

:The chemical basis of the genetic material

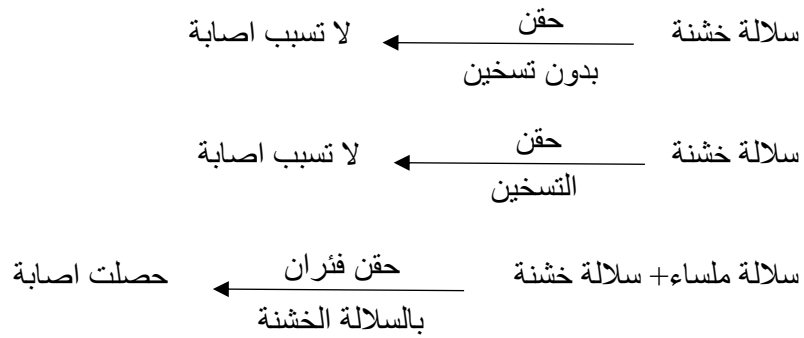
يعد الحامض النووي منقوص الاوكسجين (Deoxy ripo Nuclie Acid (DNA هو المادة الحاملة للمادة الوراثية في جميع الكائنات الحية باستثناء الفايروسات التي تكون فيها جزيئات الحامض النووي Ripo Nuclie Acid هي المادة الحاملة للمادة الوراثية. وقد وجد ان جزيئات DNA ثابتة ومستقرة في خلايا الكائنات الحية على العكس على العكس من البروتينات التي تتغير دائماً. كما لوحظ ان جميع خلايا الكائن الحي الواحد تحتوي على كميات متساوية من الDNA في حين ان الخلايا المختلفة في الكائن الواحد تحتوي على كميات مختلفة من الDNA وعموما تتميز المادة الوراثية بعدة ميزات منها:

1. لها القابلية على التكاثر الذاتي اثناء نمو الخلية وانقسامها.
2. مادة ثابتة كيميائياً لا تدخل في التفاعلات الكيميائية وحتى الطفرات تكون نادرة الحدوث.
3. المادة الوراثية تحتوي على جميع الحقائق البيولوجية .
4. لها القابلية على نقل هذه الحقائق الى الأجيال القادمة.

لأثبت ان الDNA هو المادة الوراثية قام العالم 1928 Griffth بتجربة على البكتيريا المسببة لمرض ذات الرئة اذ يوجد نمطان مختلفان بكتيريا Diplococcus Pneumonia يكون خلايا النمط الأول محاطة بمحفظة تعطي المستعمرات النامية منها مظهراً ناعماً تسمى الخلايا الناعمة (S) Smooth cell ويكون هذا النمط مرضياً أي مسؤول عن إصابة بمرض ذات الرئة ، اما خلايا النمط الثاني فيطلق عليها الخلايا الخشنة Rough cell (R) وتكون مستعمرات خشنة المظهر بسبب فقدانها المحفظة وبهذا فهي غير مرضية (لا تسبب الإصابة بمرض ذات الرئة) وقد لوحظ عند حقن الفئران بالخلايا الناعمة (S) يؤدي الى موتها بعد فترة نتيجة تكاثر هذه الخلايا المرضية في جسمها ، الا ان قتل الخلايا الناعمة بالحرارة مثل الحقن سيفقدها التأثير على الفئران ، اما ان الخلايا الخشنة الحية لا يوجد لها تأثير مؤذي على الفئران لأنها غير مرضية . لاحظ كرافت انه عند حقن عدد من الفئران بخليط مكون من عدد قليل من الخلايا Diplococcus pneumon الخشنة الحية وعدد من خلايا السلالة الناعمة (S) المقتولة بالحرارة لاحظ ظهور اعراض المرض الذي تسببه الخلايا الناعمة الحية على عدد من الفئران المحقونة ، ومما اثار الدهشة انه ان قد تمكن عزل اعداد كبيرة من الخلايا الناعمة (S) من دم الفئران المريضة مما يشير الى ان الخلايا الناعمة المميتة قد حولت الخلايا الخشنة الحية الى خلايا ناعمة ممرضة خلال تواجدها معا في دم الفئران وتسمى هذه العملية بالنقل البكتيري Bacterial transformation وهذه التجربة تؤكد ان الDNA هو الذي ينتقل وينقل معه الصفات او التأثير .

