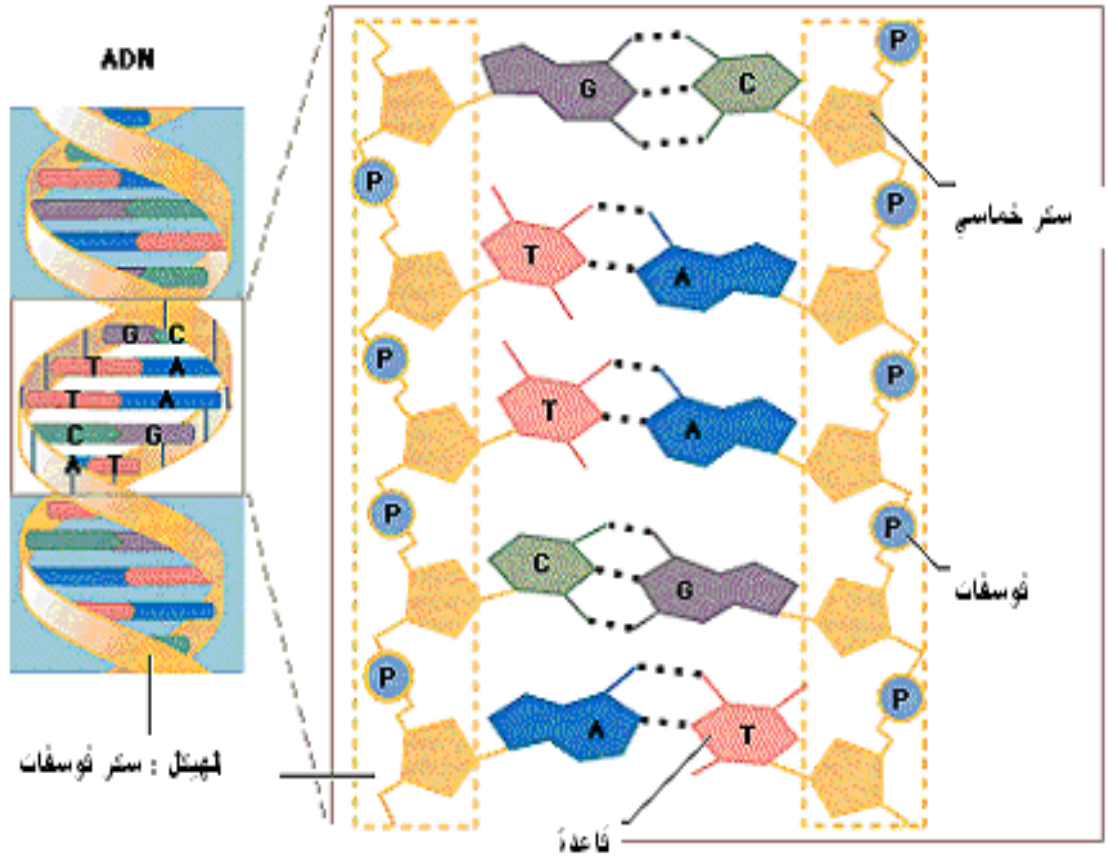
اثنان منها وهي الأدينين: Adénine والغوانين: Guanine برينية Puriques

بينما التيمين: Thymine و السيتيزين: Cytosine تكون بريميدينية: Purimydiques .

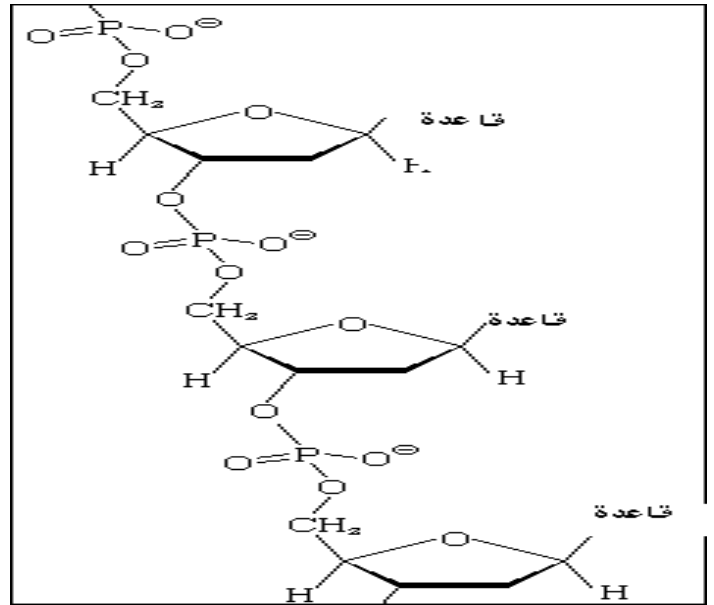
طبيعة القواعد مثلًا أدينين تحدد طبيعة النيوكليوتيد مثلًا الحمض أدنيليك.

- النيوكليوزيد مكون من قاعدة وسكر خماسي وهذا ما هو موضح في الشكل التالي :

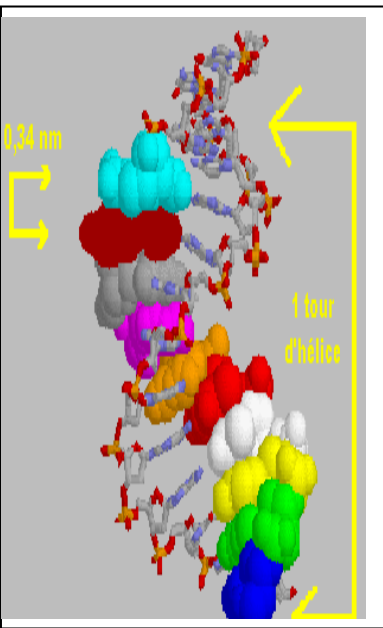
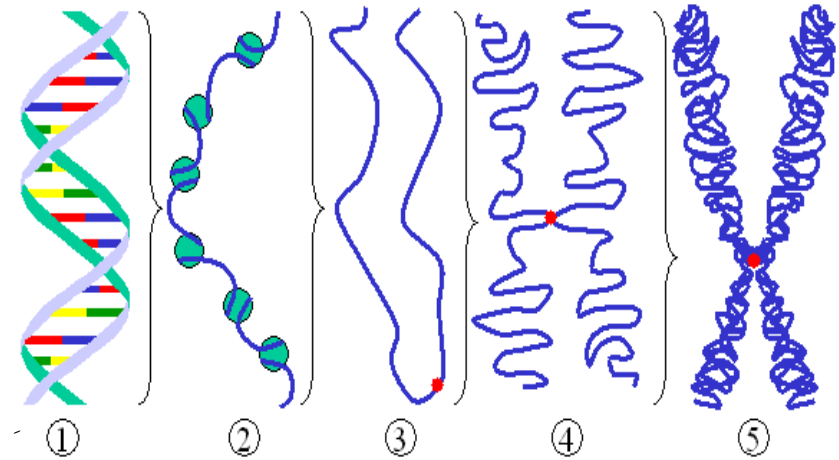
الشكل رقم : 10 التركيب الكيميائي A DN و تشكيلها على شكل حلزوني



الشكل 11: البنية الحلزونية لجزء A DN



هيكل لADN و كيف تتشكل البنية الحلزونية



جزء ADN والمراحل التي يمر بها :

- 1: الشكل الحلزوني لجزء ADN + البروتينات 3 : سلسلة أحادية ADN
 2: أجزاء ADN
 3: سلسلة مزدوجة لADN
 4: سلسلة مزدوجة لADN
 5: تكتف سلسلة ADN وتعطي صبغي

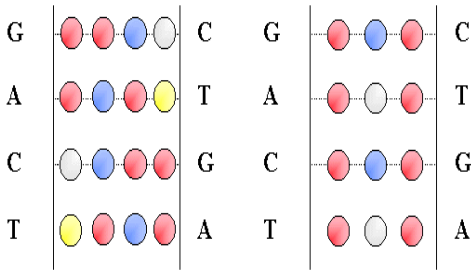
- في كل نيوكليوتيد الحمض الفسفوري متحد مع الكربون 5' لسكر من جبهة و متحد مع الكربون 3' لسكر النيوكليوتيد السابق. فهذه الروابط 5'-3' Phosphodiester تضمن تسلسل النيوكليوتيدات.
- السلسلة متعددة النيوكليوتيدات موجهة دوما 5'-3' وتحتوي على نيوكليوتيد أخير حامل ل3'هيدروكسيل-
 oH.

- تقريبا كمية القواعد البريميدينية بحيث:
- $T+C/A+G=1$ في كل نوع تكون نسبة $G+C/A+T$ محددة للنوع.
- فهي اكبر من عند حقيقيات النوى وتكون منحصرة بين 0,35 و 2,70 لأحادية النوى .

الشكل التالي يبين تدقيق في العناصر التي تكون جزئ ADN
البنية الأولية: تكامل القواعد:

البنية الثلاثية

الهيكل الأولي والتركيب الكيميائي لADN

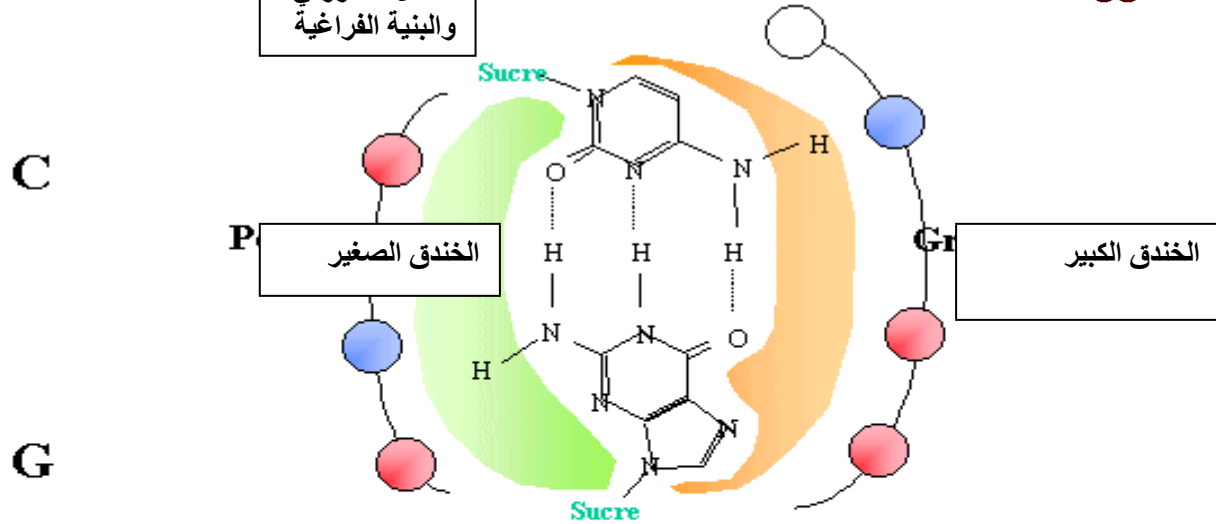


Grand sillon

الشكل الحلزوني
والبنية الفراغية

الخدق الكبير

الخدق الصغير



قابل لرابطة H



معطي لرابطة H



méthyle



hydrogène

البنية الثنائية:

- جزئ ADN يحتوي على سلسلتين منعكستين و غير متوازيتين
- الهيكل الحلزوني مركب من تسلسل الأحماض الفسفورية و السكر منقوص الأكسجين .
- لكل سكر خماسي توجد قاعدة منحصرة عاموديا على الحلزون و بالتناظر توجد قاعدة مكملة تنتمي الى

النيوكليوتيد السلسلة الثانية .

- كل قاعدة برينية تتزاوج مع قاعدة بريميدينية و بالتالي :الأدينين تتكامل مع التايمين برابطتين هيدروجينية بينما الغوانين تتزاوج مع السيتوزين بثلاثة روابط هيدروجينية .
- نواة البرينية أكبر حجم من نوى القواعد البريميدينية .
- كل دورة (spire) تتكون من 10 أزواج من النيوكليوتيدات بتباعد 3.4 \AA . الدورات المتتالية تحدد الخندق الكبير. بين السلسلتين الحلزنتين يوجد خندق صغير .
- وعدة جزيئات تتواجد في هذه الخندق : منها الأنزيمات , الهستونات , مضادات الحيوية ... والتي تقوم بعدة وظائف .

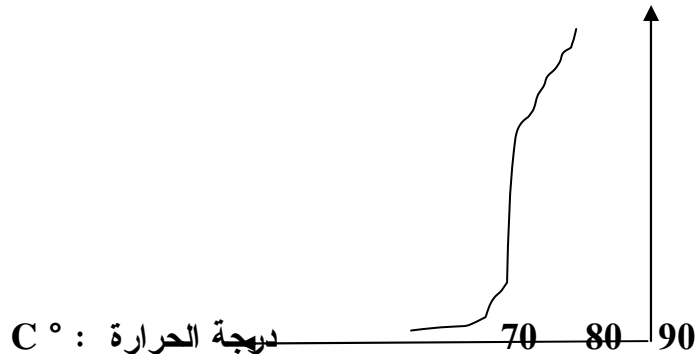
• التقييم:

- لتحديد طول جزيء A D N استعملت عدة تقنيات منها الطرد المركزي الدقيق ,الوسم الإشعاعي الذاتي , الملاحظة المجهرية التصويرية والإلكترونية ومنها توضح ان طول A D N عند عصي البكتريا يقارب 1.2م و يحتوي على $4.6 \cdot 10^6$ زوج من النيوكليوتيدات , خلية إنسانية أحادية (حيوان منوي) تحتوي على 1م من A D N ب $2.8 \cdot 10^9$ من النيوكليوتيدات

• الطبيعة الفيزيائية لـ ADN :

- جزيء ADN يمتص الإشعاعات فوق بنفسجية بشدة قصوة لطول موجة ضوئية 260ننومتر. عند قياس شدة الامتصاص نلاحظ أنها تتزايد بسرعة في حدود 80°C وهذه تمثل درجة الذوبان . وعند تسخيننا تدريجيا محلل لـ ADN ، إمتصاص الأشعة فوق البنفسجية U V (حيث الموجة الضوئية = 260ننومتر) تتزايد بسرعة في درجة الحرارة ($T_m = 83^{\circ}\text{C}$) التي تتغير حسب وجود المجموعة GC.
- عند 70°C درجة الذوبان تتزايد مع وجود ADN ذات النسبة G+C عالية . عند تسخين سريع فوق درجة ذوبان ثم تبرد تدريجيا ، السلاسل تتجمع في المناطق المتكاملة . وتكون جزيء مزدوجة الحلزون التي تمتص الأشعة فوق البنفسجية بنفس الطريقة كالجزيء العادي .

الكثافة الضوئية النسبية



• التهجين الجزيئي :

- عند تسخين محلل باثنين من ADN من أصل مختلف ثم نقوم بتبريدها ببطء نتحصل على جزيء هجين مركب من سلسلتين مختلفة مزوجة . وبهذه الطريقة نكون إتحاد بين ADN و ARN . وهذه التقنيات مستعملة

في الهندسة الوراثية حيث تكون سلسلة ADN c أو ADN مكمل مشتق من ARN رسول والذي يستعمل لتعرف على جزء من ADN يحوي المورثة التي نريد عزلها .
البنية الأولية :

- يتميز بوجود عدة اجزاء صغيرة وهي النيوكليوتيدات. يوجد عدة ملايين منها في ADN النووي لخلية حقيقية النوى.

-البنية الثلاثي:

- تبين أجزاء معزولة تبين جزئ دائري تحت الجهر الإلكتروني. في خلايا أخرى تبين الجزئي ملتوي في شكل حلزوني كبير. جزئ ADN يمكنه ان يلتوي على نفسه و إعطاء هيكل محلزن مكون من 200 زوج من النيوكليوتيدات.

التكرار وتصلح ADN :

سلسلتي ADN الملحزمة يمكنها ان تنفصل وكل واحدة تشكل نموذج تنشيد في جواره سلسلة مكملة جديدة عن طريق ما سمي ب نصف المحافظ حسب نظرية Watson و Crick لهيكل 1953A DN والذي أكد و ضبط بعدة تجارب .

تجربة Stahl –Messelson:

- زرعت بكتريا من نوع العصي collibacilles لعدة أجيال على وسط يحتوي على chlorure d'ammonium بأزون ثقيل (N^{15}). إن ADN يكون قد أمتص هذا الأزون ومن ثم فالجزئي هو أثقل و يتميز عن الجزئي العادي بعملية الطرد المركزي الدقيق الشديذ. (100.000g) ثم تغمس في وسط يحتوي على chlorure de césium لمدة 60 سا.

البكتريا بADN لمدة جيل في وسط ب أزوت عادي (N 14) والذي يكون في وضعية وسطية بين الثقيل و العادي

الطرد المركزي يبين خطين في الأنبوب: أجهما للجزئي الهجين مكون من سلسلة ثقيلة و أخرى عادية. بعد الجيل الثاني, كل سلسلة متعددة النيوكليوتيدات الأصلية تسلمهم في تركيب سلسلة جديدة ومن ثم يمكننا تفسير ظهور نوعين من ADN: الهجين والعادي. وهذه التجربة تثمن النظرية للتكرار نصف المحافظ لجزئ ADN. تجربة Cairns:

- 1963 إن الأصبغ البكتيري دائري ومن ثم فغن التكرار ينطلق من نقطة البداية : point d'initiation(I) اتجاهين مختلفين للتكرار fourches de réplication والتركيب يكون في الاتجاهين , وفي نهاية التكرار وإذا كانت السرعة نفسها في فاتجاهين , النهاية تكون في عكس نقطة البداية .

- إن الأصبغ البكتيري يكون وحدة حرة للتكرار تسمى ب réplicon

الأنزيم POLYMERASE ADN:

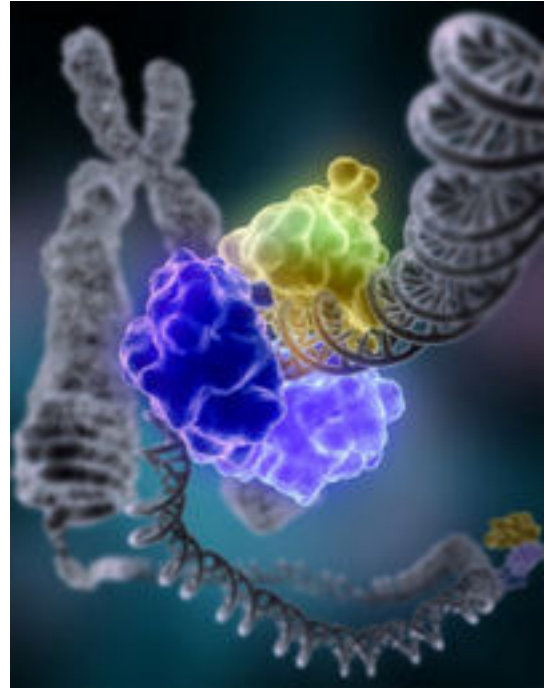
عدة أجزاء من A D N ركبت مخبريها انطلاقاً من بادئة A D N amorce وخليط من أربع أنواع من النيوكليوتيدات ثلاثيات الفوسفات ومن خلايا تحتوي على إنزيم A D N polymérase البكتيري والذي اكتشف من طرف : Kronenberg في 1958. الجزئي الناتج له تركيب قاعدي A+T/G+C متساوي مع البادئة المستعملة ومن ثم يمكننا القول ان A D N polymérase تثبت النيوكليوتيد ثلاثي الفوسفات المكمل لسلسلة البادئة على مستوى 3'OH في طرف السلسلة المركبة في فتجاه 5'—3'.

