



## الطفرات الوراثية: Genetic Mutations

من خلال الدراسات الوراثية والخلوية تبين أن كل نوع من الكائنات الحية يتميز بمجموعة كروموسومية كاملة ومحددة العدد، وان الخلايا التنسالية (الكميات) تكون احادية المجموعة الكروموسومية haploid (1n) وتدعى ايضا monoploid. كما أن العدد الطبيعي للمجموعة الكروموسومية (2n) للكائن الحي يعود عند اتحاد الكميات الأنثوية والذكورية لتكوين البيضة المخصبة، اما خلايا الأنسجة المختلفة لجسم الفرد فتحتوي على المجموعة الكروموسومية الكاملة على (2n) وتدعى Diploid. وتأسساً على ذلك في فإن اي خطأ يحدث اثناء انقسام النواة فإنه يقود الى شذوذ كروموسومي او ما يعرف بالطفرة نتيجة التعرض لبعض المؤثرات الكيمائية والفيزيائية وهذه تعد من أهم العوامل المطرفة.

ان مصطلح **الطفرة (Mutation)** يشير الى التغيرات الحاصلة في المادة الوراثية والى العملية التي يحدث عن طريقها هذا التغيير. والكائن الحي الذي يبدي شكلاً مظهرياً جديداً نتيجة الطفرة يسمى بالطافر (Mutant) وبعبارة أخرى فإن **الطفرة** هي تغيير فجائي مستمر في التركيب الوراثي للكائن الحي ومتوازٍ خلال الاجيال، ولا يشمل هذا التعريف الاتحداث الجديدة الناتجة عن العبور. وتعتبر الطفرة مصدر أساسى للتغيرات الوراثية في الطبيعة وتتوفر امكانية التطور لاغراض التكيف مع التغيرات البيئية الجديدة. ومن ناحية اخرى فان ازيداد معدل الطفور قد يؤدي الى عدم الانتظام في انتقال المعلومات الوراثية بدقة من جيل لآخر.

ان الطفرات يمكن أن تكون على مستوى الكروموسومات وتسمى بالطفرات الكروموسومية او ان تكون على مستوى الجينات (على المستوى الجزيئي) وتسمى بالطفرات الجينية. وفي ما يلي شرح لكل النوعين:

### اولاً: الطفرات الكروموسومية وتشمل الحالات التالية:

- 1- الاختلافات في اعداد الكروموسومات.
- 2- الاختلافات في حجم الكروموسومات.
- 3- الاختلافات او التغيرات البنائية للكروموسومات.
- 4- الاختلافات في شكل الكروموسومات.

ولأهمية التغيرات العددية والاختلافات البنائية للكروموسومات سوف نوضح بالتفصيل هذين النوعين:

## الاختلافات في عدد الكروموسومات.

تحتوي الكائنات الحية الثنائية المجموعة الكروموسومية diploid على المجموعتين من الكروموسومات المتناظرة احدها قادم من الام والآخر من الاب. ولكن هناك تباين في عدد المجاميع الكروموسومية وهو شائع الحدوث بين انواع الكائنات الحية في الطبيعة، وتشمل الاختلافات في عدد الكروموسومات ما يلي:

### **1- تعدد المجموعة الكروموسومية الكامل (ال حقيقي): Euploidy**

ان الافراد الذين يحصل عليهم هذا النوع من التغيرات الكروموسومية يتميزون بأحتواهم على عدد كروموسومي هو مضاعفات العدد الاساسي ( $n$ ) ويشمل:

#### **أ- Monoploid (حادي المجموعة الكروموسومية) ( $n1$ ):**

ان صفة الى Monoploid تكون طبيعية وشائعة في الفطريات والاشنات وجميع الطحالب، لكنها تمثل شذوذ في الكائنات الراقية، ففي النباتات تكون هذه الافراد صغيرة الحجم وقليلة الحيوية، اما الحيوانات الأحادية المجموعة الكروموسومية فانها تموت، ويشذ عن ذلك بعض الحيوانات مثل النحل.

#### **ب- Triploid (ثلاثية المجموعة الكروموسومية) ( $n3$ ):**

ان هذه الحالة قليلة الوجود في الطبيعة وافراد هذه المجموعة تحمل ثلاثة مجموعات من الكروموسومات المتناظرة، ويمكن أن تنتج من اتحاد كميت احادي المجموعة الكروموسومية ( $1n$ ) مع كميت ثانوي المجموعة الكروموسومية ( $2n$ )، ان افراد هذه المجموعة عقيمة ومثالها الرقى الثلاثي.