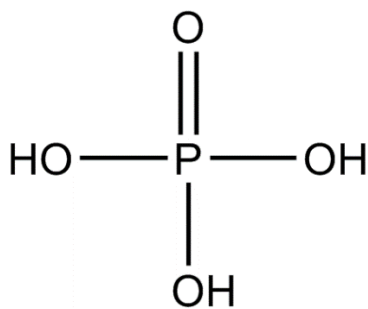
سلالة ملساء ← حقن فئران بدون تسخين ← تسبب اصابة

سلالة ملساء ← حقن ← لا تسبب اصابة
تسخين DNA

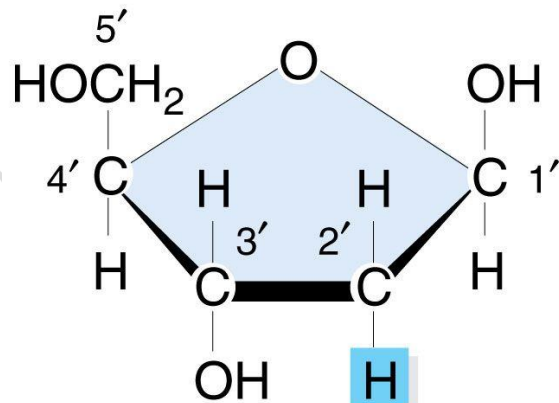


بناء وتركيب الـ DNA :

يتكون الـ DNA من سلسلة كبيرة من الوحدات البنائية التي تسمى النيوكليدات Nucleotides ويتكون كل نيوكليوتيد من سكر خماسي رايبوزي منقوص الاوكسجين مرتبطة بمجموعة فوسفات وقاعدة نتروجينية علما ان تسلسل القواعد النتروجينية في شريط الـ DNA هو الذي يحدد الطبيعة الوراثية المميزة لهذه الجزيئات.



