

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله ومن والاه

الباب الثالث : البيولوجيا الجزيئية

الفصل الأول : الحمض النووي DNA والمعلومات الوراثية

مقدمة ومدخل للموضوع :

هناك بعض الأسئلة الهامة والأساسية عن الحياة ربما قد حيرت العلماء وأدهشتهم ، ومن هذه الأسئلة مايلي :

- ١- ما الذي يدفع البيضة الملقحة (اللاقحة أو الزيجوت) المفردة - التي نشأ كل فرد عنها - إلى أن تنقسم وتنمو لتأخذ شكلاً مميزاً لكل فرد من أفراد النوع الواحد ؟ (سبحانه الله العظيم الذي خلق فسوى وقدر فهدى)
- ٢- ما الذي جعل كل فرد متميزاً عن غيره من البشر ؟ (لا شك أنه الله الخالق العظيم) ومع ذلك فإن هناك تشابهاً عاماً بين أفراد الجنس البشري .

الإجابة على مثل هذه الأسئلة توجد في المعلومات الوراثية ، التي أودعها الله عز وجل في خلايا كل كائن حي ، وتعتبر الجينات هي وحدات المعلومات الوراثية والتي تتحكم في الصفات الموروثة .

وهذه الجينات توجد مرتبة على الصبغيات (الكروموسومات)

وقد وجد علماء البيولوجي أنه أثناء انقسام الخلية تنفصل الصبغيات عن بعضها البعض بحيث يصبح في النهاية لكل خلية ناشئة عن الانقسام نفس عدد الصبغيات الموجودة في الخلية الأصلية (ماذا تستنتج من ذلك ؟)

هذا يدل على أن الصبغيات هي التي تحمل المعلومات الوراثية

ولكن الصبغيات يدخل في تركيبها مركبان رئيسيان هما الـ DNA والبروتينات . وهنا السؤال الذي يطرح نفسه

ألا وهو : أي المادتين الداخلتين في تركيب الصبغيات تحمل المعلومات الوراثية ؟ الـ DNA أم البروتين ؟

ولما كانت الصفات الوراثية كثيرة ومتنوعة فإنه من البديهي أن يكون الحامل لها أيضاً كثير ومتنوع حتى يستطيع حملها هذا من الناحية النظرية .

8. ولقد كان من المعروف أن البروتينات مجموعة الجزيئات المتنوعة يدخل في تركيبها عدد ٢٠ حمضاً أمينياً مختلفاً، وتتجمع هذه الأحماض الأمينية بطرق متباينة لتعطي عدداً لا حصر له من المركبات البروتينية المختلفة . بينما يدخل في تركيب الـ DNA أربع نيوكليوتيدات فقط (الوحدات البنائية لتركيب الـ DNA) .

ولذلك أعتقد العلماء في أول الأمر أن البروتينات وليس الـ DNA هي التي تحمل المعلومات الوراثية . (علل)

ولكن ثبت في الأربعينات خطأ هذا الاعتقاد ، حيث اتضح أن الـ DNA هو الذي يحمل المعلومات الوراثية وليس DNA واكتشاف أن الـ DNA هو المادة الوراثية أدى إلى قيام العلماء بدراسة الأساس الجزيئي للوراثة والذي يطلق عليه اسم البيولوجيا الجزيئية وهو أحد المجالات الحديثة في العلم والذي يتقدم بسرعة كبيرة جداً .

سؤال : العلم الذي يهتم بدراسة الأساس الجزيئي للوراثة هو (البيولوجيا الجزيئية)

سؤال : هي وحدات المعلومات الوراثية (الجينات) وهي توجد مرتبة على (الصبغي)

تركيب الـ DNA

منذ أوائل الخمسينات من القرن الحالي أصبحت هناك أدلة قوية قاطعة تؤكد أن الـ DNA يحمل المعلومات الوراثية الخاصة بالخلية . ثم انشغل العديد من الباحثين في محاولة التعرف على تركيب جزئ الـ DNA ووضع نموذجاً له .

