الأساس الكيمائي للمادة الوراثية:

يعد الحامض النووي منقوص الاوكسجين Deoxy ripo Nuclic Acid (DNA) هو المادة الحاملة للمادة الوراثية في جميع الكائنات الحية باستثناء الفايروسات التي تكون فيها جزيئات الحامض النووي Ripo Nuclic 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 الكيمائية وحتى الطفرات تكون نادرة الحدوث.
3. المادة الوراثية تحتوي على جميع الحقائق البايولوجية .
4. لها القابلية على نقل هذه الحقائق الى الأجيال القادمة.

لأثبات ان الDNA هو المادة الوراثية قام العالم Griffth 1928 بتجربة على البكتيريا المسببة لمرض ذات الرئة اذ يوجد نمطان مختلفان بكتيريا Diplococcus Pneumonia يكون خلايا النمط الأول محاطة بمحفظة تعطي المستعمرات النامية منها مظهرا ناعما تسمى الخلايا الناعمة Smoth cell(S) ويكون هذا النمط مرضيا أي مسؤل عن إصابة بمرض ذات الرئة ،اما خلايا النط 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 الاحظ 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 تسخين DNA ← لا تسبب اصابة

الأستاذ الدكتور
معاذ محي محمد شريف العبدلي

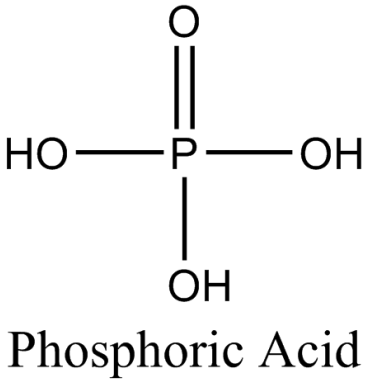
سلالة خشنة ← (حقن بدون تسخين) لا تسبب اصابة

سلالة خشنة ← (حقن التسخين) لا تسبب اصابة

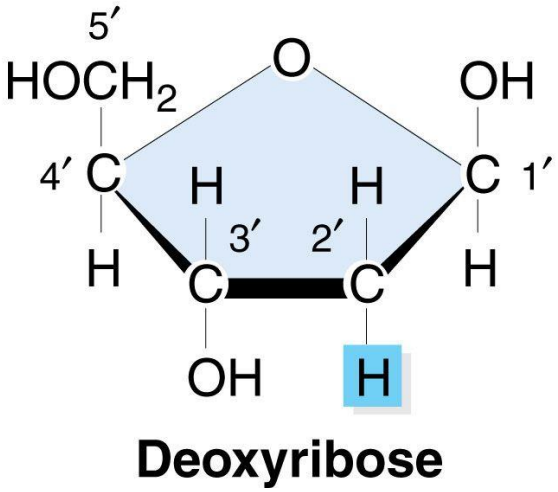
سلالة ملساء+ سلالة خشنة ← (حقن فئران بالسلالة الخشنة) حصلت اصابة

بناء وتركيب الDNA :

يتركب الDNA 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 الDNA هو الذي يحدد الطبيعة الوراثية المميزة لهذه الجزيئات.