بما أن السلسلة التالية موجهة عكسياً , آلية التركيب مختلفة . الوسم الدقيق يبين أجزاء قصيرة مكونة من عدة آلاف من النيوكليوتيدات فقط (قطع اكاكي: Fragment d'okazaki) وكل واحد مركب انطلاقاً من السلسلة النموذجية في فتجاه 5'—3', لكن هناك قطعة بادئة عبارة على جزئ A R N يستعمل كبادئة وضع من طرف primase لتسهيل نشاط الإنزيم التكتيف .

هذه القطع تنزع عند النهاية من طرف الأنزيم ريبونكليازو: Rubonucléase تعوض بنيوكليوتيدات من طرف الإنزيم التكتيف و يربط بين القطع بإنزيم الربط: ليقاز ligase .

إذا كان التركيب متواصل على مستوى سلسلة فهو متقاطع على السلسلة الأخرى. لكن لكي يحدث التكرار يجب أولاً فتح الحلزون المزدوج لتقوم الأنزيمات بعملية القراءة. هناك إنزيم الجيراز Gyrase التي تقوم بفتح السلسلتين و أخرى طوبوازوميراز topoisomérase تثبتها مفتوحة. وظيفة هذه الأنزيمات تثبيت الهياكل الثلاثية للجزئي البكتيري.

تصليح جزئ A D N : الصورة توضح طريقة التصليح



- هناك عدة آليات تساهم في تصليح أخطاء التكرار كالإدماج و استئصال النيوكليوتيدات, إذا حدث خلل في الجزئي هناك الأنزيم القطع أندونكلياز: Endonucléase التي تقوم بقطع في منطقة قريبة ثم إنزيم

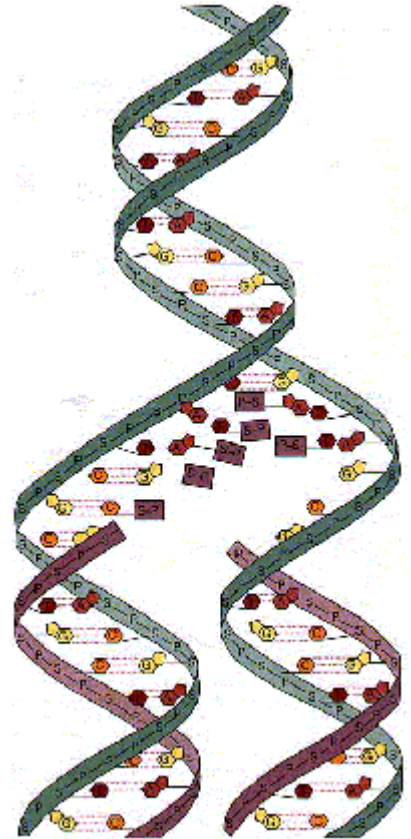
- آخر أكزونكلياز الذي يقوم بقطع قطعة كبيرة لسلسلة المصابة , وبالتالي قطعة جديدة مكملة لسلسلة تضع في مكانها بواسطة الإنزيم المكثف
- التركيب يكون دوما من طرف 3' و بعد ذلك إنزيم الربط ليغاز تعيد الربطتين الطرف الحر للقطعة الجديدة و السلسلة القديمة .

تركيب ADN عند حقيقيات النوى :

- عند حقيقيات النوى ADN أطول من تلك عند أحادية الخلايا , و تكراره درس على خلايا حية زرعت والتي تكون قد امتصت التيميدين تريسي *Thimidine tritiée* بعد تحليلها و تدرس . عملية التكرار موضحة من خلال الشكل الموالي:



الشكل رقم 12 : عملية التكرار جزئى ADN



الشكل رقم 13: نظرة على الشكل الحلزوني ل ADN وعملية التكرار

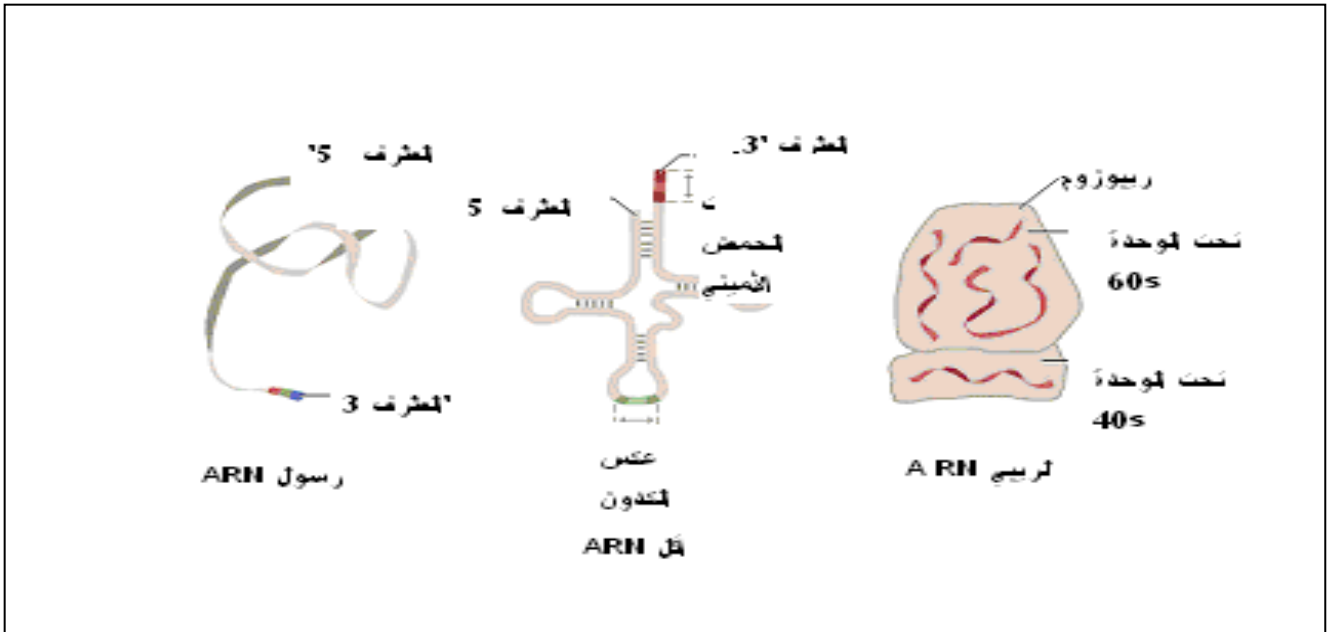
- و تبين وجود عدة قطع ذاتية للتكرار: **Réplicons** وكل واحد محفز من منطقة الجزئي, و هذه النقاط الذاتية للتكرار تعمل تدرجيا باتجاه عكسي لتصل إلى الوحدات المجاورة .
- سرعة التكرار أو التركيب تقارب $0.5 \mu\text{m}$ لكل دقيقة
- عدة قطع التكرار يمكنها إن تعمل بتوازي في **A D N** حسب النسيج أو أَلخَلِيا.
- الآليات التي تحدد التكرار في هذه أو تلك الوحدة تساهم في التمايز الخلوي.

ARN -2

الأحماض النووية الريبية هم سلاسل متعددة النيوكليوتيدات تتواجد عند كل الكائنات الحية آل بعض الفيروسات

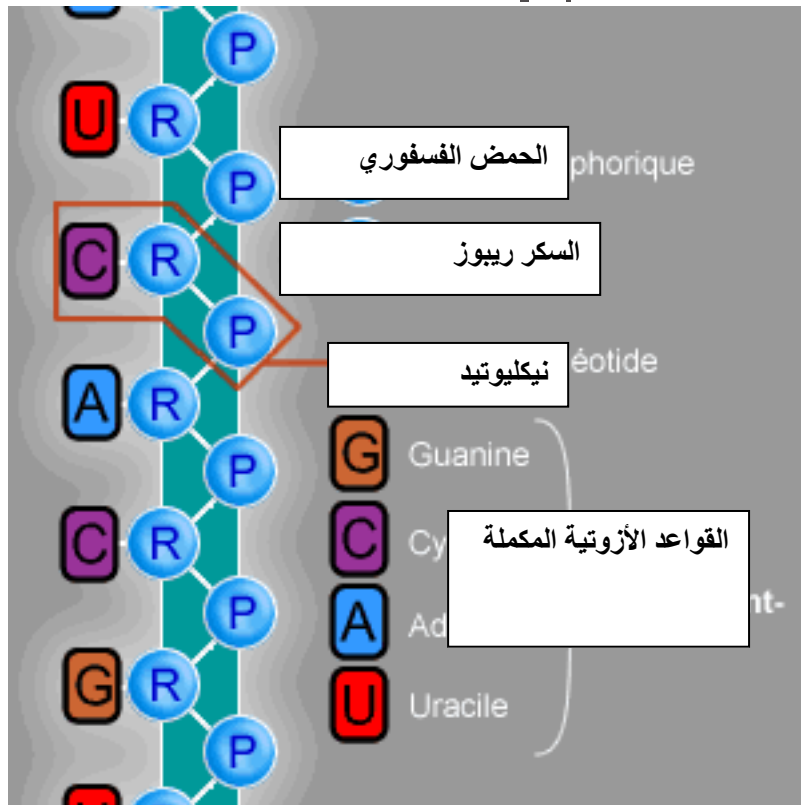
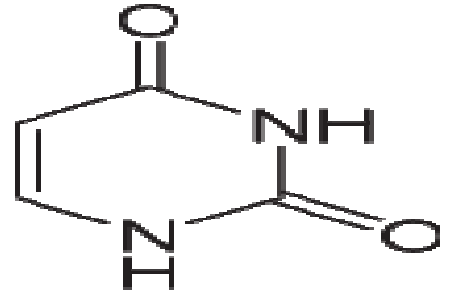
التي تكون حاملة ل **A D N**

الشكل رقم : 14 الأنواع المختلفة ل **ARN**



تركيب: ARN

- أكتشف من طرف Jacob و Monod في سنة 1961
- ARN تختلف عن ADN بطبيعة السكر الخماسي والذي هو هنا ريبوز بدلاً أن يكون منقوص الأكسجين.
- من بين القواعد الأربع الأساسية اليوراسيل تعوض التامين.
- اليوريديل uridine وهو نيوكليوزيد ينحدر من اليوراسيل (يستعمل كرازة للبحث عن المواقع لتركيب ARN في الخلايا)
- ARN أحادي السلسلة
- الشكل رقم 15 جزئ قاعدة اليوراسيل التي تميز ARN



الشكل رقم 16 : التركيب الكيميائي لجزئ ARN

- كمية القواعد البرينية و البريميدينية غير متكافئة.
- هناك ثلاثة أنواع من ARN
- الريبوزمي : ARN r
- الراسول : ARN m

• (ARN-), الناقل (ARN t)

• لكل واحد دور خاص في تركيب البروتينات

• ARN الخاص بالفيروسات يكون المادة الوراثية لهذه الكائنات.

النسخ عند أحادية الخلايا :

• عند البكتريا, عملية تركيب ARN رسول او ما يعرف بعملية النسخ تحت تحكم أنزيم ARN المكثف.

• هذا الجزئي العملاق (490000d) لبروتيني يحتوي على عدة تحت وحدات إحداها والتي تسمى بـ σ تتعرف

• على منطقة في A D N تسمى بالمثبت Promoteur والذي تثبت عليه الأنزيم ARN المكثف حيث :

• سلسلتي A D N تنفصل عن بعضهما البعض بسبب وجود كثيف محليا للأزواج T - A

• عملية النسخ تبدأ ببداية تكوين ARN m والعصور ينفصل من الأنزيم المكثف هذه الأنزيم تنتقل على طول

• احذي بسلسلتي A D N وتوضع النيوكليوتيدات المكملة لتلك التي توجد في النموذج.

• اليوراسيل (ARN) تتكامل مع الأدينين في A D N

• الاستطالة تكون في اتجاه 5'-3'

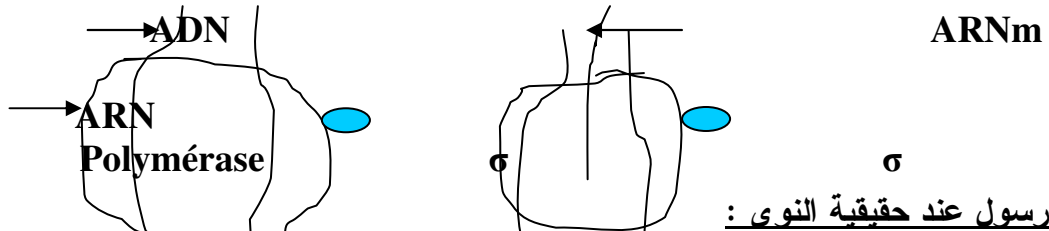
• بعد ذلك هناك بروتين (العنصر P) تتعرف على منطقة خاصة للمورثة غانية بالقواعد G-C تعلن على نهاية

• عملية النسخ و دور الأنزيم ARN المكثف سلسلة ARN رسول تنفصل من A D N وكذلك الأنزيم

• ARN الرسول البكتيري تقوم بدور تركيب للبروتينات: الترجمة مباشرة بعد تكونها

• -مدة الحياة لا تتجاوز بضعة ثواني. فتحلل مباشرة بعد تركيب البروتين

• -كل ARN رسول يحدد تركيب لعدة بروتينات مختلفة: متعدد السسترون .



ARN الرسول عند حقيقية النوى :

• ARN الرسول عند حقيقية النوى يأتي من مادة أولية Précurseur ناضج متحد مع بروتينات, مدة الحياة

طويلة نسبيا.

• ARN الرسول لم يتواجد بأعداد كبيرة ولكن بكمية طائلة مما يعيق عملية العزل

• ARN الرسول لجزئ غلو بين الأرنب Globine يحتوي على قطعة رامزة codante او exons

• منحصرة بين منطقتين غير رامزة introns : non codantes

• في النهاية 5' تلاحظ سلسلة مكونة من خمسون نيوكليوتيدة تحتوي على موقع التثبيت على الريبوزوم .

• مجموعة 7-مethylguanosine مريوطة بجسر 5'-5' ثلاثية الفوسفات

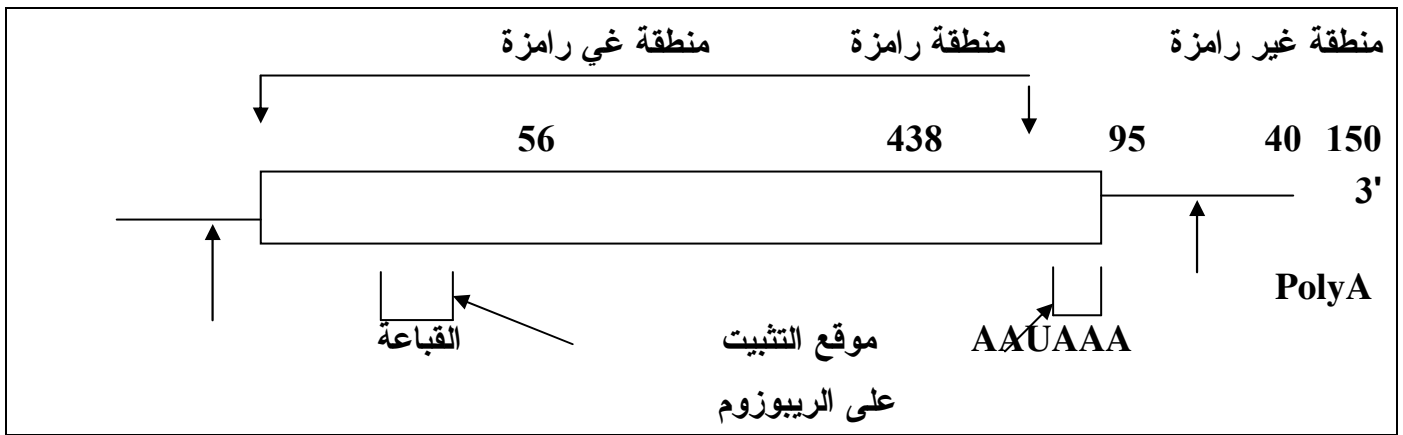
• triphosphate إلى النيوكليوتيد النهائي والذي يسمى بالقبعة أو cap يتثبت بعد عملية النسخ .

• بإتحادها مع تحت وحدة S 30 للأرب وزوم تقوم بدور في تكوين مركب البداية :_ complexe

Le d'initiation

- في النهاية 3' السلسلة تتكون من 95 نيوكليوتيد غير مترجمة, تسلسل AAUAAA و نهاية متعددة الأدينين poly-A بطول يتناقص مع طول مدة وجود ARN الرسول
- النهاية متعددة adenine أو poly-A تدمج بعد عملية النسخ وتستعمل عادة لفصل ARN الرسول عن بقية الأجزاء الأخرى, له دور كذلك في استقرار و تماسك سلسلة ARN الرسول أو انتقاله. لكن دوره الحقيقي لم يحسم بعد .

الشكل رقم 17 : بنية جزئ ARN m للغلو بن الأرنب



النسخ عند حقيقيات النوى:

عند حقيقيات النوى يوجد 3 أنواع من الأنزيم ARN polymerase :

- الأنزيم ARN polymerase II مسؤولة عن تركيب ARN رسول تتواجد في النوى.
- فهي تلتصق على جزئ ADN الموافق للمورثة التي نريد استنساخها. فبداية الاستنساخ تكون

بالتعرف على تسلسل لنكليوتيدات معينة: CAAT-TATA

في النهاية 5' للمورثة.