والحقيقة إن أي نموذج يوضع لتركيب DNA لابد أن يأخذ في اعتباره مجموعة من المعلومات الهامة التي قد انبثقت عن عديد من التجارب ، وهذه المعلومات الخاصة بتركيب الـ DNA هي :

١- يتكون DNA من وحدات بنائية يطلق عليها اسم (نيوكليوتيدات) ، وكل نيوكليوتيدة تتركب من ثلاثة مكونات هي :

أ- سكر خماسي (ديوكسي ريبوز في حالة نيوكليوتيدات الـ DNA)

ب- مجموعة من الفوسفات مرتبطة برابطة تساهمية بذرة الكربون الخامسة في السكر .

ج- واحدة من القواعد النيتروجينية الأربعة التالية ترتبط برابطة تساهمية بذرة الكربون الأولى في السكر الخماسي .

أنواع القواعد النيتروجينية :

القاعدة النيتروجينية في كل نيوكليوتيدة قد تكون أحد مشتقات البيريميدين أو مشتقات البيورين :-

أ- البيريميدين ذو الحلقة الواحدة وتكون إما { قاعدة ثايمين " T " أو قاعدة سيتوزين " C " }

ب- البيورين ذو الحلقتين وتكون إما { قاعدة جوانين " G " أو قاعدة أدينين " A " }

٢- عندما ترتبط النيوكليوتيدات ببعضها البعض في شريط DNA (ماذا يحدث ؟)

فإن مجموعة الفوسفات المتصلة بذرة الكربون رقم ٥ في سكر أحد النيوكليوتيدات ترتبط برابطة تساهمية مع ذرة الكربون رقم ٣ في سكر النيوكليوتيد التالي .

& الشريط الذي يتبادل فيه السكر والفوسفات يطلق عليه هيكل سكر فوسفات

علل : هيكل سكر فوسفات يكون غير متماثل ؟ لأنه يوجد به مجموعة فوسفات طليقة مرتبطة بذرة الكربون رقم ٥ في السكر الخماسي عند إحدى نهاياته ، ومجموعة هيدروكسيل (OH) طليقة مرتبطة بذرة الكربون رقم ٣ في السكر الخماسي عند النهاية الأخرى ، أما قواعد البيورين والبيريميدين فإنها تبرز على جانب واحد من هيكل سكر فوسفات .

٣- في كل جزيئات الـ DNA يكون عدد النيوكليوتيدات المحتوية على الأدينين مساوياً لتلك التي تحتوي على الثايمين ، وعدد النيوكليوتيدات المحتوية على الجوانين تكون مساوية لتلك التي تحتوي على السيتوزين ، أي أن : عدد الـ T = A ، وعدد الـ G = C

كما أن نسبة $G + A = (50\%)$ و $C + T = (50\%)$ أي أن $G + A = C + T$ صحيح تقريباً

وكذلك نسبة $G/C = A/T$ صحيح تقريباً .

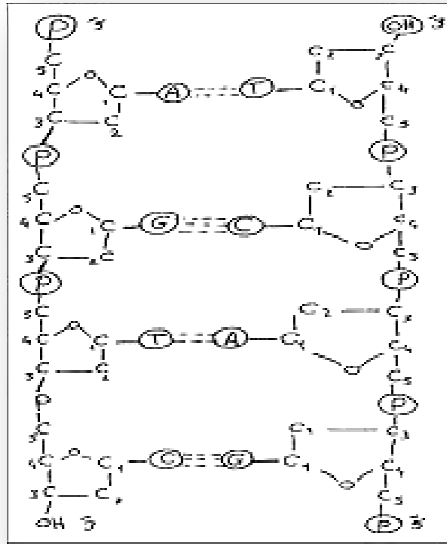
٤- الدليل المباشر على تركيب الـ DNA :

جاء من الدراسات التي قامت بها فرانكلين حيث استخدمت : حيود (انحراف وتشتت) أشعة X في الحصول على صور لبلورات من DNA على النقاوة . وفي هذه التقنية تُمرر أشعة X خلال بلورات من جزيئات ذات تركيب منتظم مما ينشأ عنه تشتت أشعة X حيث يظهر طراز من توزيع نقط يعطي تحليلها معلومات عن شكل جزئ الـ DNA .