Phosphoric Acid



Deoxyribose

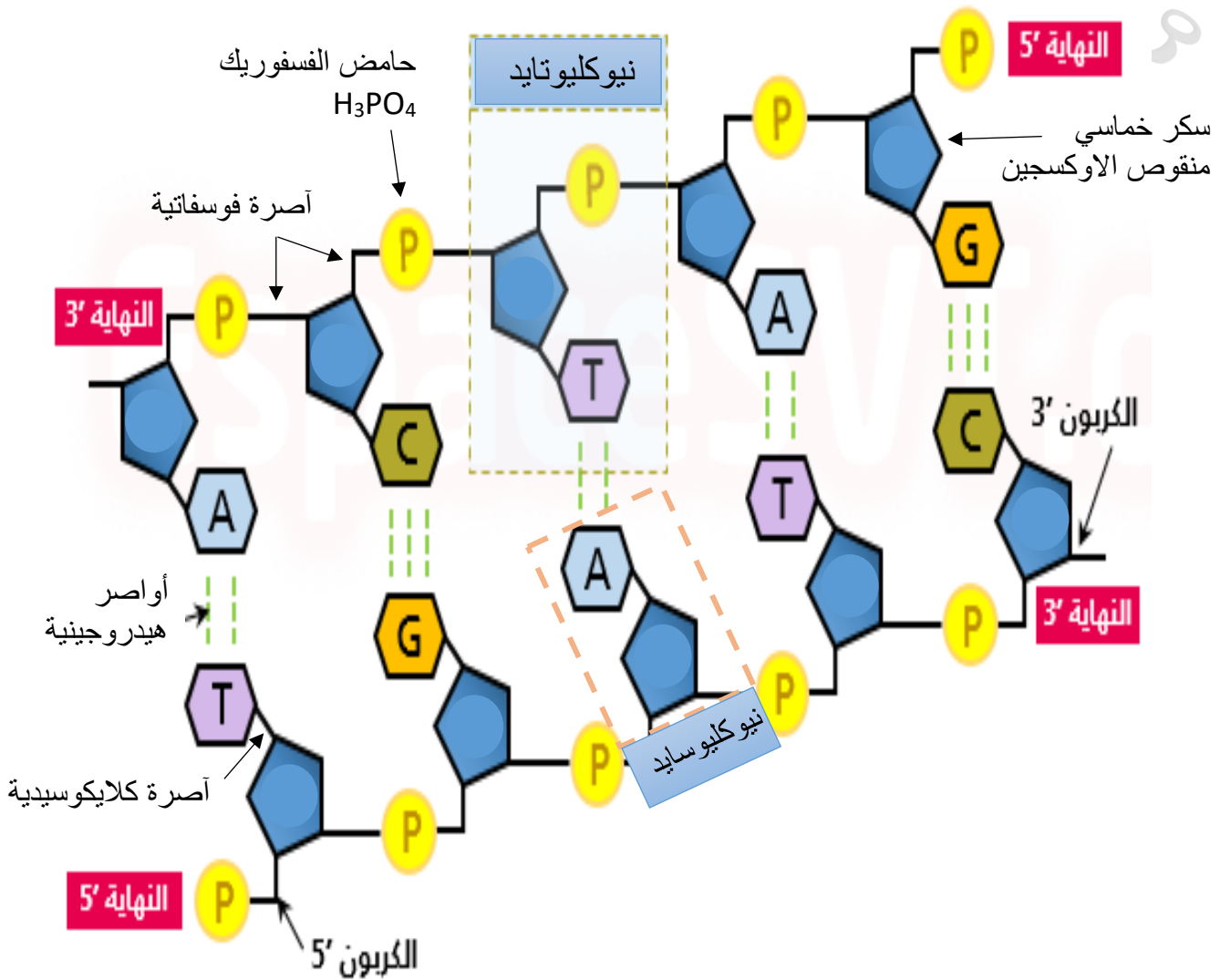
* تقسم القواعد النتروجينية التي تدخل في تركيب الاحماض النووية الى مجموعتين:

1. البيورينات: وتسمى الادنين A والكوانين G.
2. البريميدينات: وتشمل السايروسين C والثايمين T وكذلك اليوراسيل U الذي يدخل في تركيب الـ RNA بدلا من الثايمين.

ترتبط القواعد النايتروجينية مع السكر الخماسي بأواصر كلايوسيدية تتكون من ذرة الكربون رقم 1 للسكر الخماسي مع ذرة N رقم 1 للبريميدينات وذرة N (9) للبيورينات وتدعى هذه الجزيئة الناتجة بالنيكلوسايد.