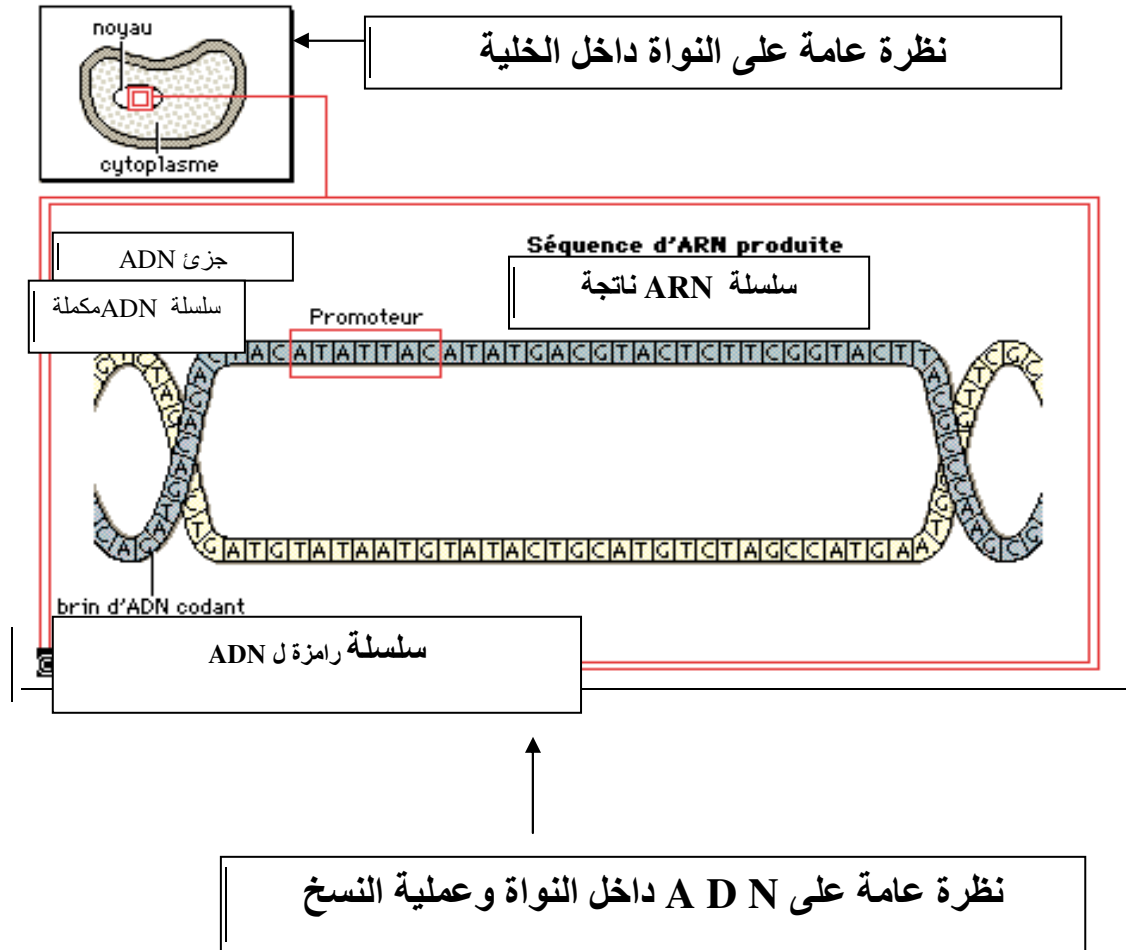
للعلم يجب القول أن تثقيبات الهندسة الوراثية اثبتت أن ARN رسول الناشئة أطول بكثير من ARN رسول الناضج . لماذا؟

لأن المناطق الغير رامزة تزال خلال مرحلة النضج.

- المناطق الرامزة يربط في ما بينها في شكل متواصل.
- هناك عدة مورثات بشكل غير متواصل وتشفر ل RN A غير ناضج عند حقيقيان النوى
- الفيروسات, لكن عند معظم البكتريا المورثات لها هيكل متواصل
- من جهة أخرى RN A رسول واحد عند حقيقيان النوى يشفر لبروتين واحد : انه آحادي السسترون بينما عند البكتريا فهو متعدد السسترونات
- جزئ من RN A الرسول النووي فهي تختفي عند اختراق الغشاء النووي وجزئ صغير تتواجد في الهيولة والتي تكون معظم RN A الرسول الوظيفي النشط .

ARN الرسول لحقيقيان تتحد مع البروتينات مباشرة بعد تكوينها: مركب ريب و بروتيني أو انف وزوم Infosomes تتواجد في السيتوبلازم على غرار الريبوزومات ومن المحتمل أن تكون شكل انتقالي لـ A RN الرسول الناضج.

الشكل رقم 18 : نظرة دقيقة على عملية النسخ لـ A D N وتكوين ARN m عند حقيقيية النواة



الشفرة الوراثية :

الجدول رقم : الشفرة الوراثية

باستعمال عدة تقنيات قائمة بمجموعة النيكلويدات أو رموزات أو كمدونات التي تحدد إدماج الأحماض الأمينية حددت . لكل خفض أميني توافقه عدة ثلاثيات . يختلفان فقط بالقاعدة الثالثة . إذا حدثت طفرة محددة على هذه القاعدة لأتأثر على الحمض الأميني المندمج .

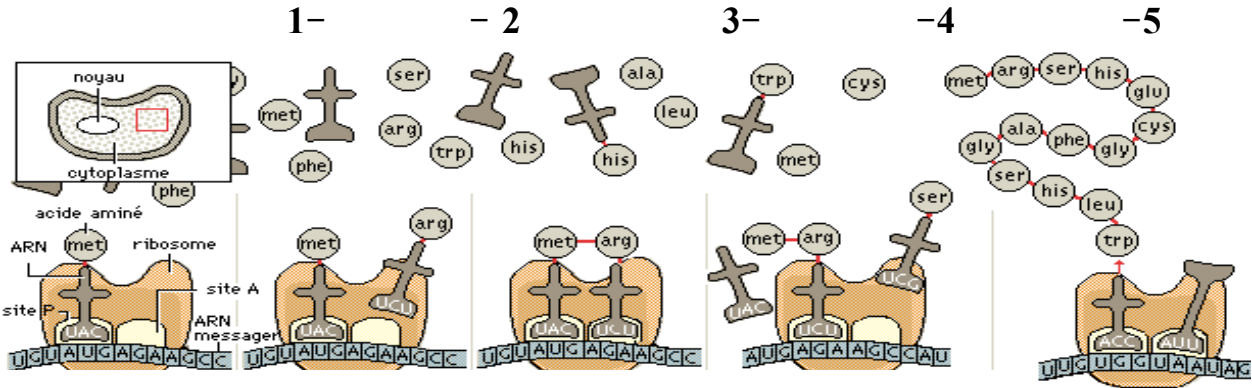
ويقال أن الشفرة الوراثية مرينة : Dégénéré وهذه الخاصية هي في أمن ضد الطفرات القاتلة .

من بين 64 ثلاثية :

- UAA ، UGA ، UAG لا تشفر لأي حمض أميني وهم بدون معنى
- AUG كدون بداية التركيب
- الشفرة الوراثية هي عالمية

الترجمة:

الشكل رقم 19: المراحل المختلفة للترجمة و طريقة تركيب البروتين أو السلاسل الببتيدية



- 1 - مرحلة الترجمة تحدث في السيتوبلازم على مستوى الريبوزومات : ارتباط الوحدة الصغيرة ب ARNm
- 2 - ارتباط الوحدتين معا وظهور موضعين مختلفين: الموقع P والموقع A : Met أول حمض أميني في الموقع
- 3 - تكوين رابطة ببتيدية بين Met و Arg : تنتقل من الموقع P إلى الموقع A
- 4 - مواصلة تكوين السلسلة الببتيدية بانتقال الريبوزوم على طول ARNm
- 5 - تكوين السلسلة الببتيدية وقراءة الشفرة الوراثية حي ظهور عبدة بدون معني للإشارة إلى توقف الترجمة



• أهم المراحل التي تمر بها عملية الترجمة في E Coli تحتوي الخلية على عدد كبير من

t ARN

- في حالة نشطة وكل مجموعة منها مختصة في حمل ونقل حمض أميني معين يتناسب مع عكس العبارة الموجودة على t ARN وبذلك يوجد 20 نوعا من t ARN تسمى الكبرى , ترتبط ثلاثة أنواع من الحمض النووي

ARN أثناء عملية الترجمة للإنتاج بروتين معين وهو : ARNr, ARNt, ARNm يتكون هذا الأخير من وحدتين أحدهما صغيرة (30S) والأخرى كبيرة . (50S) ترتبط الوحدة الصغيرة بسلسلة ARNm القادم من النوى في حقيقيات النوى أو المنسوخ حديثا في بدائيات النوى.

- يتكون بهذا الإرتباط ما يسمى بمركب الانطلاق complexe d'initiation : على طرف

5' يتسلسل ARN m

- ترتبط بعد ذلك الوحدة الكبرى بالصغيرة لإعطاء الريبوزم الكامل S (70) الذي يحتوي علي موضعين مختلفين : المرحلة 1 في الشكل

- الموقع P : peptitide site أو موضع ارتباط السلسلة متعددة الببتيدات المتكونة , والموضع A aminoacyl site أو موضع ارتباط t ARN الناقل المحمل بالحمض الأميني الميثيونين méthionine يكون أول حمض أميني تبدأه السلاسل متعددة الببتيد وهو البروتين, وذلك لأن أول عبارة في جميع أنواع ARNm هي AUG التي ترمز إلى الميثيونين Mét .

- عند أحادية النوى الثلاثية AUG ,codon triplet,توضع على ARNt خاص حامل ل methionine التي تكون فورما يل formylée مرتبط بالمجموعة NH2 لل methionine ذات O H الحر لكي يرتبط مع الحمض الأميني التالي f-meth: والسلسلة الببتيدية تنشأ في COOH---NH2
- A R Nm يقرأ في اتجاه '3-5' بعد تكوين السلسلة, هناك نزع ل . f-meth هناك عدة عناصر البداية تلعب دورها
- عند حقيقيات النوى ، الرامزة AUG هي التي تبدأ عملية تكوين البروتين وتبدأ ب methionine لكن غير مفرمالية , non formylée, وبما ان العبارة الثانية هي مثلا CGU ترمز الى الحمض الأميني Arginine المرحلة 2 في الشكل
- فإن الناقل الخاص بهذا الحمض يرتبط بالموضع A هنا تتكون أول رابطة ببتيديية بين met و arg وذلك بانتقال met- من P الى A ليرتبط Serine بمساعدة الأنزيم: Enzyme Peptidyl transférase ويغادر الناقل الخاص ب met الموضع P ويتحرك الريبزوم باكماله إلى العبارة الموالية التي تصبح في الموضع A ويكون الموضع P مملوءا بالناقل الحامل لكل من met و arg ويستمر الريبزوم في هده العملية على طول سلسلة A RNm حتى يصل إلى عبارة ليس لها ما يقابلها من الأحماض الأمينية وهي إحدى العبارات التوقف: UAG, UAA, UGA المرحلة 3
- عند ذلك يرتبط بروتين الانتهاء بالموضع A مسببا انفصال وحدتي الريبزوم وتحرر السلسلة متعددة الببتيد المرحلة 4 في الشكل وتنتهي عملية الترجمة.

لقد أثبتت الكثير من التجارب مثل تلك التي ADN قام بها Risebrough, Tissiers, Watson وآخرون أن جزيئي A RN m واحدة يمكن أن تترجم عدة مرات قبل أن تحلل كما أن جزيئي A RN m يمكنها أن تبقى في صورة فعالة قابلة للترجمة (داخل الخلية لعدة ساعات أو حتى أيام : Singer ,Penman

الشكل رقم 20: المعجم الوراثي

	الحرف الثاني					
	U	C	A	G	U	C
الحرف الأول	U	UUU phe UUC phe UUA leu UUG leu	UCU ser UCC ser UCA ser UCG ser	UAU trp UAC trp UAA trp UAG Nonse ns	UGU Cys UGC Cys UGA Non se UGG Trp	C A G
	C	CUU leu CUC leu CUA leu CUA leu	CCU pro CCC pro CCA pro CCG pro	CAU His CAC His CAA His CAG Gln	CGU Arg CGC Arg CGA Arg CGG Arg	U C A G

	A	AUU ile AUC ile AUA ile AUG met	ACUThr ACCThr ACAThr ACGThr	AAU Asn AAC Asn AAA Asn AAG Lys	AGU Ser AGC Ser AGA Ser AGG Arg	U C A G	الثالث
	G	GUU val GUC val GUA val GUG val	GCU Ala GCC Ala GCA Ala GCG Ala	GAU Asp GAC Asp GAA Asp GAG Glu	GGU Gly GGC Gly GGA Gly GGG Gly	U C A G	

تقوم الخلية بتصنيع أنواع مختلفة من البروتينات والتي تتكون من تسلسل وحدات تدعى الأحماض الأمينية. ويوجد في الطبيعة 20 نوعا من الأحماض الأمينية المختلفة ويتكون كل بروتين من عدد ثابت منها وبترتيب خاص.

تسيطر الخلية على تصنيع هذه البروتينات من خلال ترتيب النيوكليوتيدات في الحيوط الوراثية. إن عدد القواعد (النيوكليوتيدات) التي ترمز إلى حمض أميني معين تسمى العبارة الرامزة: الكدون وباعتبار أن ADN يتكون من أربعة أنواع من القواعد فقط تشرف على أكثر من 20 حمضا أمينيا. والعبارة الثنائية تشفر ل 2(4)16 حمضا أمينيا.

وعلى ذلك تكون العبارة الثلاثية هي أصغر عبارة يمكنها أن تستوعب جميع الأحماض الأمينية. أما الإثبات التجريبي للعبارة الثلاثية في المعجم الوراثي فقد كان عام 1961 من طرف -- Crick, Barnett , . Brenner حيث أنهم قاموا بإضافة زوج من القواعد الأي الخيط الوراثي المزدوج للفيروس T4. فإذا كانت العبارات الستة الأولى من السلسلة واحدة من إحدى الوحدات الوظيفية من AND هي :

TCA GGC TAA AGT CGG TCG

6 5 4 3 2 1

إن إضافة قاعدة واحدة G مثلا في العبارة الثانية سيؤدي إلى تغيير جميع العبارات الموالية لمكان الإضافة

TCA GGG CTA AAG TCG GTC G

6 5 4 3 2 1

وبالإستمرار في إضافة القواعد في نفس المكان فإن العبارات 6, 5, 4 لا يمكن ان تعود الى ترتيبها الأصلي الآبعد إضافة عبارة كاملة. وقد وجد فعلا أن إضافة ثلاثة قواعد سيؤدي الى غسترجاع ترتيب العبارات الموالية الى وضعها الأصلي:

TCA GGC TAA AGT CGG TCG

6 5 4 3 2 1

ونفس الشيء يحدث عند إنقاس قاعدة ثم اثنين ثم ثلاثة قواعد.

خصائص المعجم الوراثي:

أخص Crick, عام 1967 خصائص ومصطلحات المعجم الوراثي كالتالي ك

تسمى مجموعة القواعد التي ترمز الى حمض أميني معين عبارة كودون . تقسم مجموعة العبارات في المعجم الوراثي وعددها 64 عبارة الى : عبارات معنى sens ,codon: وهي التي ترمز الى احد الأحماض الأمينية , 20 وعبارات لامعنى وهي التي لا ترمز الى أي حمض أميني وهي في نفس الوقت عملية الترجمة .
أذا كانت اكثر من عبارة ترمز الى نفس الحمض الميني فهذا يسمى مرونة المعجم الوراثي Code dégénéré والعبارات في هذه الحالة تسمى عبارات متطابقة المعنى . وعض النظر عن بعض الإستثناءات البسيطة يعتبر المعجم الوراثي واحدا في جميع الكائنات الحية وهذا ما يطلق عليه بعالمية المعجم الوراثي

الطفرات الوراثية :التغيرات الوراثية

إن التغير المستمر الذي يطراء على الطابع الظاهري يمكن أن يرجع في غالب الأحيان غالب الأحيان إلى حدوث تغير في التركيب المادة الوراثية .تسمى هذه التغيرات الوراثية بالطفرات : Mutations يمكن تقسيم الطفرات على أساس عدد من الاعتبارات :

1-الطفرات حسب حجمها:

- طفرات مورثية :أو محددة : Mutations géniques وتسمى كذلك بالطفرات النقطية :
- Mutations ponctuelles لأنها تنتج تغير قاعدة أو زوج من القواعد .

ب-طفرات صبغية

- Mutations chromosomiques: وتتضمن تغير مجموعة كبيرة من أعداد في المورثة وقد يشمل التغير جزءا من أصبغى يحتوي على عدد من المورثات وذلك بالزيادة أو النقصان أو المضاعفة أو الانعكاس في الترتيب. وقد تكون الطفرة الصبغية على شكل زيادة أو نقص صبغى كامل أو مجموعة صبغية بأكملها .

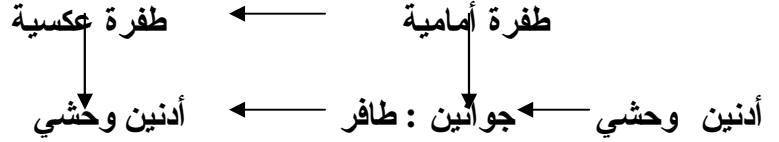
2- الطفرات حسب منشأها:

- طفرات تلقائية Mutations spontanées :وتحدث هذه الطفرات بدون استعمال محفز خارجي . فهي تظهر نتيجة الخطأ الذاتي لنظام تضاعف ADN أو في نظام الترجمة.
- طفرات مستحثة Mutations induites: وتظهر نتيجة لتعرض المادة الوراثية لظروف بيئية غير عادية ,كأن تكون عوامل فزيائية : الحرارة ,الأشعة بأنواعها أو مواد كيميائية : مثل حمض النيروز ,حمض الخردل ,مشابهات القواعد ...

3- الطفرات حسب اتجاهها :

- طفرة أمامية : ويحدث نتيجتها تغير في الطابع الظاهري من الوحشي إلى الطافر .
- طفرات عكسية : وفيها يتغير الطابع الظاهري من الشكل الطافر إلى الوحشي
- و الطفرات العكسية على نوعين : طفرة الموقع الواحد وفيها تحدث الطفرة العكسية في نفس المكان الذي

حدثت فيه الطفرة الأمامية مثلا :



أما النوع الثاني فتحدث فيه الطفرة العكسية في مكان حدثت فيه الطفرة الأمامية تسبب عودة ظهور الطابع الوحشي من جديد .ويقال أن ذلك أن الطفرة الثانية كسبت الطفرة الأولى ز وقد تحدث الطفرة الكابتة ضمن نفس المورثة في قاعدة مختلفة تعيد الطابع الوحشي.

4- الطفرات حسب الخلايا التي تحدث فيها :

• طفرات جسمية: Mutations somatiques وتحدث في الخلايا الجسمية للكائن ,مسببة ظهور الطابع النووي الجديد في الجزء من الجسم الذي حدثت فيه الطفرة . وهذا النوع من الطفرات لا يورث .

• طفرات الجنسية: Mutations gamétiques: وتحدث في الخلايا التناسلية معطية تغيرات يظهر أثرها في الجيل الأول.

I- الطفرات المورثية:

وهي تلك التغيرات التي تطرأ على ترتيب القواعد في السلسلة الوراثية ,والتي تنتج أساسا من الخطأ أثناء تضاعف ADN . وعموما يحدث هذا النوع من الأخطاء في زوج واحد من القواعد. فعند تغير قاعدة واحدة في تسلسل من القواعد يشفر لبروتين معين فإنه يؤدي إلى تغيير الحمض الأميني الذي ترمز إليه العبارة المحتوية على القاعدة الجديدة .الآن كثير من التغيرات في القواعد ليس لها أي تأثير على الإطلاق خاصة إذا حدث التغير في القاعدة الثالثة للعبارة .ومن أهم صفات الطفرات خاصة التلقائية (أنها تحدث بتواتر منخفضة جدا) . ويختلف تكرار الطفرات سواء كانت تلقائية أو مستحدثة من نوع من الكائنات إلى آخر ومن مورثة إلى أخرى. هناك أنواع من الطفرات المورثية :

1- استبدال قاعدة :

وهي تحدث عندما تستبدل قاعدة في سلسلة من ADN بأخرى بحيث يحدث تزاوج خاطئ بين النيوكليوتيدات .