النتائج التي توصلت إليها فرانكلين :

في عام ١٩٥٢م نشرت فرانكلين صوراً لبلورات من الـ DNA على النقاوة ، وأوضحت نتائجها مايلي :

- أ- جزئ DNA ملتف على شكل حلزون أو لولب بحيث تكون القواعد متعامدة على طول الخيط
- ب- هيكل سكر فوسفات يوجد في الجهة الخارجية من اللولب والقواعد النيتروجينية جهة الداخل .
- ج- قطر اللولب يدل على أنه يتكون من أكثر من شريط من الـ DNA



نموذج تركيب DNA كما وضعه واطسون وكريك :

١- يتركب هذا النموذج من شريطين من DNA يرتبطان كالسلم

حيث يمثل هيكل السكر والفوسفات جانبي السلم ،

بينما تمثل القواعد النيتروجينية درجات السلم .

٢- يتكون الدرج الواحد إما من الأدينين مرتبطاً بالثايمين ، أو من

الجوانين مرتبطاً بالسيتوزين ، وترتبط أزواج القواعد النيتروجينية

في كل درج بروابط هيدروجينية حيث توجد :

أ- رابطتان بين الأدينين والثايمين . $T = A$

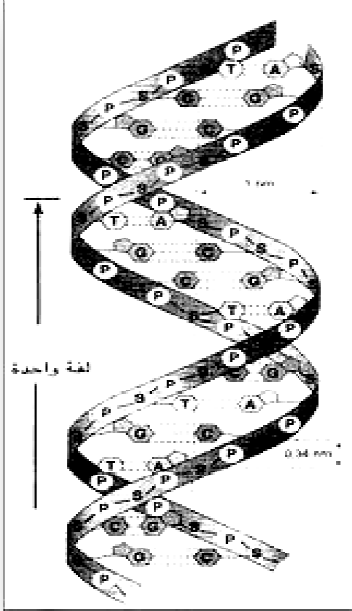
ب- ثلاثة روابط هيدروجينية بين الجوانين والسيتوزين $G \equiv C$

علل : عرض درجات سلم الـ DNA دائماً متساوياً على طول الجزئ .

٣- حيث إن كل زوج من القواعد النيتروجينية التي ترتبط ببعضها البعض يحتوي على قاعدة ذات حلقة ، وأخرى ذات حلقتين فإن عرض درجات السلم يكون متساوياً ويكون شريط الـ DNA على نفس المسافة من بعضها البعض على امتداد جزئ الـ DNA .

علل : شريطا جزئ الـ DNA يكون أحدهما في وضع معاكس للآخر .

& لكي تتكون الروابط الهيدروجينية بشكل سليم بين زوجي القواعد النيتروجينية رأى واطسون وكريك أن شريطي جزئ الـ DNA يكون أحدهما في وضع معاكس للآخر بمعنى أن مجموعة الفوسفات الطرفية المتصلة بذرة الكربون رقم ٥ في السكر الخماسي في شريطي الـ DNA تكون عند الطرفين المعاكسين .



8 وأخيراً فإن سلم الـ DNA ككل (يجدل) بحيث يوجد عشر نيوكليوتيدات

في كل لفة على الشريط الواحد ليتكون لولب أو حلزون DNA .

وحيث إن اللولب (أو الحلزون) يتكون من شريطين يلتفان حول بعضهما البعض

فإن جزئ DNA يطلق عليه اللولب المزدوج .

* اللفة الواحدة للشريط المفرد = 10 نيوكليوتيدات = 10 قواعد = 10 سكر

* اللفة الواحدة في اللولب المزدوج = 20 نيوكليوتيدة (10 أزواج من القواعد)

الدلة على أن DNA هو المادة الوراثية

أولاً .. التحول البكتيري:

وهو أول دليل يثير الشك حول أن الجينات تتكون من البروتين عام 1928م حين كان العالم البريطاني جريفت يدرس البكتريا المسببة لمرض التهاب الرئوي .