#### **ت- Tetraploid (رابعية المجموعة الكروموسومية) ( $4n$ ):**

هذه الحالة نادرة الوجود في الحيوانات وشائعة الى حد ما في النباتات، فالنباتات رباعية المجموعة ( $4n$ ) قادرة على انتاج كميات تحمل كل منها ( $2n$ ) وبعد التلقيح الذاتي تنتج افراد رباعية الكروموسومات، والمثال على ذلك قصب السكر والشعير والحنطة.

#### **ثـ- التعدد المجموعى :Polyplody**

ويشمل الأحياء التي تحتوي على أكثر من اربع مجامي كروموسومية وهي قليلة الوجود في الطبيعة وخاصة في الحيوانات لكنها موجودة في النباتات كما في حنطة الخبز فهي تمتلك ( $6n$ ) والشليك ( $8n$ ).

### **وترجع حالات التعدد الكروموسومي المختلفة الى سبب او اكثر من الاسباب التالية:**

1. عدم انقسام السايتوبلازم بعد اتمام عملية انقسام الكروموسومات اثناء الانقسام الخلوي سواء في الانقسام الاعتيادي او الاختزالي.
2. عدم انشطار السنطرومیر يؤدي إلى عدم انفصال الكروموسومات في الدور الانفصالي، و اذا حدث ذلك في الانقسام الاختزالي فتنتج عنها كميات ( $2n$ ).

3- عدم تكوين المعزل يؤدي إلى عدم توزيع الكروموسومات المتضاعفة إلى قطبي الخلية.

## 2- التعد الكروموسومي غير الكامل: (Aneuploidy):

هي الاختلافات الكروموسومية التي لا تشمل مجامع كاملة من الكروموسومات بل تشمل زيادة او نقصان بعض الكروموسومات من بعض الأزواج الكروموسومية الممتظرة وينشأ هؤلاء الأفراد بسبب عامل او اكثر من العوامل التالية:

- 1- اتحاد كميات غير متوازنة للكروموسومات مع بعضها لاي نوع من الانواع.
2. فقد او زيادة كروموسوم واحد او أكثر في احدى الخلايا نتيجة عدم انتظام الدور الانفصالي Anaphase في الانقسام الاختزالي.

يكون الأفراد ذات التعدد الكروموسومي غير الكامل قليلي الانتشار وذو حيوية واطئة وعدم القدرة على العيش والتاثل بصورة طبيعية، وتتقسم افراد هذه المجموعة الى:

### أ- باتجاه الزيادة: (Hyperploids) وتشمل:

- |   |                        |
|---|------------------------|
| 1-Trisomic ( $2n+1$ ) → AA BB CCC         | ثلاثية الكروموسوم      |
| 2- Double trisomic ( $n+1+1$ ) → AABBBCCC | ثانية ثلاثة الكروموسوم |
| 3- Tetrasomic ( $2n+2$ ) → AABBCCCC       | رباعية الكروموسوم      |
| 4- Pentasomic ( $2n+3$ ) → AABBCCCCC      | خمسية الكروموسوم       |