• الاستبدال المتكافئ: Transition

أثناء عملية تضاعف سلسلة ADN تتزوج قاعدة أدنين A خطأ مع سيتيزين C بحيث أن أحد السلاسل الناتجة سيحمل C في مكان T وفي التضاعف الموالي فإن السيتيزين ستقابل مع الجوانين بصورة طبيعية .وبذلك فإن الخيط الوراثي الناتج سيحمل الجوانين قاعدة بورين بدلا من أدنين قاعدة بورين .

• استبدال الغير متكافئ : Transversion

وفيه تستبدل قاعدة بورين بأخرى بريمدين أو العكس

مثل A ← C و G ← C استبدال غير متكافئ

استبدال متكافئ

بيورين A ← G بيورين

بريمدين T ← C بريمدين

- وبما أن المعجم الوراثي يتميز بالمرونة, أي أن عدد من العبارات ترمز إلى حمض أميني واحد فقد ينتج الاستبدال عبارة جديدة ترمز إلى نفس الحمض الأميني للعبارة الأصلية .تسمى هذه الطفرة بطفرة نفس

المعنى أو صامتة : Mutation silencieuse

- إذا كانت العبارة الجديدة هي إحدى عبارات التوقف الثلاثية في المعجم الوراثي فالطفرة تسمى بدون معنى
- أما إذا كانت العبارة الجديدة ترمز إلى حمض أميني مختلف عن الأصلي فإن تركيب البروتين الناتج يتغير و

Mutation non sens.

تسمى الطفرة بمعنى خاطئ . Mutation faux sens.

2- طفرات إزالة الإطار : عندما تنزع أو تضاف قاعدة في التسلسل العادي للقواعد فإن إطار القراءة سيتغير بالنسبة لجميع العبارات التي تلي منطقة الإضافة أو النزع .وهذا يؤدي إلى تغير كبير في الأحماض الأمينية المكونة للبروتين .

وإذا استمرت عملية الإضافة أو النزع حتى يبلغ عدد القواعد المضافة أو المنزوعة ثلاثة قواعد أي عبارة واحدة فإن هذا يؤدي إلى عودة العبارات الموالية إلى الأصلي

مثلا ACT CAT CGG GCA ACT TGA

يتغير تماما عند إضافة قاعدة G في الموضع 4 ليصبح :

ACT GCA TCG GGC AAC TTG A

و باستمرار إضافة القواعد يستمر التغير في العبارات حتى تصل القواعد المضافة إلى عبارة كاملة.

عندئذ تعود العبارات الموالية لمكان الإضافة إلى صورتها الأصلية .

ACT GGC ATC GGG CAA CTT GA

ACT GGG CAT CGG GCA ACT TGA

في عام 1927 تمكن العالم ميلر لأول مرة من استعمال الأشعة السينية في المخبر فأحداث الطفرات في ذبابة الخل .ونفس الشيء تم إثباته في نبات الشعير من طرف صطدر. ومن ذلك الحين أصبت مجموعة المطفرات Mutagènesتضم بالإضافة إلى الأشعة ذات الطاقة العالية, الأشعة فوق بنفسجية ومجموعة كبيرة من المواد الكيميائية, التي تتميز بالقدرة على تغيير التركيب الكيميائي للمادة الوراثية .

• الطفرات المستحدثة بواسطة الأشعة:

يمثل الضوء المرئي جزءا بسيطا من طيف الأشعة الكهرومغناطيسية و المتكونة من طاقة على شكل موجات مختلفة الطوال الموجة. من المعروف أنه كلما كان طول الموجة للأشعة قصير كلما زادت كمية الطاقة التي تحويها وكلما زادت قدرتها على اختراق الجسام .

فمثلا الأشعة السينية تخترق الأجسام وبذلك تعمل على إنتاج أيونات بسبب اصطدامها بذرات الجسم مؤدية إلى تحرير بعض الإلكترونات فتتحول الذرات من الحالة المستقرة إلى الحالة الشاردة.و لذلك تسمى بالأشعة المؤينة.وأثرها فهي تسبب كسور مختلفة في الصبغيات مؤدية إلى تكوين قطع صبغية صغيرة تعود هذه القطع لترتبط مع بعضها بصورة غير صحيحة بفضل إنزيمات التصليح.

الأشعة فوق بنفسجية: أثرها على المادة الوراثية يتمثل في تمييه قاعدة السيتوزين وذلك بإضافة جزئية ماء بين ذرتي الكربون C—C

• المطفرات الكيميائية :

يمكن لكثير من المواد الكيميائية أن تغير من التركيب الكيميائي للقواعد الأزوتية في تركيب ADNوبذلك تغير من قابليتها للتزاوج الطبيعي .ونذكر على سبيل المثال مواد كيميائية تعمل بهذه الطريقة.

أ-حمض النيتروز: Acide nitreux H NO2

يسبب هذا الحمض إزالة مجموعة الأمين NH₂ في كثير من القواعد التي تحتوي عليه ضمن سلاسل A D N وهي الأدنين ,السيتوزين ,والغوانين .

هذا النزاع يؤدي إلى تحويل الأدنين إلى الهيوكسنتين (Hypoxanthine)والتي تتزاوج مع السيتوزين بدلا أن يكون ذلك مع التيمين كما الأدنين

هذا التحول يؤدي إلى استبدال من AT إلى GC كذلك نزع NH₂ من السيتوزين يحولها إلى اليوراسيل ، لكن اليوراسيل تتزاوج مع الأدنين بدلا أن يكون مع الغوانين كما السيتوزين وهي استبدال من GC إلىAT الغوانين بنزع NH₂ تحول الى الكسانتين Xanthine التي لاتتزاوج مع أي قاعدة ، ووجودها في ADN يوقف التضاعف .

ب - المواد المتشابهة للقواعد

تسمى هذه المواد كذلك لأنها تركيبيا وكيميائيا تشبه القواعد.التجارب أظهرت أنه

مثلا 5-bromouracile (5-BU) وهو يشبه لأتيمين

و 2-aminopurine الذي يشبه الأدنين وهم مواد كيميائية مطفرة قوية .

الطفرات الصبغية:

1 التغير العددي: Mutations numériques

هناك نوعان من الطفرات:

الصبغية الحقيقية: Euploidie والتي يحتوي عليها معظم الكائنات وهي الصبغية الثنائية: $2n$.

• والتغير في العدد الصبغي يمكن ان يكون على شكل زيادة او نقصان صبغي او اكثر وتسمى الحالة صبغية صبغية غير حقيقية Aneuploidie.

• كما يمكن للمجموعة الصبغية (n) باكمالها ان تتضاعف وتسمى الحالة الصبغية الصبغية المتعددة Polyploidie

مثال: جدول: رقم 20 الاختلاف في العدد الصبغي ضمن الصبغية الثنائية ا الغير حقيقية العددية:

Aneuploidie

نوع الصبغية الصبغية	العدد الصبغي	مثال
الصبغية الصبغية الثنائية	$2n$	AABBCC
أحادي الصبغي	$2n-1$	AABBC
ثلاثي الصبغي	$2n+1$	AABBCC C
ثلاثي الصبغي المزدوج	$2n+1+1$	AA BB B CC C

أثارها وأهميتها تتواجد خاصة عند النباتات

• أسباب هذه الطفرات: خلل في الميوزي بتضاعف الصبغيات الجسمية أو غياب الاختزال الصبغي للأعراس -خلل في الميتوز بعدم وجود المرحلة الإنفصالية:

مثال Aneuploidie:

-عند الأتوزومات:

• الحالة الوراثية لداون: Dawn التريزوميا 21 تمس 1/7000 ولادة وسبابه خلل أثناء الميوزي بحيث أصبغى 21 يتواجد ب 3 اعداد.

• -الحالة الوراثية لباطو Patau التريزوميا 13 تمس 1/5000 ولادة ومدة الحياة <130 يوما ,هناك تشوهات كبيرة عضوية .

ج-الحالة الوراثية إدواردس: Edwards التريزوميا 18 مدة الحياة قصيرة 3 إلى 4 أسابيع نظرا

للتشوهات المميتة

عند الصبغيات الجنسية: الغنوزومات:

في هذه الحالة تكون الصبغيات الجسمية عادية وسبب هذه الحالات هو الخلل الذي يقع أثناء الميوزي.

الحالة الوراثية: تور نار Turner: غياب المبايض و أ الصبغي الجنسي الثاني

الحالة الوراثية كلين فلتر $klinefelter\ 2n=47$

عند الذكر المورثات التي تؤدي إلى صفات الذكورة موجودة على الصبغي y غيابه يؤدي إلى صفات أنثوية .

• - الصيغة الصبغية المتعددة Poly ploïdie

تكون الكائنات او الخلايا ذات صيغ الصبغية متعددة غدا تدعى فيها عدد المجموعات الصبغية الثنائية :
n 3 فأكثر

ومن بين الطرق التي يحدث بيها ظاهرة تعدد المجموعات الصبغية في الكائنات التي تتكاثر جنسيا نذكر:

- تلقيح بويضة واحدة بأكثر من حيوان منوي واحد فينتج زيغوت يحتوي على أكثر من مجموعتين صبغيين

-عدم إتمام الانقسام الخيطي في الخلايا الجنسية

- عدم إتمام الانقسام الاختزالي في الخلايا الجنسية

مثال Poly ploïdie عند نبات القمح *Triticum*

$2n = 14$ ثنائي الصبغية *T monococcum* و $2n = 28$ رباعي الصبغية *T durum* و $2n = 42$ وهو سداسي الصبغية *T vulgaire* .

2- الطفرات التركيبية Mutations structurale

أ- الاستقطاع : Délétion

سببها إستقطاع أو خلل تركيبى: فقدان جزئ طرفي أو وسطي من الصبغي

انتقال جزئ من

ب- تبادل القطع الصبغية Translocation

أ الصبغي على آخر . يمكن أن تكون

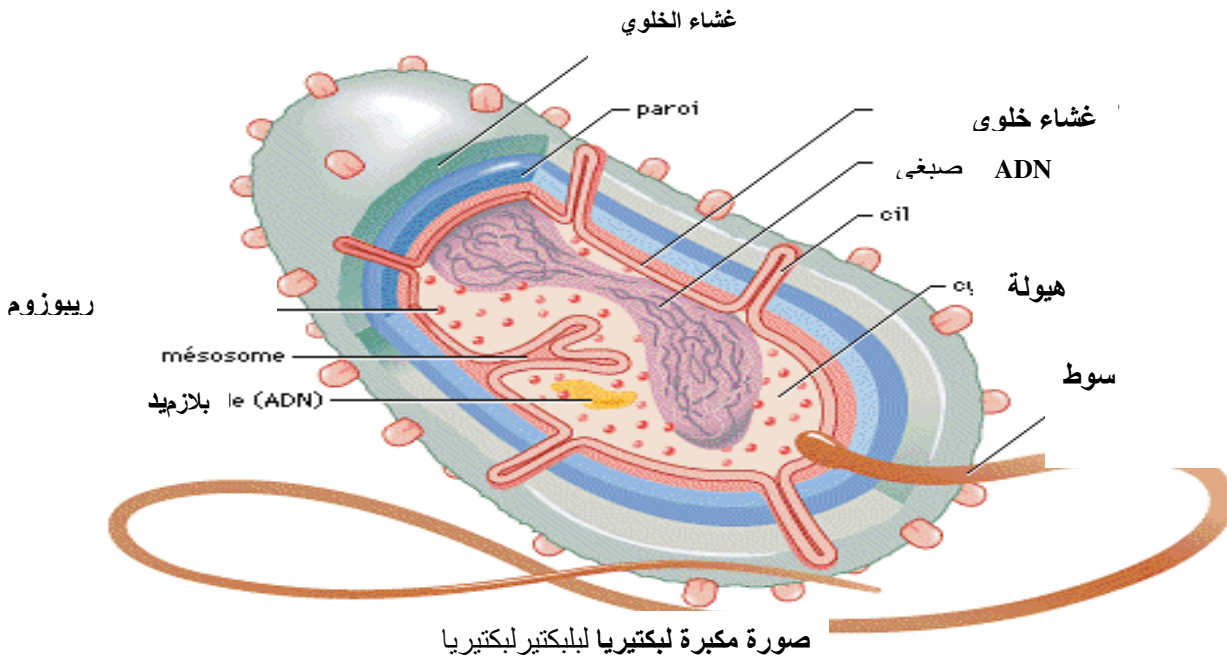
• بسيطة : نادرة وهي عبارة على انتقال جزء طرفي من صبغي الى طرف صبغي آخر

• متبادلة Réciproque وهو عبارة على تبادل للقطع الصبغية بين صبغيين غير قارينة .

مثال لطفرة صبغية: ظهور متلازمة داون (طابع نووي)

وراثة البكتيريا والفيروسات

الكائنات الدقيقة هي: البكتيريا، الطحالب الخضراء والزرقاء و الفيروسات



صورة مكبرة لبكتيريا لبكتيريا لبكتيريا

وراثة البكتيريا :

تعد البكتيريا اكثر الكائنات الحية اهمية لدراسة معظم الظواهر المرتبطة بنمو وانقسام الخلايا .ومن الأنواع البكتيرية الكثر إستعمالا في الدراسات الوراثة نذكر : *Escherrechia coli* و *Bacillus subtilus* وبالرغم من أن لكل نوع منها خواص المميزة , إلا أن جميعها تشترك في صغر حجم الخلية التي تكون محاطة بواحد أو أكثر من الأغشية والجدران . و تحتوي البكتيريا على سيتوبلازم ملىء بالريبوزومات ومناطق خاصة بالحمض النووي ADN تسمى بنيوكليويود nucléoide وهو غير محاط بغشاء

, ولهذا تنتمي لطلعيات النوى . وغالبا ما يوجد ADN على شكل صبغي مفرد . ويختلف عن ADN في حقيقتات النوى بانه غير مرتبط بالبيوتينات الهيستونية . بالإضافة إلى الصبغي الرئيسي يمكن للخلايا البكتيرية أن تحتوي على واحد أو أكثر من البلازميدات , وهي خيوط وراثية حلقية تكون حوالي 0.5 - 2 % من مجموع ADN البكتيري .

دورة حياة البكتيريا :تنقسم البكتريا: Escherrechia coli بسرعة كبيرة حالي مرة كل 20دقيقة , بينما الخميرة التي تعتبر من اسرع الكائنات حقيقيّة النوى إنقسامًا , تنقسم مرة كل 75 دقيقة تحت في ظروف ملائمة . وبالطبع فترة الجيل قصيرة وهي ميزة مرغوب فيها للدراسات الوراثية لأنها تعني الحصول على اعداد كبيرة من الخلايا المتماثلة وراثيا (كلونات و clones) من خلية أم واحدة في زمن قصير جدا .
التراكيب الجديدة عند البكتريا :

تتحصل على تراكيب جديدة عند البكتيريا من خلال عدة أليات :

1-التحول البكتيري : Transformation bactérienne تجربة غريفيت عام 1928 عند تحول سلالة من بكتيريا الإلتهاب الرئوي من الشكل الغير مميت إلى المميت . ثم تبين بعد ذلك بوضوح أن المادة التي سببت هذا التحول ما هي غلا الحمض النووي ADN والذي يمكن إستخلاصه من الخلية المعطية وغذخاله في الخلية المستقبلية Avery واخرون 1944.

رسم الخريطة الوراثية بالتحول : إذا كانت قطعة ADN الغريبة ذات حجم معتبر فغنها حتما ستحتوي على أكثر من مورثة واحدة .

فمثلا إذا كانت القطعة المتحوّلة تحمل المورثتين A و B قريبتان جدا من بعضهما البعض فغن تحول A يؤدي الى تحول B. ودا ما يسمى بالتحول المزدوج . أما إذا كانت المورثتين متوضعتان على قطعتين مختلفتين من ADN فإن التحول المزدوج سيعتمد على احتمال دخول القطعتان معا إلى الخلية المستقبلية . أي أن التحول المزدوج في هذه الحالة سيكون نتيجة لحادثين مستقلين للعبور : إحتماله يساوي حاصل ضرب غحتمال كل واحد على حدة مثال : تجربة Nester يوجد في إحدى سلالات البكتيريا *Basillus subtilis* مورثتان الأولى لا تستطيع تصنيع الحمض الميني :التيروزين tyr-والثانية لاتستطيع تصنيع الحمض الأميني التريبتوفان trp- . فهذه السلالة لا تستطيع النمو على وسط مغدي إلا إذا أضيف إليه الحمضان الأمينيان .

يمكن تحويل السلالة هذه وراثيا عن طريق ADN مستخلص من سلالة وحشية بالنسبة لهاتين المورثتين . وبعد عملية التحويل الوراثي يمكن الحصول على كل انواع التحول و المفرد (مستعمرات (trp-,tyr, trp+) بالإضافة الى التحول المزدوج (trp+,try+) .

ففي تجربة واحدة استعمل خليط من ADN الغريب (trp+, try-) و(trp-try+) مع السلالة المستقبلية ذات أنواع من التحولات الوراثية , trp-try-:الجدول التالي يبين أن التجربة أسفرت على ثلاثة أنواع من التحولات الوراثية ,منها اثنين مفردين والنوع الثالث عبارة عن تحول مزجوج . ومن الواضح أن نسبة التحول المزدوج في هذه التجربة منخفضة جدا , وذلك لأنه للحصول على التحول المزدوج يجب أن يحدث عبوران لقطعتين

مختلفتين . أما عند إستعمال نوع واحد من ADN الغريب وهو +trp, try فإن نسبة التحول المزدوج قد ارتفعت بشكل ملحوظ .

وعلى ذلك يمكن القول أن هاتين المورثتان مرتبطتان ببعضها.

جدول نتائج التحول الوراثي في تجربة Nester

عدد المستعمرات	الطابع الوراثي للخلايا المحولة	الخليئة المستقبلة	ADN غريب
190	Trp+,tyr-		Trp+,tyr-
256	Trp- ,tyr+	Trp- ,tyr-	
02	Trp+, tyr+		Trp- , tyr+
191	Trp- , tyr+	Trp- ,tyr-	
328	Trp+, tyr-		Trp+, tyr+
367	Trp+, tyr+		

ويمكن حساب مدى ارتباط المورثتين على أساس نسبة العبور الوراثي بينهما . أي عند إستعمال +trp, try كمحول فإن المستعمرات ذات التحول المفرد هي التي تحسب كتركيب جديدة بين المورثتين . بمعنى أن التراكيب الجديدة هي التي تتكون نتيجة للعبور الوراثي في المنطقة الفاصلة بين المورثتين وإفصال جزء فقط من المحول إلى الصبغي البكتيري.

وكما هو متوقع فإنه كلما كانت المسافة بين المورثتين قصيرة كلما زاد احتمال حدوث التحول المزدوج, وكلما كبرت المسافة بينهما زادت نسبة التحول المفرد. ففي التجربة السابقة نجد أن نسبة التراكيب الجديدة المتكونة بين المورثتين هي:

$$58.8\% = \frac{(191 + 328)}{(191 + 328 + 367)}$$

1.tyr

يمكننا أن نبحث عن ثلاثة مورثات أو أكثر الى أخره و وطرح بعد ذلك الخريطة الوراثية .