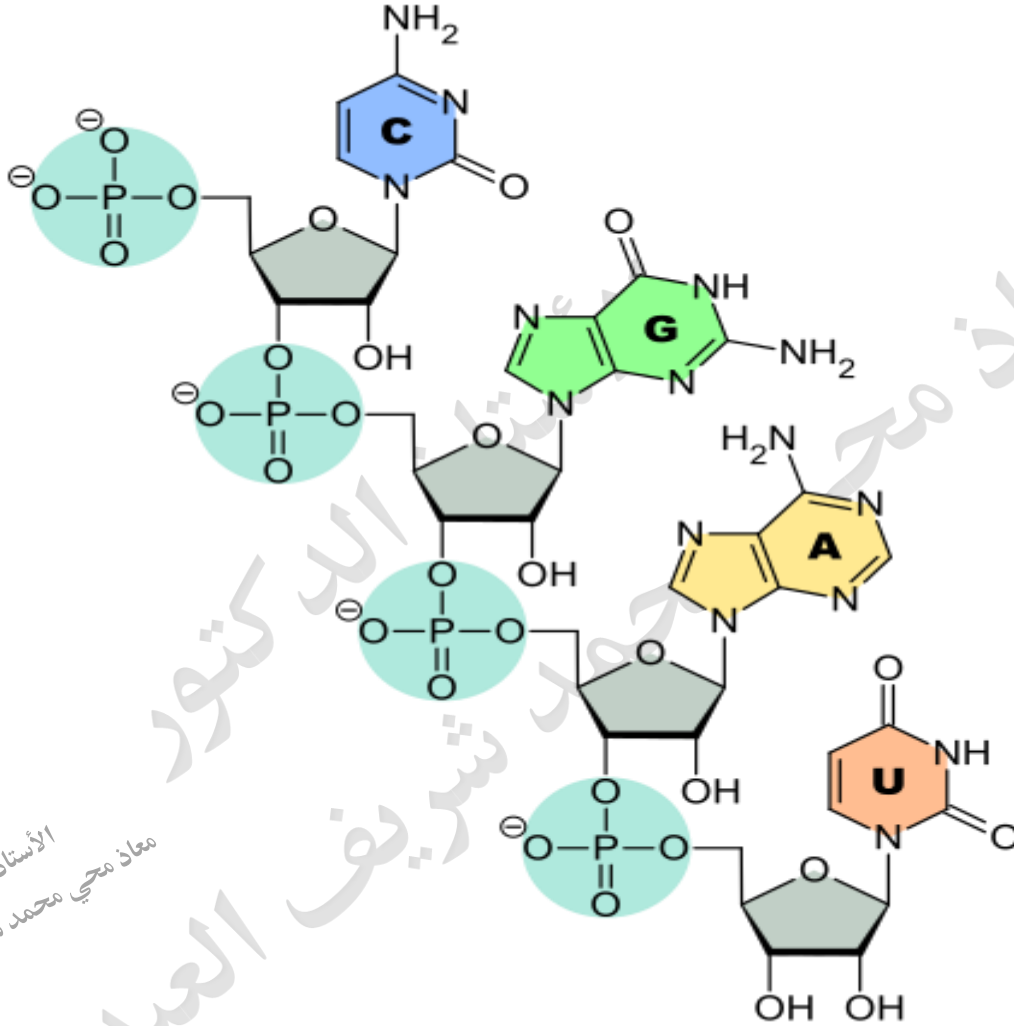
ولكي يكون للنيكلوسايد جزءاً من الـ DNA أو الـ RNA فلا بد ان يرتبط أولاً مع مجموعة الفوسفات ليكون الوحدة البنائية للأحماض النووية التي تسمى النيوكليوتايد.

ترتبط النيوكليوتايدات المكونة للحامض النووي عن طريق أواسر كيميائية تتكون من مجموعة الفوسفات المرتبطة مع ذرة الكربون (3) للسكر الخماسي لأحد النيوكليوتايدات وبين ذرة الكربون رقم 3 للسكر الخماسي للنيوكليوتايد الأخر وبهذا ستتكون سلسلة من الأواسر القوية التي تدعى بالأواسر الفوسفاتية ثنائية الأستر (فوسفودايستر) تحمل النيوكليوتايدات مع بعضها على طول شريط الـ DNA و الـ RNA.



* البناء التركيبي للولب المزدوج (المادة الوراثية) DNA

اما الحامض النووي RNA فيكون من شريط واحد فقط والسكر فيه Ribose غير منقوص الاوكسجين، ويوجد في شريط ال RNA Uracyle بدلا من الثايمين T.



الأستاذ الدكتور
معاذ محي محمد شريف العبدلي

أوضح كل من واطسن وكريك لأول مرة 1953 البنية الحلزونية المزدوجة لل DNA حيث وجد العالمان ان الDNA يتكون من سلسلتين متكاملتين تلتفان حول بعضهما ليكونا حلزوناً مزدوجاً منتظماً، وتشكل فيه جزيئات السكر الخماسي ومجموعات الفوسفات الجزء الخارجي للحلزون حيث تبرز القواعد النايتروجينية من العمود الفقري الى الداخل وبمستوى عمودي على محور الحلزون مما يعني ان كل سلسلة تحتوي على عشرة نيوكليوتيدات في كل لفة كاملة.