### ب- باتجاه النقصان: (Hypoploidic) وتشمل:

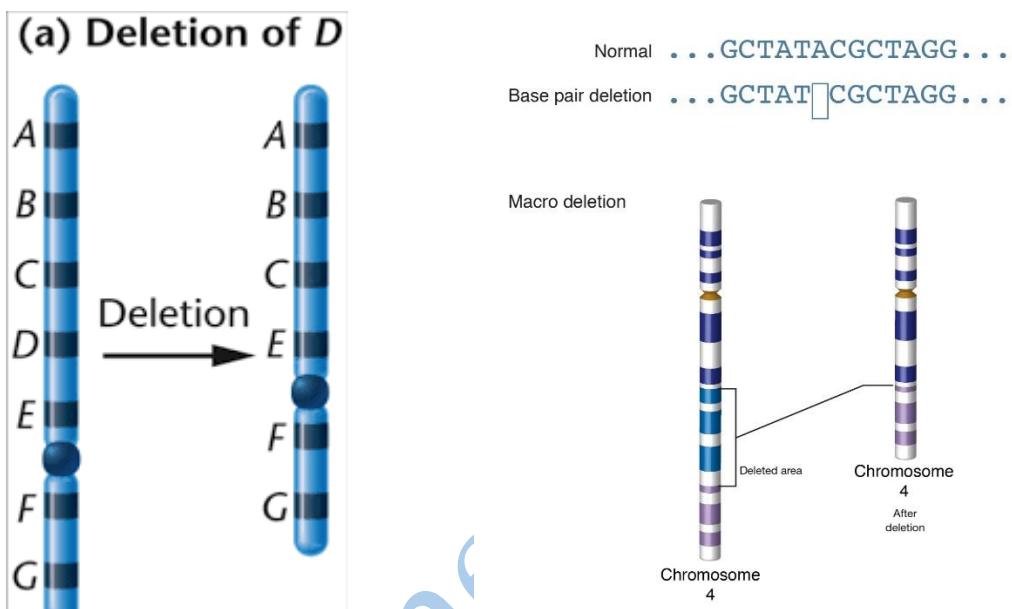
- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1- Monosomic ( $2n-1$ ) → AABBC.          | حادية الكروموسوم         |
| 2- Doublemonosomic ( $2n-1-1$ ) → AA B. C | ثنائية احادية الكروموسوم |
| 3- Nullisomic ( $2n-2$ ) → AA BB ..       | غائبة الزوج الكروموسومي  |

### التغيرات او الاختلافات البنائية للكروموسومات:

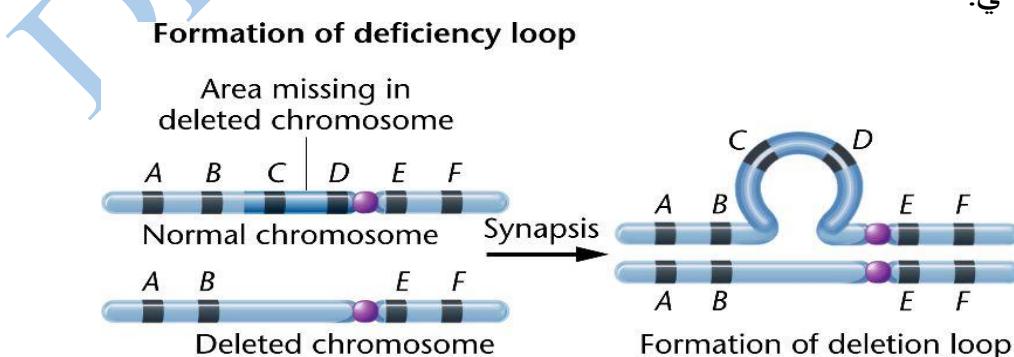
ان الكروموسومات منظومات معقدة وهي على درجة عالية من الدقة والتنظيم في سائر العمليات الحيوية التي تقوم بانجازها ومن ضمنها عملية الانقسام الخلوي، ولكن رغم ذلك يمكن ان تحدث فيها انسامات قد تؤدي إلى حدوث تغيرات تركيبية غير طبيعية سواء كان ذلك طبيعياً او بسبب عوامل مصنعة من قبل الانسان كالأشعاع او الحرارة او المطرادات الكيميائية. وهذه التغيرات غير الطبيعية قد تحدث لكتروموسوم واحد او اكثر من المجموعة الكروموسومية، وهذه التغيرات في الكروموسومات تحدث بصورة واضحة في المملكة النباتية اكثراً من حصولها في المملكة الحيوانية، ومن أهم التغيرات النباتية الكروموسومات هي :

## 1- النقص (الحذف) Deficiency : (Deletion)

وهي حالة التي يفقد فيها جزء من الكروموسوم الذي يحمل جين مفرد او عدة جينات وهذا فقد قد يكون طرفي او وسطي ويمكن أن يكون النقص متماثل في الكروموسومين النظيرين ويسمى في هذه الحالة Homozygous def. او ان يكون النقص في احد الكروموسومين فقط ويسمى Heterozygous def. والشكل التالي يوضح النقص الطرفي.