التزاوج البكتيري: conjugaison bactérienne: الإقتران البكتيري.

في عام 1946 أكتشف الباحثين Liderberg وTatum طريقة التزاوج في البكتيريا E coli. وقد أدت هذه

الآلية لإنتقال ADN عندما مزجت سلالتان من البكتيريا :

thr+ leu+ thi+ bio-phe- sys- السلالة راقم 1

السلالة رقم 2 thr- leu- thi-bio+phe+sys+
السلالة الناتجة thr+leu+thi+ bio+phe+sys+

التفسير الوحيد لهذه الظاهرة هو حدوث عملية التزاوج وإتقاء المادة الوراثية للسلالتين . فالطفرة لايمكن أن تحدث للمورثات الثلاث مرة واحدة. ولقد بين Hayes أن إنتقال المورثات يحدث فقط من إحدى السلالتين المتزاوجتين إلى الأخرى وليس العكس .

العامل F : (عامل الخصوبة)

إن الفرق في التصرف الجنسي للخلايا البكتيرية:

المعطي والمستقبل يتسبب فيه جريئة بلازميد Plasmide مختلفة تماما عن الصبغي البكتيري . وأطلق عليه اسم العامل الجنسي أو Facteur sexuel أو عامل الخصوبة .Facteur de fertilité.و بالتالي السلالة التي تمتلكه تلعب دور المعطي ويرمز لها ب F+ بينما تلك التي لا يوجد عندها فهي مستقبلة ويرمز لها ب F-.ويمكن للعامل الجنسي أن ينتقل من F+ إلى F- لتصبح هذه الأخيرة F+. التزاوج يكون دوما بين F+ و F- وذلك عن طريق القنوات التزاوج أو جسر التزاوج . وفي الظروف العادية يكون العنصر الوراثي الوحيد الذي يمر عبر قناة التزاوج وهو عامل الخصوبة. فعند خلط النوعين من الخلايا البكتيرية F+, F- فإن كل خلية معطية F+ ستمر نسخة واحدة من عامل الخصوبة إلى خلية مستقبلة F- وتحفظ لنفسها بالنسخة الصلية. ويعتقد أن إنتقال العامل الجنسي يتم بطريقة تسمى واية حلقة التضاعف المتدرجة, حيث أن الطرف 5' لسلسلة واحدة من العامل F يسحب الى داخل الخلية المستقبلة و أثناء السحب تتكون سلسلة مكملة لها داخل الخلية المستقبلة. في حين أن السلسلة الثانية للعامل تبقى داخل الخلية المعطية كقالب لسلسلة أخرى مكملة لها.

الخلايا ذات التراكيب الجديدة العالية:HFr الخلايا:

إن الخلايا F+ تحتوي على العامل الجنسي في السيتوبلازم , وقد يحدث عبور وراثي بينه وبين الصبغي

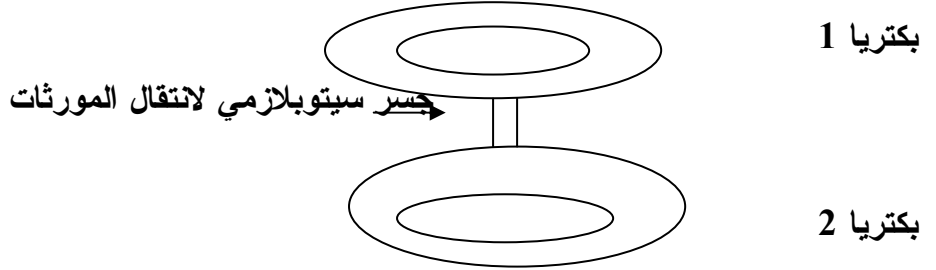
البكتيري يؤدي الى غندماجها مع بعض .وبذلك تصبح هذه الخلايا من HFr:(haute fréquence de recombinaison)

وعند حدوث التزاوج بين خليتين HFr و F- فإن العملية تؤدي إلى إنتقال العامل الجنسي بالإضافة إلى كل الصبغي البكتيري للخلية HFr أو على الأقل جزء منه أعمال Cavelli, Hayes حيث لاحظا أن الخلايا من نوع F+ الناتجة بالتزاوج الجنسي تكون ذات تراكيب جديدة بالنسبة للمورثات الصبغية الشكل

والعامل الجنسي المندمج داخل الصبغي البكتيري يعمل كنقطة لبداية التضاعف أثناء عملية التزاوج الجنسي. يحدث شق في إحدى السلسلتين في منطقة ما على العامل F المندمج ثم تبدأ سلسلة واحد بالإنتقال من خلية معطية الى مستقبلة .وفي كلا الخليتين تعمل كل سلسلة كقالب لسلسلة مكملة لها . والذليل على ذلك أنه عندما وضعت الخلايا المتزاوجة في ظروف مثبتة لتضاعف ADN كانت الخلايا المستقبلة تحتوي على سلاسل مفردة من ADN المعطي.

من خلال هذا التبادل يمكن للصبغي البكتيري أن ينتقل باجزائه المورثية وتصبح الخلية المستقبلة في بداية الأمر ثنائية الصيغة الصبغية بالنسبة للمورثات التي أنتقلت . إلا أنها لا تبقى على هذه الحالة طويلا حيث أنه بعد حدوث العبور الوراثي بين الصبغي المنتقل و المستقبل و تتكون التراكيب الجديدة, وهذا هو السبب في تسمية الخلايا ذات العامل الجنسي المندمج بـ **HFr**.

رسم الخريطة الوراثية بالتزاوج الجنسي:



1- طريقة التزاوج المتقطع: **conjugaison interrompue**

تجربة **Jacob, Wollman**: التزاوج بين **HFr** و **F-** :

thr-leu-azi- t1-str+lac- gal:-F- x thr+leu+ azi+t1+str- lac+ gal+:HFr

بعد خلط ومرور فترة زمنية معينة أخذت عينات من الخلايا ورجت بشدة لفصل الخلايا المتزاوجة عن بعضها البعض وكسر الصبغيات المنتقلة عبر قنوات التزاوج . وبهذه الطريقة يمكن التحكم في كمية الصبغي المار إلى الخلية المستقبلة حسب الوقت الفاصل بين بداية التزاوج وعملية الرج . وقد وجد أن بداية عملية نقل المادة الوراثية من الخلية المعطية إلى المستقبلة تكون بعد حوالي 8 دقائق من بداية التزاوج . فالوقت القصير بعد التزاوج يسمح بمرور جزء صغير من الصبغي المعطي والعكس صحيح . وبذلك يمكن الحصول على عينات ذات أوقات متفاوتة من بداية التزاوج . كما يمكن اعتبار الوحدة الومنية الفاصلة بين انتقال المورثات المرتبطة كمقياس للمسافة التي تفصل بينها على الصبغي البكتيري بدلا من حساب نسب التراكيب الجديدة . والوحدة الزمنية تمثل دقيقة واحدة من وقت التزاوج . تزرع كل عينة على وسط غذائي بسيط يحتوي على تركيز مميت من المضاد الحيوي **str**. هذا الوسط يقتل بصورة محددة جميع الخلايا من النوع **HFr** , ويسمح بنمو الخلايا من النوع **F-** والتي استقبلت جزءا من الصبغي المعطي الحاوي على المورثتين **thr+leu+** . تعتبر هتان المورثتان من أولى المورثات التي تمر من **HFr** إلى النوع **F-** وتستطيعان تكوين تراكيب جديدة بعد مرور 8.5 دقائق من بداية التزاوج .

نلاحظ أن azi+ ينتقل بعد 9 دقائق , T1+ 10 دقيقة, lac+ 18 دقيقة, gal+ بعد 25 دقيقة.

Gal+ lac+ T1+ azi+ thr+ leu+

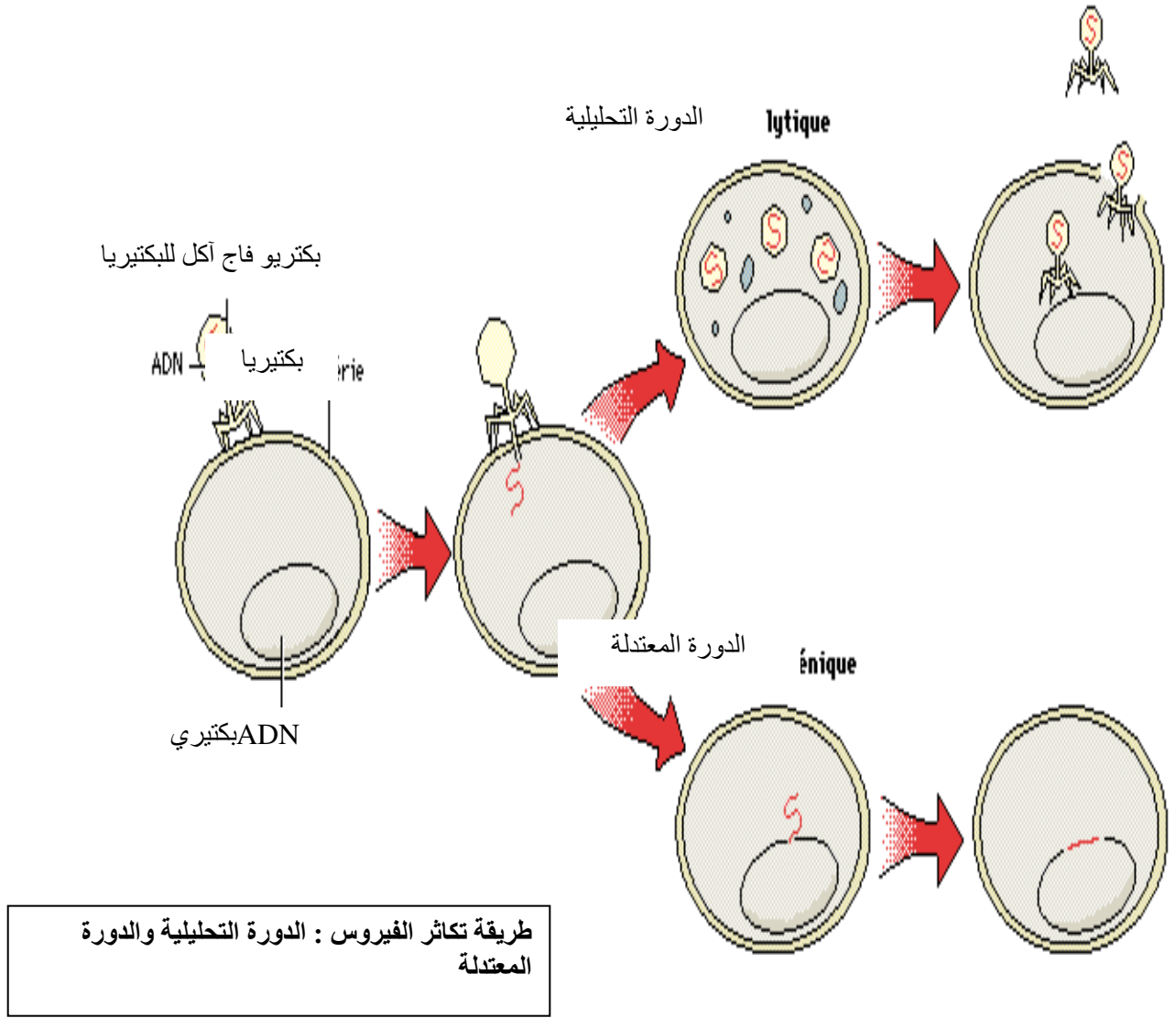
هناك عدة أنواع من HFr واستعمالها في التزاوج سعت في وضع الخريطة الوراثية ل E coli بطوله الكامل وبمقدار 100 وحدة زمنية. ووجد هناك توزيع ثابت للمورثات فالمناطق 56 د - 63 د و 40 د - 45 د تتميز بوجود مطث للمورثات. بينما المنطقة 30 د - 34 د تكون خالية تقريبا من المورثات.

الإستقال: عبارة عن إنتقال المادة الوراثية من خلية معطية إلى خلية مستقبلة عن طريق وسيلة نقل خاصة تتمثل في الوحدات الفيروسية. الخطوات التي تتبعها الفيروسات في تطفلها على البكتريا :
- يرتبط الأكل بالخلية البكتيرية من الخارج ويقوم بحقن خيطه الوراثي داخلها .
- يتضاعف الخيط الوراثي للأكل داخل العائل, وعادة ما يتم التضاعف بواسطة غزيمات تسيطر عليها محمولة على الخيط نفسه.

تقوم مورثات أخرى على نفس الخيط الوراثي بصنيع بروتينات الغلاف . وبذلك تتكون أعداد هائلة من آكلات أجزائهم داخل كل خلية بكتيرية مصابة.

-تحرر الوحدات الجديدة للأكل وذلك بتفجير الخلية العائل لتصيب خلايا بكتيرية سليمة أخرى وتعيد الدورة من جديد. يمكنها أن تكون في غضون 20 دقيقة ك دورة محللة , cycle lytique . في بعض الأحيان فهي دورة إصابة غير محللة : cycle lysogénique لوقت طويل دون تكوين الوحدات الجديدة لوقت طويل نسبيا قد يصل إلى ١٠ آلاف الإنقسامات . وذلك لأن الخيط الوراثي للأكل بعد أن يحقن داخل الخلية السليمة (بروفاج) وبعد مدة ينفصل الخيط الوراثي للأكل عن الصبغي البكتيري ويتضاعف وتتكون أجزاء الغلاف البروتيني وتحرر الوحدات الجيدة مسببة تحلل الخلية العائل.

الشكل رقم : الدورة الحياتية للفيروسات الأكلة للبكتريا المعتدلة lysogènes و المحللة Lytiques

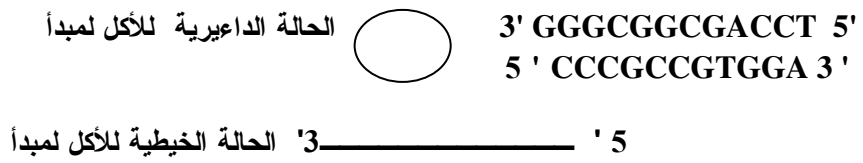


الإستقال العام : Transduction générale

عندما تصاب خلية بكتيرية بأكل وبعد إنفصاله من البكتيريا ويذهب لتطفل على خلية أخرى فإنه يأخذ معه جزءا من الصبغى للبكتيرية المعطية ونادرا ما تسع لأكثر من مورثة واحدة . وبعد ذلك محملا بهذه المورثة سيذهب لتطفل على خلايا أخرى وتحولها بواسطة هذه المورثة. مثال تجربة: Singer سلالتين من نوع E coli:

الإستقال المتخصص : Transduction spécifique

في عام 1956 تأكد للعالم Lederberg , morse إن الأكل " لمبدا " يقوم بنشاط إست نقالي في موضع واحد من الصبغي البكتيري دون غيره , وهو الموضع الذي يحوي على المورثتين bio gal . تسمى هذه الظاهرة بالإستنثال التخصص ودرست بشكل خاص في البكتريا E coli . إن الإست نقال المتخصص في الخلايا الليسوجينية بالنسبة للأكل " لمبدا " بين أن خيوطها الوراثية تندمج في مواقع محددة من الصبغي البكتيري . فبالنسبة للأكل لمبدا الذي هو عبارة عن خيط وراثي مزدوج بطول 48.5 كيلوباز وعند كل نهاية 5 يوجد تسلسل من 12 قاعدة مكمل للتسلسل الموجود في الجهة المقابلة للخيط . إن هاتين السلسلتين المفردتين يمكنهما التزاوج وارتباط ليتحول الخيط الوراثي من الحالة الخيطية الى الحلقية . يحقن الخيط الوراثي لمبدا في الخلية العائل دائما على صورته الخيطية زغلا انه وبعد الحقن مباشرة يتحول إلى الصورة الحلقية بفضل النهايات اللاصقة.



الإستنقال بالعامل الجنسي: Sexduction:

يمكن للعامل الجنسي F في البكتريا E coli أن يندمج في الصبغي البكتيري ويحولها الى Hfr . ويمكنها ان تعود إلى الحالة F+ بعد أن يخرج العامل الجنسي من الصبغي الخلوي ليبقى حرا داخل السيتوبلازم . وفي بعض الحالات النادرة جدا يحدث وان يشتمل العامل الجنسي بعد خورجه من الصبغي على بعض المورثات البكتيرية ويرمز له بعد ذلك ب 'F' . يتميز العامل 'F' .

خصائص البكتيريا :

البكتيريا التي تتركب كل عناصر النمو تسمى: " ذاتية التغذية " . هذه البكتيريا يمكنها أن تعيش وتتكاثر على وسط أولي.

- بكتيريا التي تستعمل عناصر النمو من الوسط تسمى بكتيريا: "عوز غذائي "
- ملاحظة:

أ- العناصر المكونة للوسط الزراعي تكتب بكتابة كبيرة: **Majuscule**

ب- عندما نكتب الوسط الزراعي يجب مراعية الترتيب:

- البكتريا ذاتية التغذية: الوسط الزراعي مكون من:

وسط معدني + غلوكوز (وسط أولي)

- البكتريا عاوز غذائي: الوسط الزراعي:

- وسط معدني + سكر (يهدم من طرف البكتيريا) + عنصر النمو (البكتيريا عوز غذائي بالنسبة لهم)
الأوساط الاختيارية أو الانتقائية:

هو الوسط الذي يمكن من عزل سلالة دون الأخريات (بمعنى تلبية شروط السلالة التي تعزل)

عنصر ضد الاختيار: Facteur contre sélectifs

هو عنصر الذي يمكن من أقصى سلالة من بين سلاسة أخرى. ويمكن استعمال كعنصر ضد الاختيار:

- سكر

- حمض أميني أو فيتامين

- مضاد حيوي وفي بعض الأحيان آكل البكتيريا (فاج)

1- لكتابة النمط التركيبي يستعمل الأحرف الثلاث الأولى للمركب متبوعة بالرمز + أو

2- في حالة السكر:

* الرمز + للبكتريا التي تهدم السكر

* الرمز - للسكر الذي لا يهدم من طرف البكتيريا

مثال : البكتريا تصنع البيوتين Biotine ولكن لا تركيب اللوسين Leucine بالتالي لكي تنمو يجب

إضافة اللوسين . إذن النمط التركيبي هو : Bio + , Leu-

في حالة المضاد الحيوي و الفجات (عناصر ضد الاختيار)

يكتب " S " للبكتريا الحساسة للعنصر ضد الإختيار

يكتب " R " للبكتريا المقاومة للعنصر

مثال : بكتريا حساسة للفاج T₁ ومقاومة للمضاد الحيوي الستربتوميسين Strep ستكون بنمط تركيبي : T₁^S, Str^R

السكر الغلوكوز مهدم من طرف كل البكتريا لكونه السكر الأبسط.