Phosphoric Acid



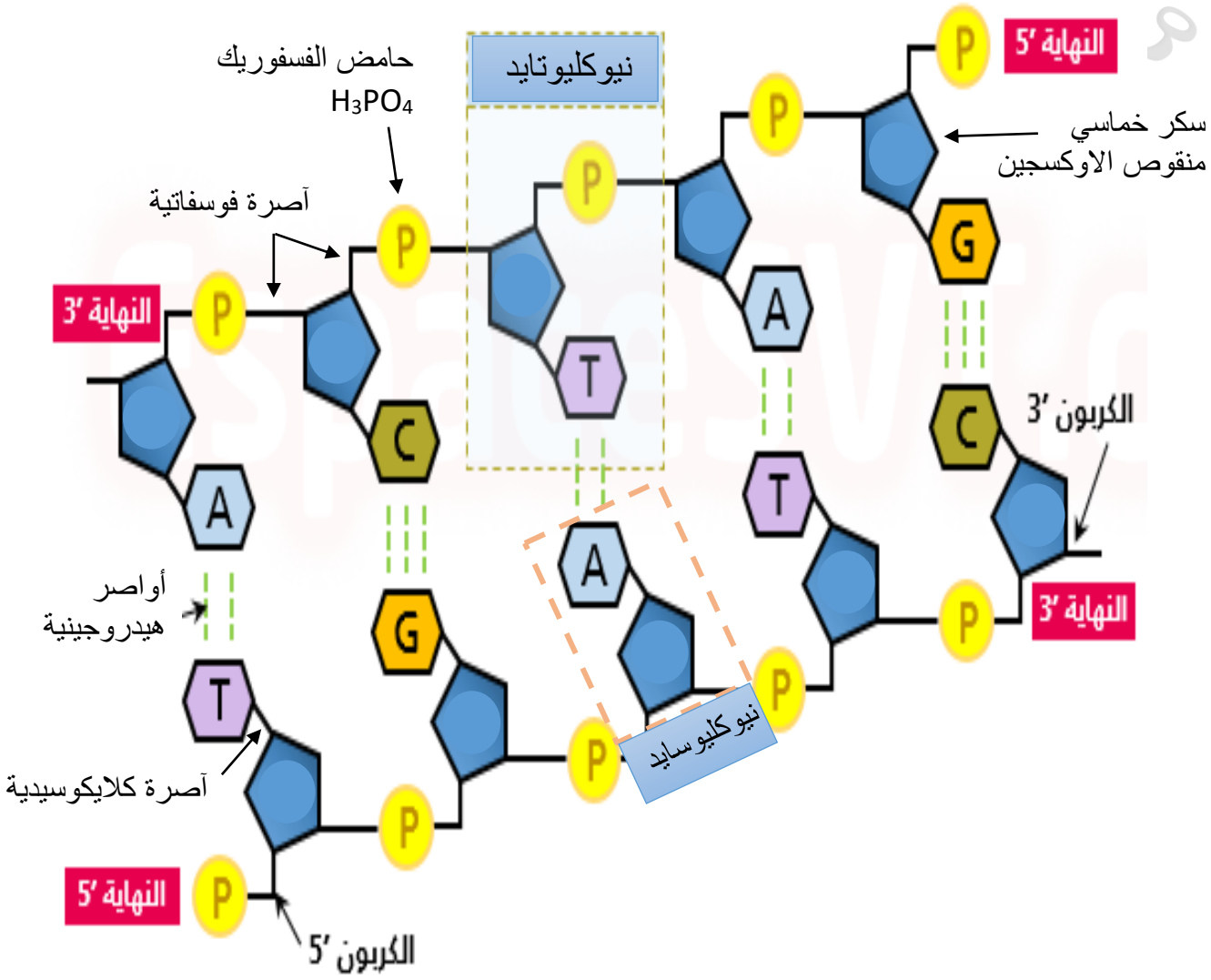
Deoxyribose

* تقسم القواعد النتروجينية التي تدخل في تركيب الاحماض النووية الى مجموعتين:
1. البيورينات: وتسمى الادنين A والكوانين G.
2. البرميدينات: وتشمل السايتوسين C والثايمين T وكذلك اليوراسيل Uالذي يدخل في تركيب الRNA بدلا من الثايمين.

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

ولكي يكون للنيكلوسايد جزءاً من الDNA أوالRNA فلا بد ان يرتبط أولا مع مجموعة الفوسفات ليكون الوحدة البنائية للاحماض النووية التي تسمى النيوكلوتايد.