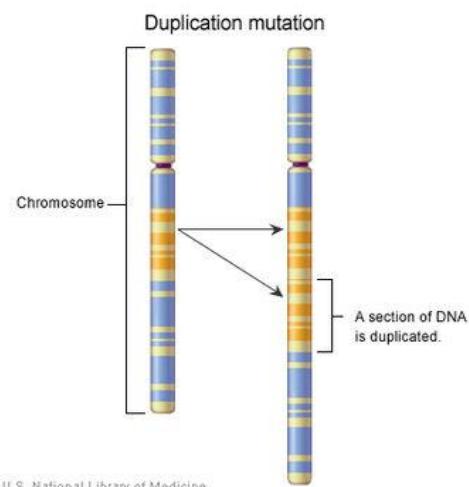


ان النقص الـ Hetro اهم من النقص Homo من الناحية الوراثية، فسبب بهذا النقص يظهر تأثير بعض الجينات التي كانت متتحية بسبب فقد الجينات السائدة وعند ذلك تلعب هذه الموضع الجينية المتتحية دوراً كبيراً في السيادة عن طريق اظهار الصفة حيث يطلق عليها السيادة الكاذبة. وعندما يقترن الكروموسومين النظيرين واحدهما حدث له نقص وسطي فتظهر حلقة النقص (Loop deficiency) تحت المجهر بسبب اقتران الموضع الجينية السليمة مع بعضها وانفصال الموضع الجينية التي فقدت أليلاتها المقابلة، كما في الشكل التالي.



## 2- التكرار او الاضافة: (Addition) Duplication

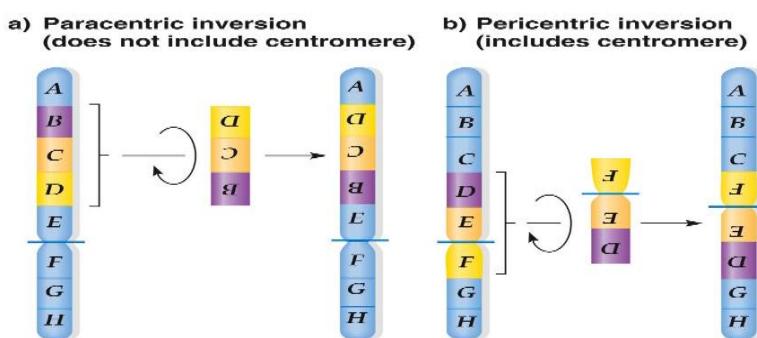
هي حالة اضافة قطعة زائدة من الكروموسوم تحمل جين واحد او اكثر الى كروموسوم اخر وقد تكون الاضافة طرفية او وسطية، صغيرة او كبيرة، وقد تكون الاضافة في احد الكروموسومين او في كليهما. وعندما تكون الاضافة في احد الكروموسومين النظيريين تحدث حلقة الاضافة وهي تشابه حلقة النقص تحت المجهر. وللإضافة دور مهم خصوصاً اذا كانت الجينات المضافة ذات ميزات اقتصادية مهمة.



## 3 - الانقلاب: Inversion

وهو عبارة عن انقلاب قطعة من الكروموسوم فيها مجموعة من الجينات وتغيير اتجاهها بمقدار 180° اي ينعكس تأثيرها وذلك لانكسار الكروموسوم ثم التحامه مرة اخرى والكروموسوم الناتج يحمل نفس الجينات الاصيلية الموجودة على الكروموسوم الا انها بترتيب مختلف والانقلابات الكروموسومية على نوعين:

- أ- انقلاب يشمل منطقة السنترومير ويشمل هذا الانقلاب على اجزاء من ذراعي الكروموسوم لذا فأن منطقة الانقلاب تحتوي على السنترومير.
- ب- انقلاب خارج منطقة السنترومير ويكون هذا النوع من الانقلاب قاصرة على ذراع واحد من ذراعي الكروموسوم اي تكون القطعة المنقلبة بأكملها الى جانب واحد من جانبي السنترومير لذا فهو يقع خارج منطقة الانقلاب.