2- دراسة الفيروسات

تتميز الفيروسات وى كلات الجراثيم ببساطة التراكيب إذا ما قورنت بالكائنات الخرى . يتكون كل فيروس من نوع واحد من ADN أو ARN الحامل للمعلومات الضرورية لتركيب وحدات فيروسية جديدة , وغلاف بروتيني يساعد في إحداث الإصابة كما يحمي الفيروس من البيئة الخارجية. يفتقد الى الجهاز الحيوي الذي يمكنها من التضاعف والتكاثر : مثلا الريبوزومات والأنزيمات . لذا تقوم الفيروسات بمهاجمة وإصابة الخلايا الحية لتوجيه جهازها الحيوي إلى تصنيع وحدات جديدة من نسل الفيروس .

آكلات الجراثيم القاتلة: دورة الحياة درست في الإستنقال الوراثي , دورة تحليلية

آكلات الجراثيم المعتدلة: دورة الحياة المعتدلة, دورة ليزوجينية : الأكلات المعتدلة لها ميزة خاصة وهي أن الخيط الوراثي عندما يندمج داخل الصبغي البكتيري فإنه ينتقل إلى الأجيال المتعاقبة للخلايا البكتيرية. ومن ثم فسوف ينتج ملايين من الخلايا الليسوجينية المحتوية على الأكل" لمبدأ " في وقت قصير. وبذلك فانتقال الأكل لا يعتمد فقط على عملية العدوى و الإصابة وإنما على تواجد العائل نفسه, فحيثما وجد هذا الأخير إلا ووجد معه الأكل.

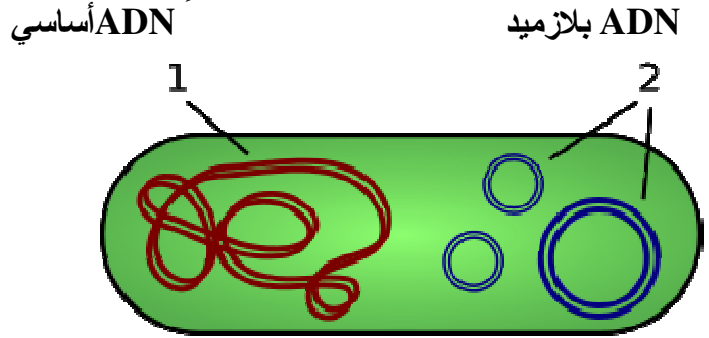
الإبوزوم أو العامل الجنسي والبلازميدات

- الإبوزوم أو العامل الجنسي

قطعة من ADN مستقلة من الصبغي الساسة وهو يمكن أن يكون حر ويحدد نمط البكتيريا التي تسمى F^+ أو مندمج مع الصبغي البكتيري وتسمى البكتيريا HFr : بكتيريا ذات القدة الكبيرة على إعطاء تراكيب جديدة . العامل الجنسي الذي يوجد في البكتيريا ذون الأخريات يسمى بالإبوزوم أو عنصر الخصوبة لأن البكتيريا التي لديها إبوزوم تسلك سلوك البكتيريا الذكورية حيث يحدث إنتقال المورثات في عملية الإقتران من بكتيريا ذات إبوزوم إلى أخرى ذون إبوزوم. في عملية الإقتران بين عنصرين من البكتيريا العنصر الجنسي لن ينتقل من بكتيريا إلى أخرى إلا في حالات نادرة.

- البلازميد:

هي جزء من ADN مستقلة من الصبغي الأساسي ويمكن إستعماله في نقل الوسم الوراثي (marqueur génétique) أو مورثة غريبة عن البكتيريا المستقبلة وهو يشفر للإنتاج ناتج أيضا معين مثلا مضاد حيوي ، أنسولين ... ويمكن أن ينتقل من بكتيريا إلى أخرى عن طريق الإقتران ويستعمل في الهندسة الوراثية. الشكل التالي يبين وجود بلازميدات داخل الخلية :



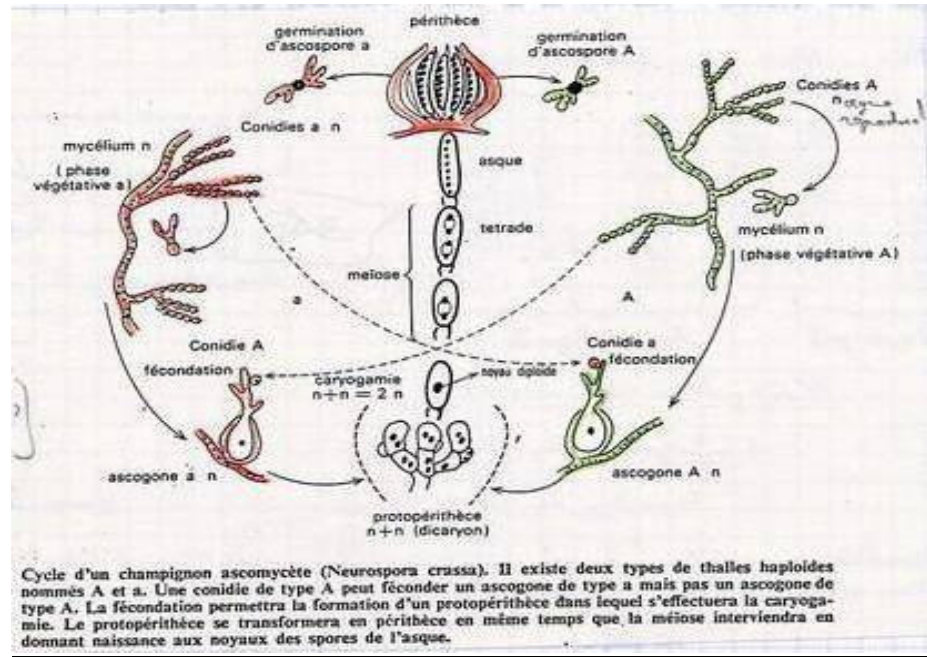
التركيب الدقيق للمورثة

- تركيب المورثة:

- نحن نعلم أن المورثة هي وحدة مستقلة و قادرة على التضاعف الذاتي، يمكننا ملاحظة ذلك أنها:
- 1- وحدة وظيفية : وهو أصغر جزء من الصبغي الضروري لتركيب الصفة إن : فهو سيسترون
 - 2 - وحدة طافرة: وهو أصغر قطعة من الصبغي إذا تغيرت أدت إلى ظهور طفرة تعطي ظهور موقع طفر
 - 3- وحدة تركيبية: وهي أصغر قطعة من الصبغي من الممكن أ، تتبادل بين صبغيين متماثلين
- هذه القطع الثالث تعرف بالمورثة هل هي متماثلة ؟ هذا ما سنحاول تحديده

II- اختبار تنافر تجاذب Test Cis-trans :

بسمح بمعرفة إذا أليلين لنفس المورثة محمولين أم لا على نفس الصبغي
 مثلا عند *Aspergillus niger* من الفطريات أين دورة الحياة تكون أحادية -ثنائية الصيغة الصبغية:
 Haplodiplobiante كما هو موضح أسفلا:
 الصورة رقم : الدورة الحياتية للفطري *Aspergillus niger*



التركيب الدقيق للمورثة

نلاحظ أن هناك مرحلتين: -الميسيليوم mycélium + mycelium n ثنائي الأنوية

- البوغة: n Spore

* تعتبر الفطريات ذاتية التغذية بالنسبة للأحماض الأمينية حيث أنها تكون برية أو قادرة على النمو في وسط أولي لا تحتاج إلى إضافتها في وسط النمو فهي إذن: Autotrophes لكن إذا افتقدت هذه القدرة الطبيعية فهي تصبح عوز غذائي ولكي تنمو يجب إضافة الحمض إلى وسط النمو فتسمى إذن عوز غذائي أو: Auxotrophes

إذا اعتبرنا أن تركيب الأحماض الأمينية من الوظائف الحيوية، مثلا وظيفة تركيب الأرجنين Arginine، وبالتالي الفرد الذي يركب ذاتيا الأرجنين فهو يسمى Arg⁺ بينما الفرد الذي يكون عوز غذائي فهو arg⁻. لقد اخترنا عدة أفراد طافرة بالنسبة ل Arginine السلالة البرية: arg⁺

السلالات الطفرة: arg⁻₁ arg⁻₂ arg⁻₃ arg⁻₄ arg⁻₅ arg⁻₆ منحدره من السلالة البرية *نقوم -1 تصالب السلالة البرية مع السلالات الطافرة المختلفة

$$arg_2^- \times arg^+ ; arg_1^- \times Arg^+$$

$$arg_6^- \times arg^+ ; arg_5^- \times arg^+ ; arg_4^- \times arg^+ ; arg_3^- \times arg^+$$

تتحصل على (حسب دورة الحياة):

- ميسليوم 2n ثنائي النواة:

$$\frac{arg^+}{arg_6^-} \quad \frac{arg^+}{arg_5^-} \quad \frac{arg^+}{arg_4^-} \quad \frac{arg^+}{arg_3^-} \quad \frac{arg^+}{arg_2^-} \quad \frac{arg^+}{arg_1^-}$$

هذه الميسليومات ستعطي أبواغ:

$$\begin{array}{cc} arg^+ \%50 & arg^+ \%50 \\ إيج & arg_2^- \%50 \\ & arg_1^- \%50 \end{array}$$

2- نصاب السلالات arg⁻₁ x arg⁻₂ تتحصل على ميسليوم n2 : [arg⁻] بتركيب وراثي arg⁻₁

$$arg_2^-$$

وأبواغ كلها [arg⁻] نقول ان الطفرات arg⁻₂ و arg⁻₁ تكون وراثيا متماثلة، الميسليوم هو

متماثل اللواقح : homozygote

المورثات arg⁻₁ و arg⁻₂ تسمى أليلات متماثلة أو Homoallèles .

3- نصاب السلالات arg⁻₃ x arg⁻₄ تتحصل على ميسليوم 2n [arg⁻] بتركيب وراثي arg⁻₃ / arg⁻₄ /

بينما الأبوغ المتحصل عليها بنمط ظاهري [arg+] + [arg⁻] وبتكرار 1/ 10000 .

المورثات arg_3^- و arg_4^- هم أليات بالنظر إلى معنى وحدة وظيفة (تركيب الأرجينين) . ولتفسير ظهور البوag [arg+] يجب تقبل فكرة وجود إعادة التركيب الميوزي داخل المورثة (نسبة الطفرة العكسية = 10^{-8}) . هذا لا يمكن الحدوث إلا إذا كان شكل المورثة كوحدة وظيفة هي خطية (linéaire) مكونة من تحت وحدات تسمى مواقع الطفرات من الممكن أن تقوم بطفرات مستقلة عن بعضها البعض.

*المورثة كوحدة وظيفية تسمى سيسترون: Cistron

وبالتالي يمكننا اعتبار أن arg_3^- و $4-arg$ لا تمس نفس الموقع على السيسترون.

**هناك إعادة التركيب داخل السيسترون : intracistronique لتحصل على أبوag [arg+] .

نقول أن arg_4^- و arg_3^- هم أليات مختلفة أو Hétéroallèles فهم في وضعية تنافر Trans على السيسترون.

بينما في حالة الليات المتماثلة Homoallèles لايمكن وجود إعادة التركيب.

• وحدة الطفرة توظف موقع : 1 Site

• وحدة إعادة التركيب تحتاج إلى موقعين على الأقل : 2 Sites

• وحدة الوظيفة توظف عدة مواقع : n Sites

كيف يستعمل الإختبار ؟

هل arg_5^- و arg_6^- تنتمي إلى نفس السيسترون ؟

***إذا كان سيسترونين مختلفين ؟ صبغيين متماثلين ؟

وضعية : تنافر trans

سيسترون واحد يوقف تركيب الأرجينين لكن الأليل + يوعدها ، الميسليوم الثنائي يكون [arg+]

وضعية تجاذب: Cis

الميسليوم الثنائي يكون [arg+]

*** إذا كان سيسترون واحد

وضعية : تنافر trans :

ولا أي واحد من السيسترونين قادر على تركيب الأرجينين . الميسليوم الثنائي يكون [arg-]

وضعية تجاذب: Cis :

الميسليوم الثنائي يكون [arg+]

يمكن لصفة أن تكون تحت تأثير عدة سيسترونات.

وضع الخرائط داخل السيسترونية: cartes factorielles intracistroniques:

كل ما كانت المواقع مبتعدة كل ما كانت نسبة التصالب والعبور عالية ولكن النسبة % لإعادة التركيب تكون ضئيلة ولهذا السبب فهي تهمل ويسمح لنا إلا لتحديد الترتيب للمواقع فقط.

- موقع يوافق زوج من النيكليوتيدات

- وحدة الطفرة توافق إذن زوج من النيكليوتيدات

- المسافة بين زوجين من النيكليوتيدات متجاورة = وحدة إعادة التركيب

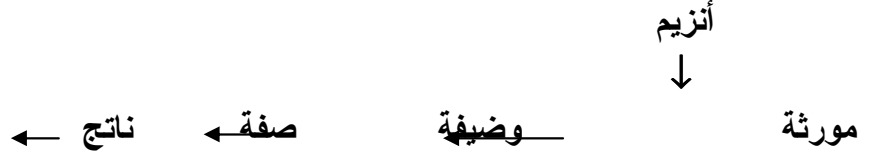
- وحدة الوضيفة = n زوج من النيكليوتيدات

كمثال تجربة بنزار للفاج T4 آكل للبكتريا *Escherrechia coli*

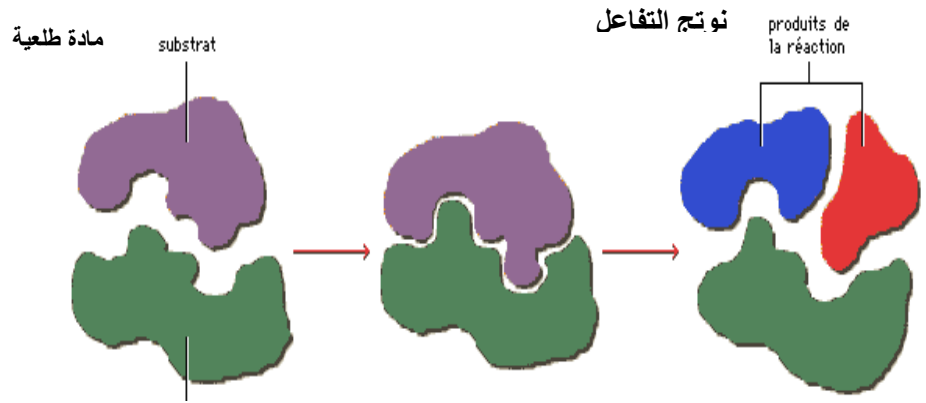
العلاقة بين المورثة و الصفة

عموميات:

لكل مورثة وظيفية محددة التي تساهم في تكوين صفة خاصة عند كل كائن

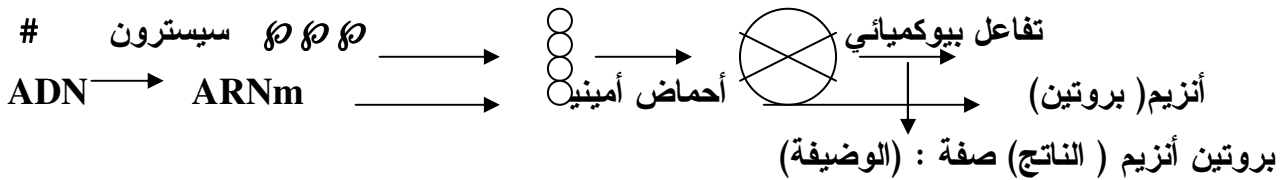


طريقة عمل الأنزيم :



الشكل رقم 33 : التكامل بين الأنزيم والركيزة

المورثة أو السيسترون تعمل بتركيب ناتج انطلاقا من نموذج هذا الناتج يدخل في تحقيق وظيفية خاصة أثناء تفاعل أيضا التي تترجم بصفة تدخل في تكوين نمط ظاهري.



نجد طفرتين للعلاقة بين المورثة والأنزيم:

أ- العلاقة الأولى: الطفرة تحدث على مستوى الأيض الخلوي للكائنات الدقيقة

ب-العلاقة الثانية: الطفرة تحدث على مستوى سلسلة النمو عند الكائنات الراقية

1-العلاقة مورثة - إنزيم

الأنزيم هي بروتين ذات النشاط الأنزيمي

إذا حدثت طفرة فتؤدي إلى ظهور طافر البيوكيميائي بظهور غياب عند الكائن للأنزيم الفعال الذي ينشط التفاعلات الأيضية .

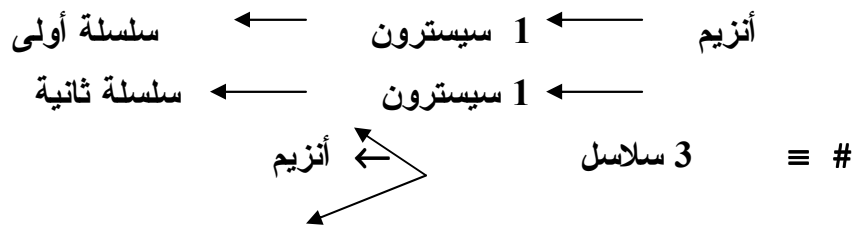
- القاعدة العامة: مورثة واحدة ← أنزيم واحد
- مبدئيا نعلم أن واحد سيسترون \equiv سلسلة واحدة متعددة الببتيدات لماذا ؟
- لأن الأنزيم عادة ما يكون مكون من سلسلة واحدة متعددة الببتيدات : 1 polypeptide . وهذا يعتبر موافق مع القاعدة العامة
- لكن البروتين لها عادة هيكل رباعية ولكن ليس الحال هو هكذا دوما. في غالب الأحيان البروتين الأنزيمية لها هيكل رباعي

لها عدة سلاسل ببتيدية لكنها متماثلة وتسمى لذا : Oligomère مثلا عند *Neurospora crassa* حيث أن *Glutamate désydrégénase* التي تنزع 2 H من الحمض الغلتيك (أو D H glutamique) مكونة من 8 سلاسل ببتيدية متماثلة والتي هي تحت تحكم سيسترون واحد وهذا لا يعيد النظر في مبدأ : مورثة واحدة ← أنزيم واحد .

يمكن أن نلاحظ كذلك أن الأنزيم يكون مكون من سلاسل ببتيدية مختلفة وتحت تحكم سيسترونات مختلفة مثلا: التريبوفان سانتيتاز: (Tryptophane synthétase) والتي تتحكم في إحدى المراحل لسلسلة

تركيب التريبوفان Tryptophane

عند *Neurospora crassa* وكذلك و عند *Eschérichia coli* هذا الأنزيم مكونة من سلسلتين (2) ببتيدية مختلفة تحت تحكم سيستر ونين مختلفين ومتجاورين . في هذه الحالة هناك مورثتين لأنزيم واحد.



هناك حالات عكسية أين مورثة واحدة تتحكم في سلسلتين أبيضيتين

لكون الأنزيم هو نفس: 1 Transaminase التي تنشط المرحلة النهائية للسلسلتين الأبيضيتين .

هيكل الأنزيم مرتبط بهيكل المورثة وفقدان نشاط أنزيم سببه تغير هيكله

- في حالة تمس طفرة مورثة أو (سيسترون):

حالة عادية: تفاعل يؤدي إلى ناتج عادي

حالة طافرة : لا يوجد تفاعل سيؤدي إللا ناتج غير فعال أو مفقود .