وترتبط سلسلتا الحلزون مع بعضها عن طريق الاواصر الهيدروجينية المتكونة بين ازواج القواعد النايتروجينية حيث يرتبط A مع T باصرتين هيدروجينيتين T=A والكوانين مع السايروسين بثلاث اواصر هيدروجينية G=C.

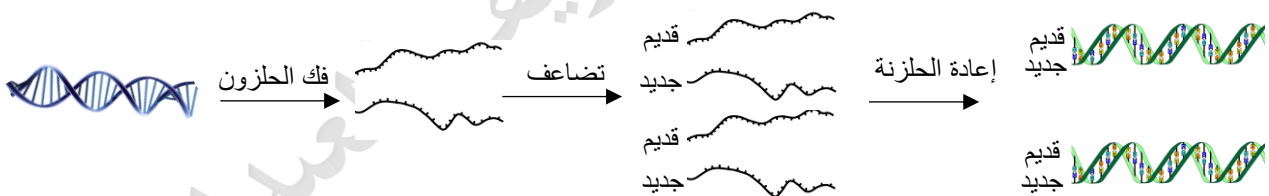
ولاجل ان يكون التركيب اللولبي مستقر ويعطي الابعاد الصحيحة للجزيئة يجب ان تكون القاعدة A مقابل T وان تكون القاعدة C مقابل G وهذا يطلق عليه الازدواج القاعدي. Base pair. واتضح لنا ان A تتحد مع T بأصرتين هيدوجينية اما القاعدة G فتتحد بثلاث أوأصر هيدروجينية مع القاعدة C، ووجد العلماء بأن نسبة (C+G) الى النسبة (A+T) تكون ثابتة للنوع الواحد ومختلفة من نوع لأخر.

ان شكل الحلزون المزدوج والمكون من الجزيئات العملاقة لل DNA يكون على هيئة سلم ودرج ويكون من سلسلتين وحدات السكر الفوسفات بصورة متبادلة اما درجات السلم الحلزوني فهي ازواج القواعد النايتروجينية.

* تكرار ال DNA او تضاعف ال DNA:

من اجل ان تقوم جزيئات ال DNA بخزن ونقل المعلومات الوراثية بصورة امينة لابد ان تكون القدرة على التكرار والتضاعف بصورة دقيقة غير قابلة للخطأ وبشكل يؤمن حصول الأجيال اللاحقة على نفس الكمية والنوعية من المعلومات الوراثية الموجودة عند الإباء وتجري عملية التضاعف حسب الطريقة شبه المحافظة (Semi-conservative methode):

1. يحصل فك ارتباط للشريطين بعملية تسمى فك الحلزنة Denaturation بوجود انزيمات فك الحلزنة DNA ase لتعطي شريطين منفردين.
2. تتضاعف هذه الشريطين ليعطيان شريطين جديدين.
3. تحصل عملية إعادة الحلزنة Re naturation بفعل انزيمات إعادة الحلزنة وتكون عملية الحلزنة بين شريط قديم مع اخر جديد مكمل له.



وقد أوضحت الدراسات التي أجريت على بكتريا E-Coli وغيرها من الكائنات الحية ان تكرار ال DNA داخل الخلايا عبارة عن عملية انزيمية معقدة يشترك فيها العديد من الانزيمات والعوامل المساعدة وتتم عملية التكرار بثلاثة مراحل:

1. مرحلة بدء التكرار.
2. مرحلة الاستطالة.
3. مرحلة الاستئصال والربط (الاستئصال).

*الاستنساخ والترجمة

ان عملية تحويل المعلومات الوراثية المخزونة في الجين الى بروتين فعال تسمى عملية تعبير الجين وتتم بمرحلتين أساسيتين هما الاستنساخ والترجمة. حيث يستنسخ المعلومات الوراثية الموجودة في ال DNA الى جزيئة mRNA ثم تقوم الرايبوسومات بترجمة هذه المعلومات الى بروتين، كمت تشمل هذه العملية عدد من عمليات التحويل على البروتين الناتج لاعطائه الشكل النهائي.