أجرى جريفت تجاربه على الفئران مستخدماً نوعين من سلالة البكتريا المسببة للالتهاب الرئوي وهما :

- 1- سلالة مميتة (S) : تسبب موت الفئران بسبب إصابتها بالالتهاب الرئوي الحاد.
 - 2- سلالة غير مميتة (R) : تؤدي إلى إصابة الفئران بالالتهاب الرئوي ولا تسبب موته .
 - عند حقن بعض الفئران بسلالة البكتيريا (S) أصيبت الفئران بالتهاب رئوي حاد وماتت .
 - عند حقن فئران أخرى بسلالة البكتيريا (R) أصيبت الفئران بالتهاب رئوي ولم تمت .
 - عند حقن الفئران بسلالة البكتيريا (S) التي سبق قتلها بالحرارة فلم تمت الفئران .
 - عند حقن الفئران بسلالة البكتيريا (S) الميته مع سلالة البكتيريا (R) الحية ، لاحظ جريفت موت بعض الفئران ؟!
 - مع أن البكتيريا المميتة لم تكن حية ، وعند فحص جثث الفئران التي ماتت وجد بها سلالة البكتيريا المميتة (S) .
- استنتاج جريفت :-

- فسر جريفت هذه الظاهرة بانتقال المادة الوراثية من سلالة البكتيريا (S) المميتة إلى سلالة البكتيريا (R) الغير

مميتة فتحوّلت إلى السلالة (S) وأصبحت مميتة وأطلق على هذه الظاهرة اسم "التحول البكتيري".

- لم يفسر جريفت كيف انتقلت المادة الوراثية من السلالة (S) إلى السلالة (R).

عزل مادة التحول البكتيري بواسطة إفري وزملاؤه :

حيث تمكن من عزل مادة التحول البكتيري وتحليلها فوجد أنها تتكون من DNA

تفسير النتائج السابقة :

إن إحدى السلالات البكتيرية قد امتصت DNA الخاص بسلالة أخرى واكتسبت هذه البكتيريا المستقبلية (R) خصائص البكتيريا التي أتى منها DNA ، وأهم من ذلك أن هذا التحول البكتيري للبكتيريا المستقبلية قد انتقل على الأبناء . أي أن DNA قد انتقل من السلالة المميتة (S) التي كانت ميتة إلى السلالة غير المميتة (R) الحية ، فاكسبت هذه البكتيريا خصائص البكتيريا المميتة ، وهذه الخصائص انتقلت إلى الأبناء .

الإعترض على أن DNA هو المادة الوراثية :

هذا الإعترض قائم على أساس أن الجزء من DNA الذي سبب التحول لم يكن على قدر كاف من النقاوة ، حيث كانت به كمية من البروتين ربما تكون هي التي قد أحدثت التحول البكتيري .

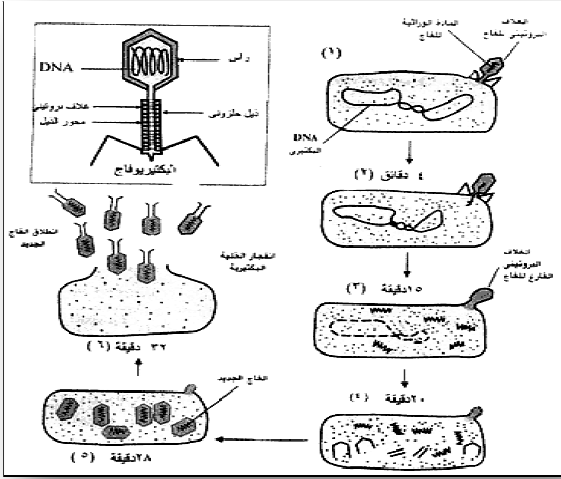
التجربة الحاسمة :-

تم إجراء هذه التجربة عندما تم اكتشاف واستخلاص إنزيم يسمى (دي أكس ريبونوكليز) يعمل على تحليل DNA

تحليلاً كاملاً ، ولا يؤثر هذا الإنزيم على البروتينات أو RNA فعند معاملة مادة التحول البكتيري النشطة المنقولة

(DNA + بروتينات) بهذا الإنزيم ونقلها إلى سلالة البكتيريا الغير مميتة (R) فلم تتحول إلى السلالة الأخرى المميتة

(S) وهذا يرجع لغياب مادة DNA التي تحللت . (أي توقف التحول) مما يؤكد على أن DNA هو المادة الوراثية .