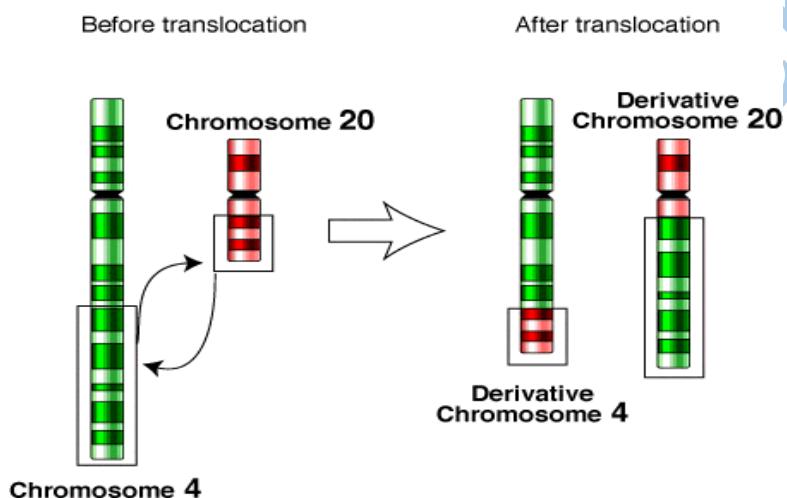


#### ٤. الانتقالات: Translocation

هي عبارة عن تبادل اجزاء كروموسومية قد تكون متساوية الطول او غير متساوية للكروموسومات غير المتناظرة وفي بعض الأحيان يحدث كسر لクロموسوم واحد او اكثر حيث تبدو النهايات المكسورة لهذه الكروموسومات كما لو كانت لزجة وقد تتصل مع كروموسوم غير نظير حيث ينتج عن ذلك حالات الانتقال المختلفة وهي :

أ- الانتقال البسيط : يتمثل هذا النوع بانتقال قطعة كروموسومية مكسورة من كروموسوم الى اخر غير مناظر له.

ب - الانتقال المتبادل: في هذا النوع من الانتقال يتبادل الكروموسومان غير النظيرين جزئين من القطع الكروموسومية قد تكون متساويتين او غير ذلك.



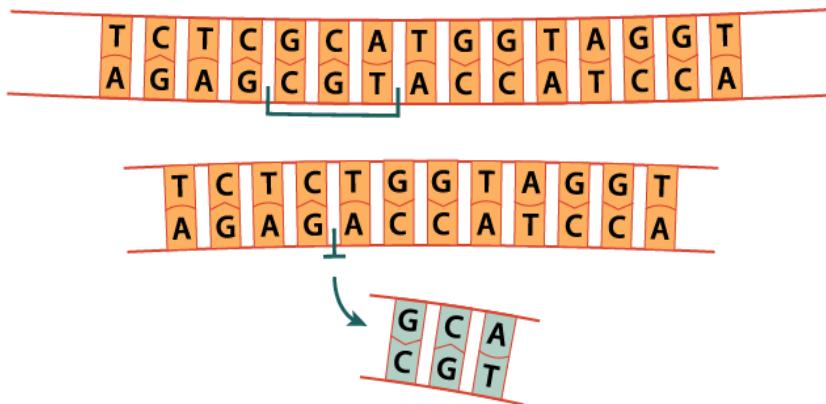
#### ثانياً: الطفرات الجينية او النقاطية:

وهي الطفرات التي تحدث على مستوى الجين ويعرف الجين على انه تتبع خصوصي من النيكلوتيدات في الـ (DNA). والجينات المختلفة تمتلك تتابعات مختلفة من النيكلوتيدات وعلى ذلك فالطفرات هي تبديل في تتابع تسلسل ازواج القواعد النتروجينية للـ (DNA) ويمكن أن تكون الطفرات الجينية على احد الاشكال التالية:

أنواع الطفرات الجينية:

#### ١. طفرات الحذف: Deletion mutations

ونحدث حينما يحذف زوج او اكثر من ازواج القواعد النتروجينية للجين.



## 2. طفرات الغرس او الحشر: Insertion mut.

وتحدث حينما يحشر زوج قواعد جديدة بين ازواج قواعد الجين .

## 3. طفرات الاستبدال: substitution mut

وهي الطفرات التي تحدث نتيجة استبدال قواعد نتروجينية ببعضها ويكون الاستبدال على نوعين:

### a- استبدال متماثل: Transition

وهي استبدال قاعدة من نوع ببورين باخرى ببورين ايضا ( $G \leftrightarrow C$ ) او استبدال قاعدة نتروجينية من نوع بايرمدين باخرى من نوع بايرمدين ايضا ( $A \leftrightarrow T$ )

### b - استبدال غير متماثل: Transversion

وهي الطفرات التي تنتج من استبدال قاعد نتروجينية من نوع ببورين بأخرى من نوع بايرمدين او بالعكس.

ملاحظة: أن الطفرات الجينية من نوع الحذف و الغرس تكون خطيرة جداً لأنها تؤدي إلى تغيير في قراءة الشفرات الوراثية مما يؤدي إلى تغير الناتج البروتيني إلى بروتين غير فعال يمكن أن يؤدي إلى موت الخلية.

## تصنيف الطفرات الوراثية: Classification of mutations

### اولاً: حسب الحجم Size و تكون:

#### 1- طفرة جينية نقطية: point mut.

وهي تغيير قطعة صغيرة جداً من الـ DNA ويشمل نيوكلوتيد واحد أو زوج منها.