2-العلاقة بين المورثة والبروتين

الدراسة السابقة أوضحت التحكم الوراثة على البروتينات ذات نشاط أنزيمي. بالنسبة لبروتينات الهيكلية فهي تحت تحكم مورثات خاصة و ناتجة العلاقة بين المورثة والبروتين تدرس من خلال أمراض خضاب الدم.

Les hémoglobinopathies

• الأنيميا المجلية: Anémie falciforme

وهي إمرض وراثية ناتجة لطفرة وراثية تؤدي على مستوى البروتين الناتج عن تعويض حمض أميني بأخر.

نتائج الطفرات المحددة:

إذا حدثت طفرة محددة على مستوى النكليوتيدات للأ ADN تأثر على السلسلة متعددة الببتيدات (سلسلة الأحماض الأمينية) النتيجة : هي ظهور أمراض جزيئية : **Maladies moléculaires** منها مثلا : الأنيميا المنجلية أو أمراض خضاب الدم الأخرى .
أمراض خضاب الدم:

تذكير بهكل الهيموغلوبين : **Hémoglobines Hb**

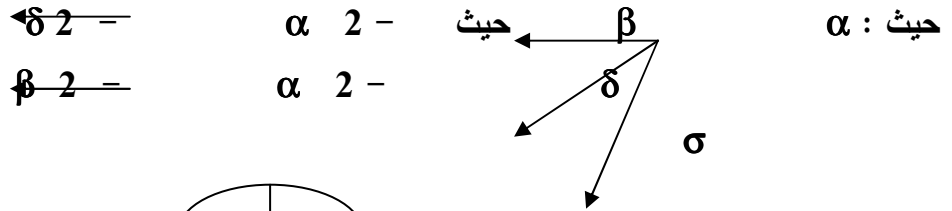
هناك جزأين:

- الجزء البروتيني: غلوبين وهي بروتين ناتجة عن تجمع أربع سلاسل متعددة الببتيدة متشابهة مثني مثني وكل سلسلة مكونة من 140 إلى 150 حمض أميني .

- الجزء العضوي : الغير بروتيني يحتوي على الحديد : **1 Hème**

جزئ Hb يحتوي دوما على نوعين من متعددات الببتيدات. هناك نوع موجود دوما هو النوع α والتي

يرتبط مع β ، δ ، σ



الجزء الحديدي: **Hème**

هناك عدة أنواع من Hb :

عند الإنسان يلاحظ

1- Hb الجنينية : HbF تحتوي على سلاسل α_2 و δ_2 وهي أهم Hb عند الجنين (80%) وعند المولود الجديد . تتواجد عند الفرد البالغ بمستوى 0-2%

2- Hb A₁ أهم Hb للفرد البالغ (95-98 %) . تتواجد عند المولود الجديد ب 20 % السلاسل هي 2α و 2β Hb . A = بالغ

3- Hb A₂ : السلاسل هي 2α و 2σ تظهر بعد الشهر التاسع وتبقى عند الفرد البالغ بنسبة 1-2% ملاحظة : HbF و Hb A₁ و Hb A₂ هي خضاب الدم العادية

التحكم الوراثة:

كل سلسلة تحت تحكم مورثة خاصة تعمل على تركيب السلاسل المختلفة (δ و σ و β و α) وهذه المورثات هي جسمية متنحية: Autosomes récessives

الأنيميا المنجلية Drépanocytose أو Anémie falciforme

وهو خلل وراثي يتميز بأنها حادة. ووجود في دم الأفراد كريات الدم طويلة بشكل المنجل:

Drépanocytes

صورة للكريات الحمراء المنجلية



الشكل النهائي لكريات الدم المنجلية الشكل رقم 35

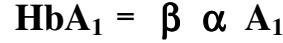
المورثة المسؤولة هي مورثة متنحية وتحدد الخلل الوراثة على شكل متماثل نقي اللواقع .

-وهي تسبب النسبة الكبيرة للوفيات التي تحدث في بلد الهند وبعض بلدان إفريقيا .

الصيغة التركيبية هي: $Hb S = \beta \alpha S$
 $\beta \alpha S$

عند الأفراد الهجينة النمط المظهري غير مريض لكن الأفراد تظهر حساسية للضغط الأوكسجين بوجود الكريات الحمراء بشكل متغير تحت نقص الأوكسجين وكذلك بكريات حمراء عادية ($\beta \alpha$) HbA_1 . (

الصيغة التركيبية هي: $HbA_1 = \beta \alpha A_1$



بينما الكريات الحمراء الطافرة تحتوي على $Hb S$ مختلفة عن HbA_1 وهي ناتجة عن طفرة محددة إستبدالية غير متكافئة أدت إلى تعويض حمض أميني : الحمض الغلوتاميك بـ حمض أميني آخر : الفالين في السلاسل متعددة الببتيدات β على مستوى الحمض الأميني رقم 6. انطلاقاً من طرف NH_2 . الأنيما المنجليا أو *Drépanocytose* أو *Hémoglobinoses* هي مرض جزئي.

$Hb S$ هيموغلوبين غير عادي طافرة تنبت جزئياً الأوكسجين حيث تترسب عند انخفاض مستوى الأوكسجين بسبب الشكل الغير عادي للكريات الحمراء التي في النهاية تشكل كتلة يمكنها أن تسبب انسداد في الشريان : **Trombose → Infarctus**

- الأفراد العادية لهم خضاب الدم بنمط تركيبى: $HbA_1 = \beta \alpha A_1$



Hb هي HbA_1 : (α ، β ، A_1) وكريات الدم عادية .

دراسة العشائر المختلفة أظهرت أن تواجد المرض كان ضائل عند الأوروبيون بينما نسبة وجوده عالية عند سكان إفريقيا : 20-40% في إفريقيا الوسطى ، في مدغشقر و جنوب الهند . هذه البلدان كونت حزام المرض يسمى : *Sicklémie* اسم المعطى للمرض (S).

طريقة ظهور الطفرة وتكوين

HbS : الأنيما المنجلية

HbA : خضاب الدم العادي

HbC : أنيميا تحليلية 0

الجدول رقم 40 : تلخيص لتوزيع الأحماض الأمينية

ترتيب الأحماض	Hbs	HbA	HbC
1	Val	Val	Val
2	His	His	His
3	Leu	Leu	Leu
4	Thr	Thr	Thr
5	Pro	Pro	Pro
6	Val تعويض	Glu	Lys تعويض

7	Glu	Glu	Glu
8	Lys	Lys	Lys
9	Ser	Ser	Ser

الأمراض الوراثية الأخرى لـ Hb :

الطلاسيميا : **Thalassémies** بسبب الكمية الغير العادية لـ Hb

α طلاسيميا وهو نقص كمي لسلاسل

β طلاسيميا وهو نقص في تركيب الكمي لسلاسل β

- اشتراك بين طلاسيميا و الأيميا المنجلية: $\beta \alpha A_1$

$\beta \alpha S$

3- الأمراض الوراثية الإستقلابية :

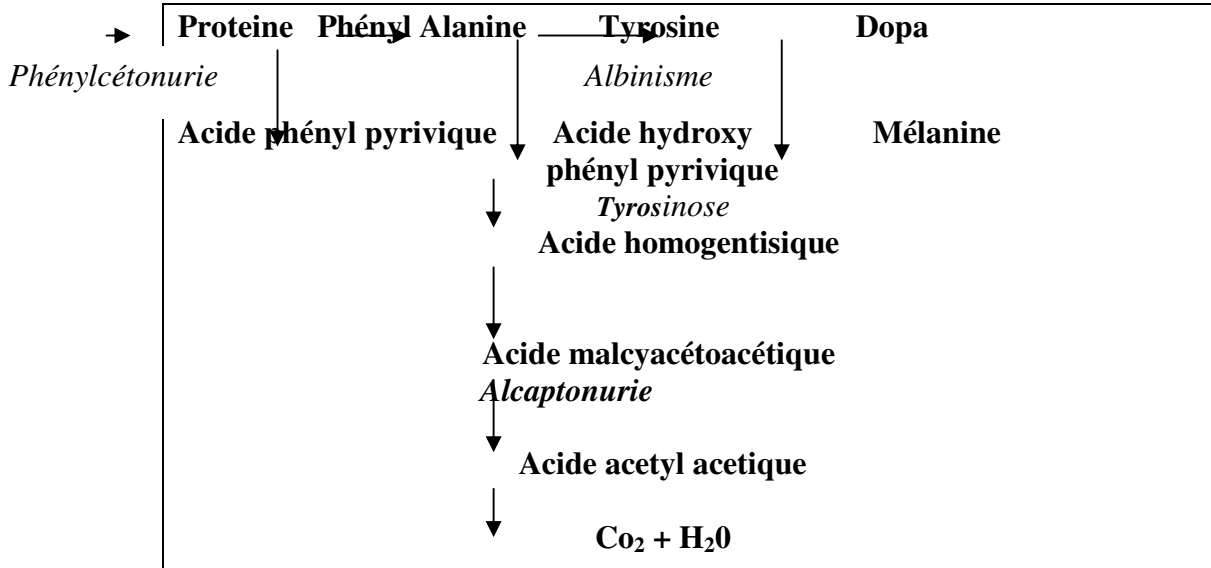
مثالا الأمراض الإستقلابية للأحماض الأمينية:

حالة إستقلاب الفلين أنين: **Phénylalanine** تحت تحكم مورثات جسمية متنحية.

Phénylalanine يأتي للإنسان عن طريق التغذية ويتحول إلى نواتج إنتقالية ونهائية وأي عطب في

أي مرحلة يؤدي بخلل في غسقلاب هذا الحمض الأميني الذي يعتبر مهما جدا

للإنسان .



هناك أربع أمراض وراثية تنجم عن إستقلاب غير عادي للفينيل أنيل **Phénylalanine**

الفنيل سيتونيري **Phényl Cétonurie** نتيجة توقف الأنزيم :

• **Phénylalanine Hydroxylase**

• ألبينيزم **Albinisme** : نتيجة توقف الأنزيم **Tyrosinase**

• الكابتونيري **Alcaptonurie** نتيجة توقف الأنزيم : **hydroxy phényl pyriviate**

• التيروزينوز الوراثية Tyrosinose Congénitale: نتيجة توقف الأنزيم Oxydase

هذه هي سلسلة التي من خلالها يحدث إستقلاب الحمض الأميني Phénylalanine بتنشيط عدة أنزيمات متحكم فيها وراثيا (مورثات جسمية متنحية) وإذا حدثت طفرة في أي مستوى كان سيؤدي إلى أعطاب متسلسلة ومتتالية

الحمض الأميني Phénylalanine يأتي عن طريق التغذية (بروتينات حيوانية) فيتحول في الجسم إلى سلسلة من التحولات المتسلسلة في البداية يؤكسد عن طريق أنزيم إلى التيروزين Tyrosine كمادة أولية لمواد أخرى مهمة. هذه الأنزيم هي Phényl Alanine سلسلة إستقلاب الفينيل ألانين

إذا حدث عطب أو عدم تركيب الأنزيم المحولة للمادة الطلعية لهي البروتين أو الحمض أميني الفينيل ألانين الناتجة ستكون :

ظهور أعراض المرض الإستقلابي الفينيل سيتونيري: La Phényl Cétonurie

أو التخلف Acide Phényl Pyruvique

الأفراد المصابة غير قادرة على تركيب الأنزيم الضرورية لتحويل Phényl Alanine إلى تيروزين فهناك:
في الأمام

- تراكم غير عادي لل Phényl Alanine في الدم حتى أن النسبة العادية مضاعفة

20مرة وبالتالي سيفرز بطريقة غير عادية في البول

تنظيم نشاط المورثات

لا يمكن لأي خلية أن تكون جميع مورثاتها في صورة نشطة في وقت واحد . فنمو الكائن وتمايزه يمر بمراحل معقدة يكون فيها نشاط بعض المورثات مستمرا ، بينما مورثات أخرى تنشط في مراحل معينة ثم تتوقف بعد انقضاء المرحلة حسب تغير الظروف الخلوية ولاخلوية .ومن بين الظروف البيئية التي تستجيب لها الخلية نذكر : الحرارة ، الضوء، التغير في تركيز المواد الغذائية في الوسط .
وفي الكائنات الراقية تستجيب الخلايا لهذه التغيرات عن طريق التنبيه أو التغير في مستوى الهرمونات المختلفة داخل الجسم . لقد درست عمليات التنظيم التي تخضع لها المورثات بشكل مستفيض في البكتريا والفيروسات . بينما تبقى الأمور غير مكتملة في الكائنات حقيقية النوى . وعلى ذلك تنقسم المورثات حسب خضوعها لنظام المراقبة إلى:

1- مورثات غير خاضعة لنظام المراقبة:

وهي المورثات التي تغير عن نفسها باستمرار بغض النظر عن الظروف التي تحيط بالخلية أو مرحلة النمو التي تمر بيها . ويكون ناتج المورثة (انزيما مثلا) موجودا دائما في الخلية وبنفس التركيز سواء وجدت مادة التفاعل او غابت . تسمى هذه المورثات عادة المورثات التكوينية : *gènes constitutives* .

2- المورثات المسيطر عليها :

وهي مورثات تعبر عن نفسها عندما تحتاج الخلية إلى نواتجها فقط . فمثلا في البكتريا عادة تخضع الإنزيمات اللازمة للتمثيل الغذائي للسكريات الأقل شيوعا كالألكتوز والأرابينوز إلى مورثات واقعة تحت سيطرة نظام محكم للمراقبة . وتنقسم أنظمة مراقبة نشاط المورثات إلى قسمين رئيسيين :

* أنظمة التحفيز :

وفيها يتم إنتاج إنزيمات فقط عندما تكون مواد تفاعلها متوفرة بتركيز كافية في الوسط . وهذا يعني أن جزيئات مواد التفاعل لهذه الإنزيمات تلعب دور المنشطات بالنسبة للمورثات المسؤولة عن هذه الإنزيمات . وغياب هذه الجزيئات أو وجودها بتركيز منخفضة يسبب تثبيط تلك المورثات . من أجل ذلك سميت هذه

الجزيئات بالمنشطات (أو الحاثات : *Inducteurs*)

* أنظمة الكبت : *Système répressur*

وفيها يعتمد إنتاج الإنزيمات على تركيز نواتج تفاعلها . فالمورثة هنا تستمر في إنتاج الإنزيم إلى أن يبلغ تركيز ناتج التفاعل للإنزيم نفسه حدا معيناً . ويسمى ناتج التفاعل في هذه الحالة مساعد المثبط : *co-répressur* . لأن المورثة المنظمة تنتج بروتينا منظما لكنه لا يستطيع أن يوقف نشاط المورثة مالم يرتبط بناتج تفاعل الإنزيم مثبط فعال .

ولنظام المراقبة عدد من العناصر الوراثية تتجاوب مع التغيرات البيئية تسمح أو لاتسمح للمورثة المعينة أن تنسخ إلى *ARN m* . لقد تم التعرف على هذه العناصر في البكتريا و الفيروسات وهي :

أ – المحفز : *Promoteur*

وهو عبارة عن ناتج من القواعد يسبق المورثة ، ويستطيع الإنزيم المكثف للARN الرسول أن يتعرف عليه . وعندما يرتبط بالمحفز تكون المورثة أو المورثات المجاورة جاهزة لعملية النسخ .

ب- المشغل : Opérateur

وهو ناتج من القواعد يقع بين منطقة المحفز والمورثة المراد نسخها . يرتبط بالمشغل بروتين خاص يدعى البروتين المنظم : Protéine régulatrice لمنع نسخ المورثة التي تصبح بذلك مثبثة لتعذر مرور الإنزيم المكثف للARN .

د-المورثة المنظمة: Gène régulateur

وهي المورثة التي تنتج البروتين المنظم الذي يعتبر عنصرا ضروريا في عملية السيطرة . وتتميز البروتينات المنظمة بقدرتها على الارتباط بدقة بالمشغلات الخاصة بيها . وحسب نوع نظام المراقبة فقد ينتج البروتين في حالة نشطة ويكون قادرا على ارتباط بمنطقة المشغل مباشرة مانعا نسخ المورثة كمثل سنتطرق إلى نظام لاكتوز في البكتريا E coli :

استعمال لاكتوز من طرف الخلية يحتاج إلى أنزيمين (02) : ال- β galactosidase التي تمكن لاكتوز من الدخول إلى الخلية . β galactosidase ال هي أنزيم داخل الخلية يميته لاكتوز ويعطي : glucose و galactose . الأبرون يجمع المشغل : Opérateur (O) ، المورثة البنيوية لل β galactosidase (z) ، وكذلك مورثة الأنزيم Perméase (y) ، ومورثة منظمة (i) موجودة قريبا من هذا الأبرون (opéron) . بعض الأليات المكتشفة موجودة أسفاله ببعض الخصوصيات :

أليات المشغل : Opérateur

O^+ = هذا المشغل يسمح لأسيسترونات المجاورة (في وضعية cis) أن تعبر عن نفسها بمعنى أن تنسخ إلى ARN m . هذا الأليل حساس للمكبث بمعنى بحضور المكبث هناك توقف لنسخ .
 O^0 = هو مشغل تركيبي وهو غير حساس إلى المكبث ويسمح النسخ المتواصل للأسيسترونات المجاورة.
 O^- = هو مشغل غير فعال والسيسترونات المجاورة غير مستنسخة تماما.

أليات β galactosidase (z) :

Z^+ = يشفر ل β galactosidase فعالة

Z^- = يشفر لبروتين Cz الأنزيمي غير فعالة

أليات Perméase (y) :

Y^+ = يشفر ل Perméase β galactosidase فعالة

Y^- = لا يشفر لشيء

أليات المورثة المنظمة (i) :

i^+ = ينتج كابيت منتشر هذا الكابيت يوقف النشاط ل O^+ ولكن هو بدوره مقمع من لاكتوز

i^- = لا ينتج ها المكبث أو كاج

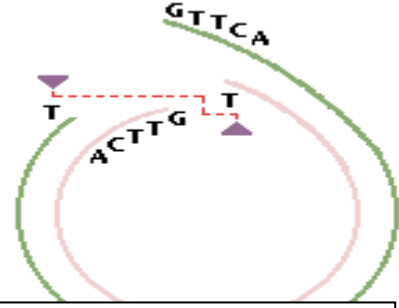
i^s = ينتج كاج فائق والذي غير منشط من طرف لاكتوز.