1. الاستنساخ: Transcription

تبدأ هذه العملية بتباعد خيطي حلزون الدنا عن بعضهما ثم يستخدم احدهما قالباً لتخليق جزيئة mRNA التي تنتج فيما بعد عن قالب الدنا لتقوم بنقل المعلومات الوراثية الى مواقع تصنيع البروتين وهي الرايبوسومات التي تقوم بعملية الترجمة.

2. الترجمة Translation

تشارك في عملية الترجمة ثلاث أنواع من الحامض النووي RNA وهي mRNA و tRNA و rRNA إضافة الى أنواع مختلفة من الانزيمات والبروتينات التي تعمل معا لأنتاج البروتين. وبعد إيصال المعلومات الوراثية بواسطة mRNA يعمل ال rRNA باعتباره منصة لتخليق السلسلة البيبتيدية المتعددة في حين يقوم tRNA الناقل بالتفاعل مع الحوامض الامينية ليؤمن اضافتها بالشكل الصحيح الى سلسلة البروتين النامية. تترجم الرايبوسومات المعلومات الوراثية عن طريق قرانتها للشفرات الوراثية في جزيئة mRNA وتتكون كل شفرة من ثلاث نيوكلويدات تسمى codone تختص بحامض اميني معين، ويتم التعرف على الشفرة code بواسطة ضد الشفرة anti-code الموجودة في جزيئة tRNA المرتبطة بحامض اميني معين، وهكذا فكلما قام الرايبوسوم بقراءة شفرة معينة يقوم tRNA بإضافة الحامض الاميني المناسب الى السلسلة الببتايد المنفرد.

الصفات العامة في الاستنساخ:

الاستنساخ هو عملية تحويل المعلومات الوراثية المخزونة في ال DNA الى معلومات وراثية مخزونة في جزيئة mRNA والتي تقوم بنقل هذه المعلومات الى مواضع تصنيع البروتين في الخلية . يقوم انزيم الاستنساخ RNA polymerase باستنساخ الجين الى جزيئة mRNA بعملية مشابهة لعملية تكرار جزيئة ال DNA من خلال استخدام احد خيطي الحلزون قالباً وحسب قاعدة الازدواج القاعدي ولكن الاختلاف هنا هو إضافة Uracil بدلاً من Thiamine حيث ترتبط A=U اما خيط ال DNA فيستنسخ كاملاً بوجود انزيم RNA polymerase .

الأستاذ الدكتور

معاذ محي محمد شريف العبدلي

الآليلات المتعددة: Multiple Alleles

مما سبق علمنا ان الجينات هي التي تتحكم بالصفات الوراثية للكائن الحي وان الصفات المظهرية تختلف من كائن لآخر ولولا هذا الاختلاف لكان من الصعب ملاحظة الانعزالات الوراثية أي انعزال الجينات المتحكمة بالصفات او الاستدلال عليها.

ان مصطلح Allele يستعمل عند التحدث عن أحد ازواج الجينات حيث ينعزل كل اليل عن الآخر في الانقسام الاختزالي وعند تكوين الكميات وان كل كميت ناتج سوف يحتوي على واحد فقط من زوج الآليلات ويشغل موقعا واحدا Loous على الكروموسوم. كل مما تقدم عن الوراثة المنديلية وما ضرب عليها من امثلة كنا نتحدث عن زوج واحد من الآليلات ولكن في الحقيقة قد يكون هناك أكثر من اليلين او ثلاثة او أربعة وقد يصل الى العشرين او اكثر من الآليلات المتعددة Multiple alleles وان وجودها معاً لا يؤدي الى عدم التناسق في التراكيب الوراثية للأفراد لان اليلين فقط من كل مجموعة تظهر في كل خلية جسمية طبيعية. ان فالآليلات المتعددة هي جينات اعضاء في نفس الموقع الجيني وكل اليل يؤثر في الصفة تأثيراً مختلفاً عن الآخر. ويحتوي الفرد الثنائي المجموعة الكروموسومية Diploid على اليلين في الوقت قد يكونا متشابهين Homozygous او مختلفين Heterozygous وكل واحد منهما على كروموسوم. ويمكن ان نرسم لهما كما فعل مندل مل شكل البذور S و s ولونها Y و y وكذلك يمكن الرمز B₁, B₂ و A₁, A₂ كذلك بالنسبة للآليلات المتعددة المسؤلة عن صفة ما A₁, A₂, A₃ ... An . يسمى نظام جميع الآليلات المتعددة المختلفة المحتمل وجودها في الزوج الجيني لصفة معينة والتي تتردد بين الافراد في مجتمع ما ضمن نظام واحد ودراسة التوارث فيها بنظام اليليات المتعددة.