#### 2- طفرات كبيرة: gross mut.

وهي تشمل تغيرات تتضمن عدد كبير من النوكليوتيدات بحيث تصل إلى كروموزوم كامل او مجموعة من الكروموسومات وقد سبق الكلام عن النوعين اعلاه.

**ثانياً: حسب النوع Quality و تكون من:****أ- طفرات تركيبية وتشمل:**

1. طفرات استبدال وهي تشمل طفرات استبدال متماثل (بيورين بدلاً عن بيورين او برميدين بدلاً عن برميدين) وطفرات استبدال غير متماثل (بيورين بدلاً من برميدين او بالعكس).
2. طفرات استقطاع او حذف deletion وهي عملية فقدان زوج او اكثر وسبق الكلام عنها.
3. طفرات اضافة او حشر Insertion وهي اضافة زوج او اكثر من القواعد الى الجين كما وضحنا ذلك سابقاً.

**ب - طفرات اعادة الترتيب: Rearrangement**

وهذه الطفرات تخص الكروموسومات وتتضمن الانتقالات والانقلابات وسبق الحديث عنها .

**ثالثاً: حسب المنشأ Origin و تكون:****1- طفرات تلقائية: spontaneous**

وهي الطفرات التي تنشأ دون تدخل الانسان فيها بل تحدث بسبب المركبات الأيضية داخل الخلية او بسبب الظروف البيئية الطبيعية.

**2. طفرات مستحدثة: Induced**

وهي الطفرات التي تحدث بسبب تدخل الانسان وذلك باستعمال المواد المطفرة كالأشعة المؤينة مثل اشعة السينية (x) والفا وبيتا وكاما والأشعة غير المؤينة مثل الأشعة فوق البنفسجية وكذلك درجة الحرارة والمطفرات الكيميائية.

**رابعاً: حسب الاتجاه Direction و تكون:****1- الطفرات الامامية: Forward mut.**

وتؤدي إلى تغيير الطراز البري إلى طراز مظاهري جديد.

**2- طفرات عكسية او رجعية: Reverse mut.**

وهي عكس النوع الاول اي ترجع الطراز المظاهري الغير عادي إلى الطراز البري.

**خامساً: حسب نوع الخلية cell type التي تحصل فيها الطفرة:****1- طفرات جسمية: Somatic mut.**

تحدث في الخلايا الجسمية وتنتج شكلاً مظاهرياً طافراً في جزء من الكائن الحي مثل السرطان في الانسان او الكايمرا في النبات وهي لا تتوارث عبر الاجيال.

## 2- طفرات جنسية (كميّة): Gametic mut.

وتحدث في الخلايا الجنسية وهي توارث خلال الأجيال المتعاقبة.

### الطفرات والاقلمة: Adaptation and Mutation

ليس جميع التغيرات في الأشكال المظهرية للكائنات الحية تعود إلى الطفرات الوراثية بالضرورة بل هناك عدد من العوامل التي تؤثر بصورة ما على الصفات البرية للكائن الحي، حيث يمكن أن تكون بعض التغيرات في الشكل المظاهري البري رجعة إلى متطلبات التأقلم Adaptation وليس سبب الطفرة كما من ذلك سابقاً حول تغير بعض الصفات المظاهرية بسبب درجة الحرارة مثلاً أو الغذاء.

**الكاييميرا (Chimera):** عبارة عن جزء نباتي خضري أو ثمري مكون من نسيجين يختلفان في تركيبهما الوراثي وتحدث نتيجة لحدوث الطفرة الوراثية. ولظاهرة الكاييميرا أهمية اقتصادية حيث إن الاختلاف في لون الجزء النباتي يحدث بسبب فقدان البلاستيدات في جزء من الثمار لقابليتها على إنتاج الكلورو菲ل بينما الجزء الآخر تكون البلاستيدات اعتيادية فيها ، لذلك تظهر في الثمار مناطق خضراء وأخرى صفراء أو حمراء . كما يمكن ملاحظتها في طعم لب الثمار حيث إن بعض أجزاء اللب حلوة الطعم والأخرى حامضية.



### المصادر:

- علي، حميد جلوب.; (1988). اسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة بغداد. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل.
- الفيصل، عبدالحسين مويت.; (1999). الوراثة العامة. الاردن - عمان
- Internet