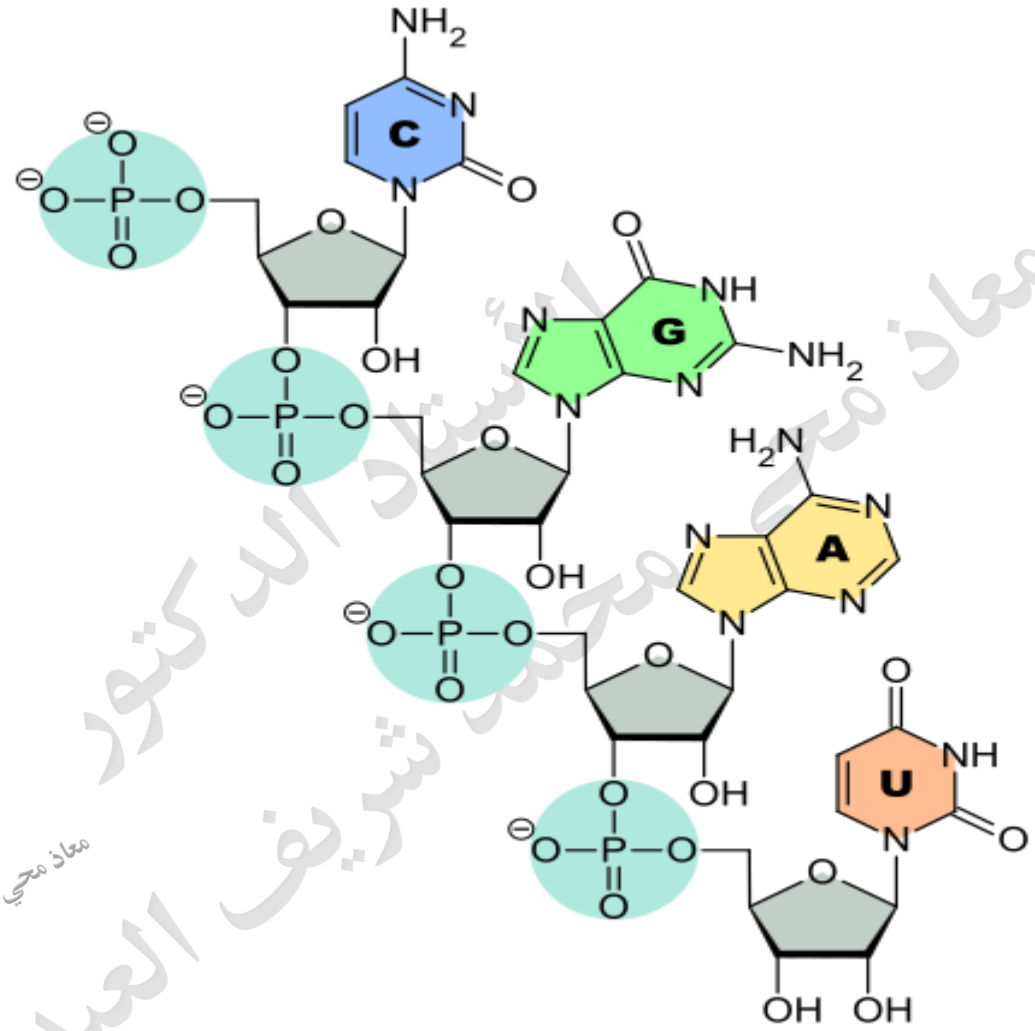
ترتبط النيوكلوتيدات المكونة للحامض النووي عن طريق أواصر كيميائية تتكون من مجموعة الفوسفات المرتبطة مع ذرة الكاربون (3) للسكر الخماسي لاحد النيوكلوتيدات وبين ذرة الكاربون رقم 3 للسكر الخماسي للنيوكلوتايد الاخر وبهذا ستتكون سلسلة من الاواصر القوية التي تدعى بالأواصر الفوسفاتية ثنائية الاستر(فوسفودايستر) تحمل النتيوكلوتيدات مع بعضها على طول شريط DNAو RNA.



* البناء التركيبي للولب المزدوج (المادة الوراثية) DNA

الأستاذ الدكتور
معاذ محي محمد شريف العبدلي

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.



أوضح كل من واطسن وكريك لأول مرة 1953 البنية الحلزونية المزدوجة للDNA 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 نيوكلوتيدات في كل لفة كاملة.

وترتبط سلسلتا الحلزون مع بعضها عن طريق الاواصر الهيدروجينية المتكونة بين ازواج القواعد النايتروجينية حيث يرتبط A مع Tباصرتين هيدروجينيتين T=A والكوانين مع السايتوسين بثلاث أواصر هيدروجينية C≡G.

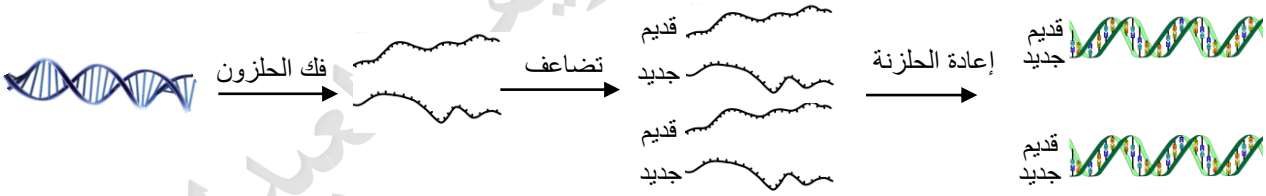
ولاجل ان يكون التركيب اللولبي مستقر ويعطي الابعاد الصحيحة للجزيئة يجب ان تكون القاعدة A مقابل T وان تكون القاعدة C مقابل G وهذا يطلق علية الازدواج القاعدي .Base pair واتضح لنا ان A تتحد مع T بآصرتين هيدوجينية اما القاعدة G فتتحد بثلاث أواصر هيدروجينية مع القاعدة C، ووجد العلماء بأن نسبة (C+G) الى النسبة (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 الDNA:**

من اجل ان تقوم جزيئات الDNA 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 (Simi-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 الحزنة وتكون عملية الحزنة بين شريط قديم مع اخرجديد مكمل له.