الهندسة الوراثية :

الهندسة الوراثية هي مجموعة من التقنيات تمكن من نقل المادة الوراثية محورة أم لا من كائن إلى آخر

الهندسة الوراثية أصبحت ممكنة في بداية السبعينات بفضل اكتشافين أساسيين إكتشاف :

- أنزيمات القطع والتي تمكن من قطع ADN في أماكن محددة
 - ليغاز (ligases) وهم أنزيمات قادرة على ربط معا مجموعة من قطع ADN
- بهذه الأنزيمات وأخرى تمكن العلماء من الحصول على أدوات جزيئية خاصة بـADN قادرة على قطع وربط وتصليح أو إستطالة قطع من المعلومة الوراثية



الشكل رقم 25 : الهندسة الوراثية : الأنزيمات

عملية الهندسة الوراثية تجمع كل العمليات التي من الممكن القيام بيها على قطعة من ADN من المرحلة التي تستأصل من الخلية إلى المرحلة التي تدرج في خلية مستقبلية. تبدأ هذه العمليات بعزل قطعة من

ADN وتقطيعه من طرف أنزيمات القطع: enzymes de restriction

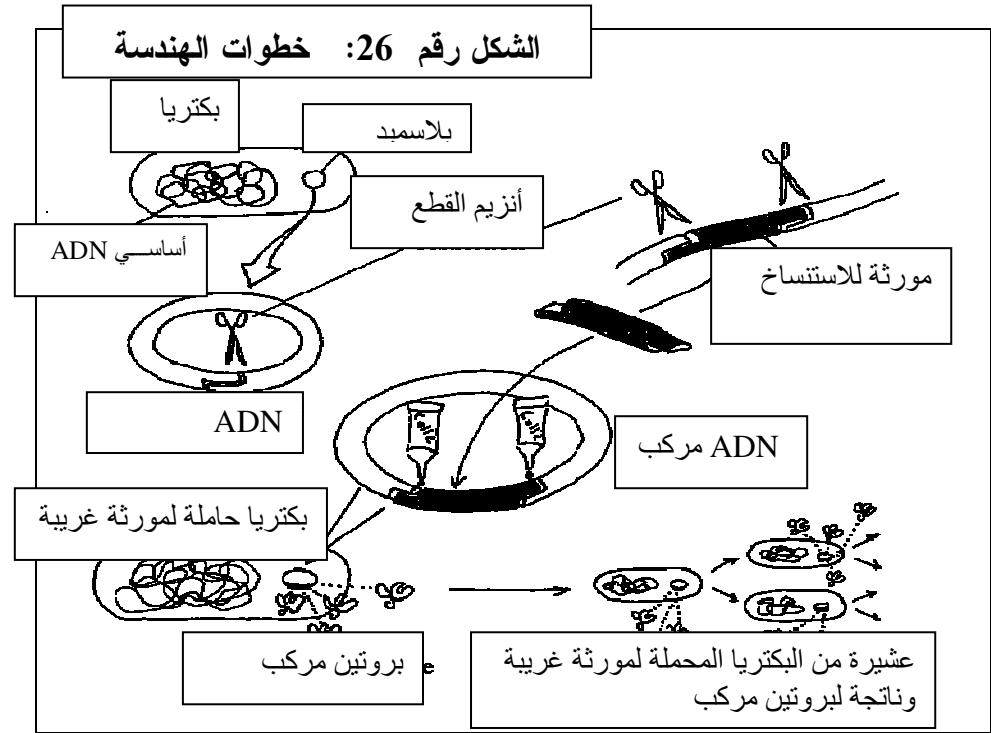
إعادة التركيب المخبري *in vitro* يكمل في عملية الصق الاصطناعي لقطعة ADN المستأصل إلى قطعة

ADN أخرى، الحامل أو الناقل يمكن أن يكون : بلازميد بكتيري ، أو ADN فيروسي.

قطعة ADN المخترعة يمكن تضاعفه إلى عدة نسخ بعدة طرق أو تقنيات منها :

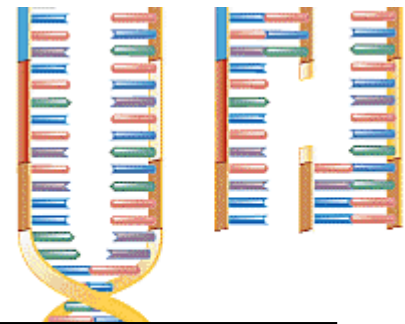
- تكرار أو تضاعف العائل
- تقنية PCR وهي تقنية تعتمد على تضاعف ADN بواسطة أنزيمات خاصة وهي ADN polymérase أو أنزيم التكاثر. (في هذه التقنية لا يوجد مرحلة إعادة التركيب للعائل) بينما المراحل الأخرى تحتوي على إدماج قطعة ADN في خلية أو كائن مستقبل وتركيب البروتين من طرف هذا ADN المستنسخ .
- الاستنساخ الجزيئي

الاستنساخ الجزيئي هدفه هو تصفية (purifier) وكذا تضاعف (amplifier) لمليون مرة جزء ADN المرتبط لعائل . البكتريا أو الخلية التي تتحصل على هذا الجزء من ADN تسمى " محولة". كما هو موضح في الشطكل التالي



- طريقة PCR

تقنية PCR أو (Polymérase Chain Réaction) تتواجد منذ 1986 وهي تقنية تكاثر ADN، والتي تسمح بتفادي المرور بالاستنساخ ADN مع عائل. وهي عبارة على تكرار حدث مخبري أبسط أنزيمات تسمى أنزيمات التكاثر أو ADN polymérases . هي تقنية دقيقة تسمح كذلك إنتاج عدد كبير من نسخ لجزء ADN .



الشكل رقم 27: النسخ بطريقة PCR

التعبير المورثي:

هذه المرحلة تمكن المورثة الموجودة في جزئ ADN المعزول ثم مضاعف من تركيب البروتين التي يشفر لها ، بعد انتقاله داخل بكتريا أو خلية . يجب إذن التعرف على البروتين الخاص لهذه المورثة من بين مجموعة البروتينات المرطبة من طرف البكتريا او الخلية . ولهذا توجد تقنيات خاصة لكشف .

تطبيقات الهندسة الوراثية:

أهم التطبيقات للهندسة الوراثية تخص الصناعة الصيدلانية : إنتاج أدوية من طرف خلايا محورة كمثال الأنسولين وعنصر التخثر VIII

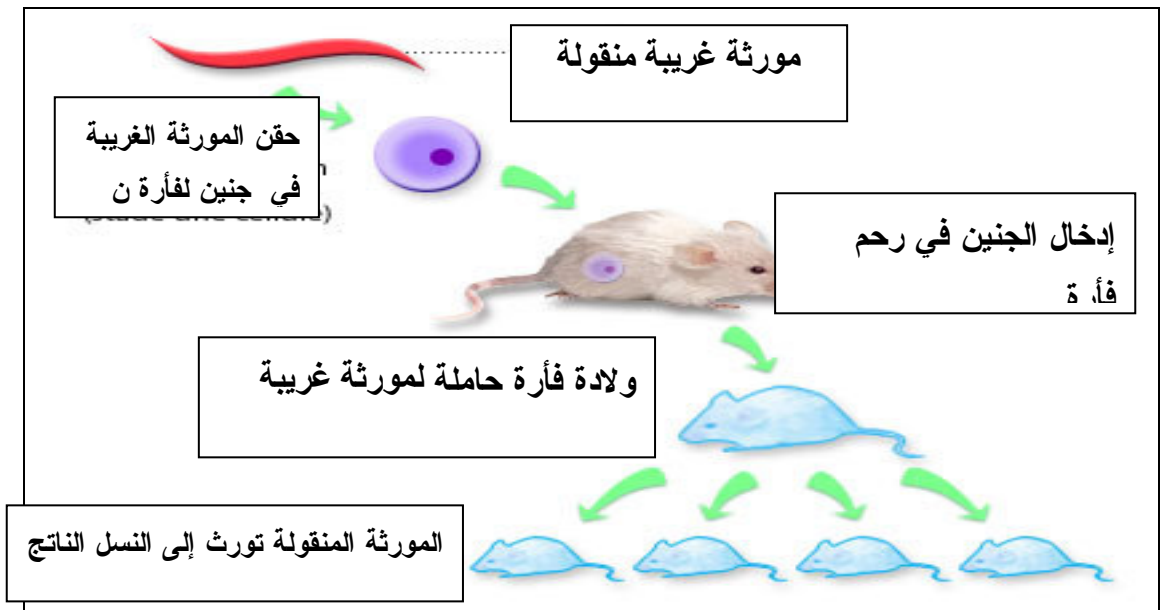
الطب بالعلاج الجيني ، إنتاج حيوانات ونباتات محورة من خلال تقنية الهندسة الوراثية.

مخاطر الهندسة الوراثية:

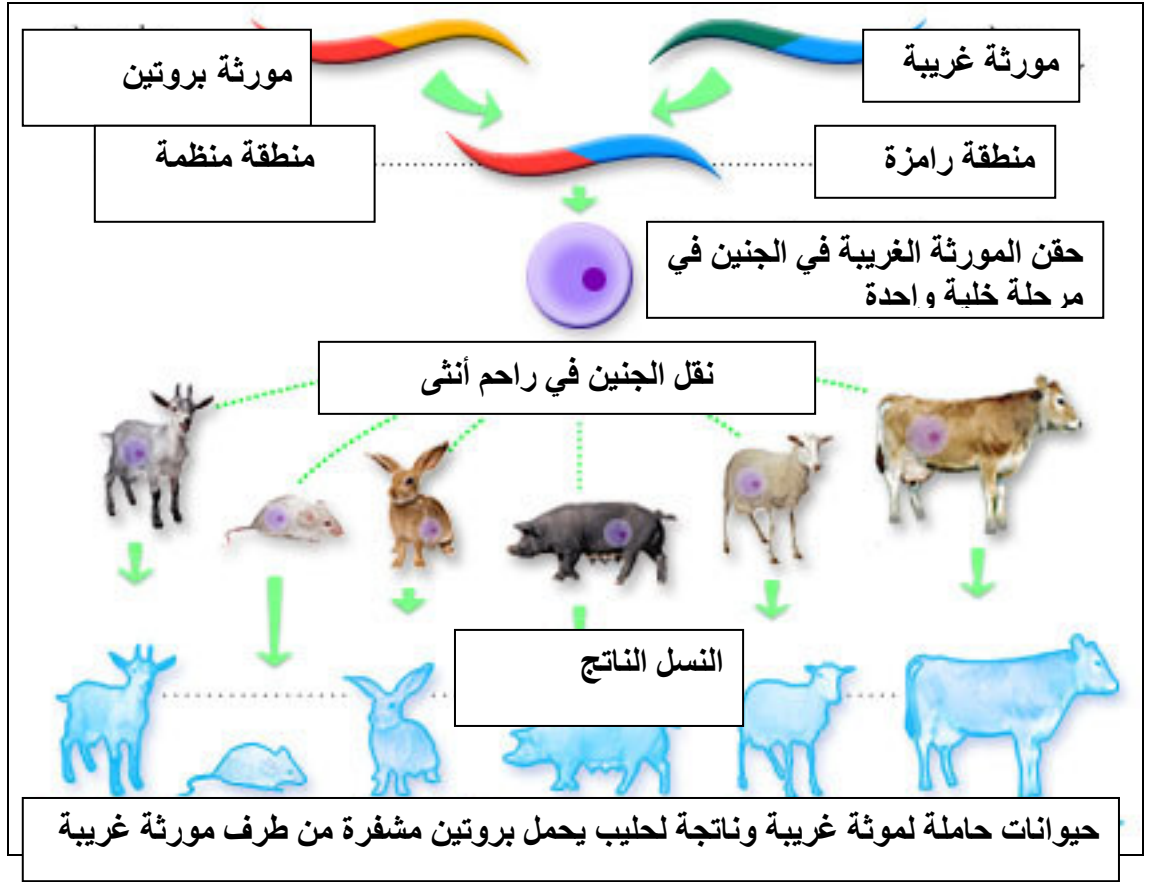
مخاطر الهندسة الوراثية تماثل في أجابيتها بمعنى أنها كبيرة. إدخال مورثة محورة في كائن حي يمكن أن تكون خطر كبير في حالة تطفر هذه المورثات ويمكن أن تحدث إضرار عليه. والتسؤولات تكمن كذلك في التوزيع والانتشار في الطبيعة لهذه المركبات المحورة .

بعض الأمثلة كنتيجة للهندسة الوراثية:

الصورة رقم 9 الخطوات المتبعة النقل المورثات المحورة



الصورة رقم 10: بعض الأمثلة من الحيوانات التي أستفدت من الهندسة الوراثية لإنتاج الحليب



Conceptes : مصطلحات

العربية

Français

- Acides nucléiques:	أحماض نووية
-Albinisme	المهق أو الألبينزم
- Alcaptonurie	الألكيتونوريا
-Allèle	أليل
- Allélisme	اليل أو الصنوية
- Alloplodie	- متعددة الصيغة الصبغية
-Allotétraploide	رباعية الصيغة الصبغية
Amitose	- إنقسام خلية بإختناق السيتوبلازم
Anémie falciforme	-الأنميا المنجلية-
- Anaphase	- المرحلة الانفصالية
- Aneuploïdie	- الصيغة الصبغية غير حقيقية
Anticorps	-جسام مضادة
Ascospore	- حامل الأبواغ
Aster	- النجم
Autopolyloïdie	- التعدد الذاتي لصيغة الصبغية
-Autocatalytique	- صبغي جسمي
- Autoradiographie	- الوسم الذاتي
- Auxotrophe	- عوز غذائي
-Back cross	- التصالب التراجعي
Bactéries	-بكتيريا
Bacteriophage	- أكل البكتريا
- Bivalent	- ثنائي الكروماتيدات
- 5- bromouracile	- 5- برومويوراسيل
- Cairns	- كارنس (تجربة)
- Caratère-	- الصيغة
- Carte	- الخريطة الوراثية
- Caryotype	- الطابع النووي
- Centromère	- الجزئ المركزي
- Chiasma	- كيازما أو تقاطع أو عبور
- Chromatide	- كروماتيد
- Chromatine	- كروماتين
- Chaîne métabolique	- السلسلة الأيضية
- Centimorgan	- سنتيمورغان
- Caryogamie	- إتحاد نووين أحاديين
- Chromomère	كرومومير: مناطق كثيفة التلوين

-Chromosome	الصبغي
- Cis	تجاذب
- Cis-trans	تجاذب - تنافر
- Cistron	سيسترون
- Code Génétique	الشفرة الوراثية
- Conjugaison	الإقتران
- Coupling	تجاذب
- Crossing-over	عبور
- Daltonisme	الدلتونيزم
- Diploide	ثنائي الصيغة الصبغية
- Disjonction	إنفصال
- Distance génétique	المسافة الوراثية
- Dominance	السيادة
- Drosophile	- دبابه الخل
- Duplication	-التضاعف
- Episome	-إبيزوم أو عنصر الخصوبة
- Equationnel	إمتساوية -
- Escherichia coli	Escherichia coli-
- Facteur	- عنصر وراثي
- Factorielle	-خريطة وراثية
- Fecondation	أو إخصاب - إلقاح
- Fonction	- وظيفة
- Gamète	-نطفة أو عروس -
- Gène	- مورثة
- Génétique	- علم الوراثة -
- Génome	-مجموع المورثات -
- Génotype	النمط الوراثي أو ١ -النمط الوراثي
- Germe	- جنسية -
- Globule polaire	كرية قطبية -
- Gonade	المناسيل-
- Gonie	-خلايا جدعية جنسية
- Groupe sanguin	- الزمر الدموية
- Haploide	أحادي الصيغة الصبغية -
- Hémizygote	- مختلف اللواقح أو هجين
- Hémophilie	- الهيموفيليا
- Hérité	-إنتقال الصفات عبر الأجيال -
- Hétéroallèle	- أليلات مختلفة
- Hétérozygote	-مختلف اللواقح أو هجين
- Histones	- هيستونات

- Homoallèle	- أليلات متماثلة
- Homologue	- قرين
- Homozygote	- متماثل اللواقح أو نقي
- Hybride	- هجين
- Indépendance	- استقلالية
- Information génétique	- المعلومة الوراثية
- Intégration génétique	- اندماج وراثي
- Interphase	- المرحلة البينية
- Inversion	- إنقلاب
- Isolement	- العزل
- klinefelter	- كلينفلتر
- lignée pure	- سلالة نقية
- liaison	- إرتباط
- Locus	- الموقع
- Lysogénie	- اندماج اعتدالي
- lytique	- تحليلي
- Matériel génétique	- المادة الوراثية
- Méiose	- ميوزي
- Mendel	- مندل
- Métacentrique	- الجزئ المركزي
- Métaphase	- المرحلة الإستوائية
- Mitose	- لميتوزيا -
-Mongolisme	- المنغولية
-Mono hybridisme	- أحادي الصبغة الصبغية
-Monoploidie	- أحادي الصبغي
- Monosomie	- أحادي الصبغي
- Mutagène	- مطفر
- Mosaique	- مزائكية
- Nullosomie	- فقدان زوج من الصبغيات
- Opérateur	- المشفر
- Opéron	- أبرون
- Ovocyte	- خلية بيضية
- Ovogenèse	- تكوين البويضات
- Ovogonie	- خلية أولية للبويضات
Ovotide	- خلية بيضبة
- Pénétrance	- التداخل

- Parthénogenèse	- التزاوج العدري
- Phage	- آكل البكتيريا
- Phénotype	- النمط الظاهري
- Poly allélisme	- التعدد الأليلات
- Polyploïdie	- تعدد الصيغة الصبغية
- Population	- العشيرة
- Post-réduction	- بعد الإختزال
- Pré réduction	- قبل الإختزال
- Protéine	- بروتين
- Prototrophe	- ذاتية التغذية
- Récessif	- متنحي
- Recombinaison	- إعادة التركيب
- Réductionnelle	- إختزالي
- Régulation	- التنظيم
-Réplique	- تضاعف
- Répulsion	- تنافر
- Ribonucleique	- الريبوي النووي
- Ribosome	- ريبوزوم
- Ségrégation	- انفصال
- Sélection	- إنتقاء
- Soma	- الجسم
- Somatique	- الجسمي
- Spermatide	- الخلية المنوية
- Spermatocyte	- خلية منوية
- Spermatogenèse	- تكوين الحيوانات المنوية
- Spermatogonie	- الخلية الأولية للحيوانات المنوية
- Télcentrique	- نهائي الجزئ المركزي
- Tétrade	- الرباعية
- Tétraploïde	- رباعي الصبغي
- Tétrasomie	- رباعي الصيغة الصبغية
- Trans	- تنافر
- Transcription	- النسخ
- Transduction	- إستنقال الوراثي
- Transformation bactérienne	- التحول البكتيري
- Translocation	- التبادل
- Triploïde	- ثلاثي الصيغة الصبغية

- Trisomie	- ثلاثي الصبغي
- Turner	- تيرنر
- Unité	- وحدة وراثية
- Variation	- التنوع
- Virion	- فيروس حديث
- Virus	- فيروس
- W chromosome	- ألصبغي W
- X chromosome	- ألصبغي X
-Y chromosome	- ألصبغي Y
- Z chromosome	- ألصبغي Z
Zygote -	الزيغوت أو البيضة الملقحة

قائمة المراجع :

- 1- Beaudry(J.R) , Génétique générale,Maloine, 1985
- 2- Genevès(L), Aide-Mémoire de Biologie moléculaire, Dunod Universitaire, 1988
- 3- Gallien (Claude –louis), Génétique2, Puf, 1991
- 4- L'Hérétier(Ph) – Lamotte(M), Biologie Générale, Doin, 1968
- 5- Serie Schaum, Génétique : Cours et Problèmes, Mc Graw-Hill Inc
- 6- www.Génétiq ue .com
- 7- www.Biologie moléculaire .com
- 8- Serie Encarta 2006/2008