ان هذا النظام موجود في الخلايا أحادية المجموعة الكروموسومية Haploids و Diploids وكذلك المتعددة Polyploids ومن الأمثلة عليها لون العيون في حشرة الدروسوفيلا (11 اليل) ولون ازهار حلق السبع 9 اليلات ، كذلك جينات العقم الذكري في التبغ ان حبة اللقاح التي لا تنمو جيدا في قلم المدقة وهي Diploid للنبات الذي يحمل الجين (S1S1) او (S1S2) او (S1S3) الخ ... ، لكنه ينمو جيدا في قلم المدقة في زهرة النبات من نوع (S2S3) او (S2S2) او (S2S4) .. العائد لنفس النوع النباتي مما يجبر النبات على التلقيح الخلطي ويقوم ويقوم نفعا في انتشار هذه الآليلات المتعددة النادرة وتفاذي الضرر الناجم عنها.

أهم مميزات أنظمة الآليلات المتعددة:

1. تؤثر الآليلات المتعددة في الصفة بحيث تظهر الصفة بدرجات مختلفة حسب الآليلات الداخلة في التركيب الوراثي والمؤثرة على تلك الصفة مثال عليها الآليلات المسؤولة عن لون الثمار
2. تترتب سلسلة الآليلات حسب السيادة فيما بينها ويكون كل اليل سائد على الآليلات الأخرى في السلسلة، ويكون متنحيا بالنسبة للآليلات التي تفوقه في السلسلة.

3. يمكن ان يحمل التركيب الوراثي او السلالة في مجتمع ما على مجموعة كبيرة من الاليات لموقع جيني معين خاص بصفة مظهرية معينة.
4. يحمل كل فرد طبيعي اليين فقط من سلسلة الاليات وقد يكون نقياً او هجيناً في ذلك الموقع.
5. بما ان جميع الاليات المتعددة تشمل نفس الموقع الجيني على الكروموسوم لذا فإنه لا يحصل عبور ضمن الاليات المتعددة.
6. اليلات الطرز البرية Wilde types تكون سائدة في الغالب على الاليات الأخرى وخصوصاً الطافرة منها مع وجود بعض الشواذ عن ذلك.
 - امثلة على الاليات المتعددة:
 1. لون الفراء في الارنب.
 2. حجم الجناح في حشرة الدروسوفيلا.
 3. أنظمة مجاميع الدم المتعددة الاليات.

المصادر :References

- 1- محاضرات جامعة ديالى. كلية الزراعة. أ. د. عزيز مهدي الشمري.
- 2- المسلم، عبد الباسط ووليد السعد. 2007. علم الوراثة النباتية. مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية. حلب. سوريا.
- 3- عقل، احمد محمد أبو زيد وطاهر نجم رسول ومصالح حمد سعيد. 1981. تربية النباتات البستنية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. بغداد. العراق.
- 4- علي، حميد جلوب. 1988. أسس تربية ووراثة المحاصيل الحقلية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. العراق.
- 5- المراني، وليد خضير غافل. 1990. المدخل الى الوراثة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. بغداد. العراق.

معاذ محي محمد شريف
الدكتور
محمّد شريف العبدلي