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

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

الأستاذ الدكتور
معاذ محي محمد شريف العبدلي

***الاستنساخ والترجمة**

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

1. الاستنساخ: Transcription

تبدأ هذه العملية بتباعد خيطي حلزون الدنا عن بعضهما ثم يستخدم احداهما 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

تشترك 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 قرائتها للشفرات الوراثية في جزيئة mRNA وتتكون كل شفرة من ثلاث نيوكلوتيدات تسمى codone تختص بحامض اميني معين، ويتم التعرف على الشفرة code بواسطة ضد الشفرة anti-codeالموجودة 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 الDNA 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 الDNA من خلال استخدام احد خيطي الحلزون قالبا وحسب قاعدة الازدواج القاعدي ولكن الاختلاف هنا هو إضافة Urasele بدلا من Thiamine حيث ترتبط A=U اما خيط الDNA فيستنسخ كاملا بوجود انزيم RNA polymerase .

الأستاذ الدكتور
معاذ محي محمد شريف العبدلي

الاليلات المتعددة: Multiple Alleles

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

ان مصطلح Alleleيستعمل عند التحدث عن أحد ازواج الجينات حيث ينعزل كل اليل عن الاخر في الانقسام الاختزالي وعند تكوين الكميتات وان كل كميت ناتج سوف يحتوي على واحد فقط من زوج الاليلات ويشغل موقعا واحدا Loous على الكروموسوم. كل مما تقدم عن الوراثة المندلية وما ضرب عليها من امثلة كنا نتحدث عن زوج واحد من الاليلات ولكن في الحقيقة قد يكون هناك أكثر من اليلين او ثلاثة او أربعة وقد يصل الى العشرين او اكثر من الاليلات المتعددة Multiplealleles وان وجودها معاً لا يؤدي الى عدم التناسق في التراكيب الوراثية للافراد لان اليلين فقط من كل مجموعة تظهر في كل خلية جسمية طبيعية. اذن فالاليلات المتعددة هي جينات اعضاء في نفس الموقع الجيني وكل اليل يؤثر في الصفة تاثيراً مختلفاً عن الاخر. ويحتوي الفرد الثنائي المجموعة الكروموسومية Diploid عل اليلين في الوقت قد يكونا متشابهين Homozygous او مختلفين Heterozygous وكل واحد منهما على كروموسوم. ويمكن ان نرمز لهما كما فعل مندل مل شكل البذور S وs ولونها Yو y وكذلك يمكن الرمز B_1,B_2 و A_1,A_2 كذلك بالنسبة للاليلات المتعددة المسؤلة عن صفة ما A_1, A_2, A_3...An .

يسمى نظام جميع الاليلات المتعددة المختلفة المحتمل وجودها في الزوج الجيني لصفة معينة والتي تتردد بين الافراد في مجتمع ما ضمن نظام واحد ودراسة التوارث فيها بنظام الليلات 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 الاليلات المتعددة النادرة وتفادي الضرر الناجم عنها.

أهم مميزات أنظمة الاليلات المتعددة:

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

3. يمكن ان يحمل التركيب الوراثي او السـلالة في مجتمع ما على مجموعة كبيرة من الاليلات لموقع جيني معين خاص بصفة مظهرية معينة.
4. يحمل كل فرد طبيعي اليلين فقط من سلسلة الاليلات وقد يكون نقياً او هجيناً في ذلك الموقع.
5. بما ان جميع الاليلات المتعددة تشمل نفس الموقع الجيني على الكروموسوم لذا فأنه لايحصل عبور ضمن الاليلات المتعددة.
6. اليلات الطرز البرية Wilde types تكون سائدة في الغالب على الاليلات الأخرى وخصوصاً الطافرة منها مع وجود بعض الشواذ عن ذلك.

- امثلة على الاليلات المتعددة:

1. لون الفراء في الارنب.
2. حجم الجناح في حشرة الدروسوفيلا.
3. أنظمة مجاميع الدم المتعددة الاليلات.

معاذ محي محمد شريف العبدلي الأستاذ الدكتور
الأستاذ الدكتور معاذ محي محمد شريف العبدلي