ثانياً .. لاقمات البكتيريا (البكتيريوفاج) :

- الفيروسات البكتيرية تحتوي على مادة الوراثة (DNA) وغلاف بروتيني يمتد ليكون ما يشبه الذيل.
- عندما يهاجم الفيروس الخلية البكتيرية يتصل بها أولاً ثم ينفذ إليها مادته الوراثية التي تتضاعف أعدادها داخل الخلية البكتيرية.
- بعد حوالي ٣٢ دقيقة تنفجر الخلية البكتيرية ويخرج منها حوالي ١٠٠ فيروس جديد تهاجم خلايا بكتيرية جديدة.
- * من التحليل الكيميائي توصل العلماء إلى أن:-
- **DNA** يدخل في تركيبه الفوسفور ولا يدخل في تركيبه الكبريت.
- البروتين يدخل في تركيبه الكبريت ولا يدخل في تركيبه الفوسفور.

تجربة هيرشي وتشاي:

- ١- قاما بترقيم **DNA** الفيروسي بالفوسفور المشع، وترقيم البروتين الفيروسي بالكبريت المشع وسما للفيروس بمهاجمة البكتيريا.
- ٢- بالكشف عن الفوسفور المشع والكبريت المشع في داخل وخارج الخلايا البكتيرية وجد أن:-
- كل **DNA** الفيروسي تقريباً قد دخل إلى داخل الخلية البكتيرية ، بينما لم يدخل من بروتين الفيروس إلى البكتيريا إلا أقل من ٣% أي أن **DNA** الفيروسي هو الذي يدخل الخلية البكتيرية ويدفعها إلى بناء فيروسات جديدة .
- الاستنتاج من تجارب التحول البكتيري والتجارب الأخرى التي أجريت على الفاج :-
- أ- جينات سلالات البكتيريا الخاصة بالالتهاب الرئوي وفيروسات الفاج تتكون من **DNA**.
- ب- مادة الوراثة هي **DNA** وليس البروتين.
- هل كل الجينات عبارة عن **DNA** ؟
- لا .. لأن هناك بعض الفيروسات لا يدخل **DNA** في تركيبها ، بل ثبت أن مادتها الوراثية **RNA** ، ولكن هذه الفيروسات تشذ عن القاعدة حيث أنها تكون جزءاً صغيراً من صور الحياة .
- وفي ضوء الدراسات العديدة التي أجريت حتى الآن تأكد أن **DNA** هو المادة الوراثية لكل صور الحياة تقريباً.

ثالثاً .. كمية **DNA** في الخلايا:- (دليل مادي آخر على أن **DNA** هو المادة الوراثية في حقيقيات النواة)

- \$ عند قياس كمية **DNA** في أنواع مختلفة من الخلايا الجسدية لكائن معين مثل الدجاج وجد أنها متساوية، بينما عند قياس كمية البروتين في نفس الخلايا وجد أنها غير متساوية.
- \$ عند مقارنة كمية **DNA** في الخلايا الجسدية والخلايا الجنسية (الأمشاج) لنفس الكائن الحي وجد أن كمية **DNA** في الخلايا الجنسية (الأمشاج) تعادل نصف كمية **DNA** الموجودة في الخلايا الجسدية .
- وحيث إن الفرد الجديد ينشأ عن اتحاد مشيج مذكر مع مشيج مؤنث لذا يجب أن يحتوي كل مشيج على نصف المعلومات الوراثية الموجودة في الخلية الجسدية (لماذا؟) حتى لا تتضاعف المادة الوراثية في كل جيل ، بينما لا ينطبق ولا يتفق هذا مع البروتين مما ينفي أن البروتين يعمل كمادة وراثية .
- ومما يؤكد ذلك أن البروتينات وجزئيات **RNA** يتم هدمها وإعادة بنائها باستمرار في داخل الخلايا بينما يكون **DNA** ثابتاً بشكل واضح في الخلايا ولا يتحلل .
- ملحوظة توضيحية : ثبات الصفات الوراثية لا بد له من مادة مسنولة تكون ثابتة حتى لا تتغير الصفات .

لَا تَلْسِ ذِكْرَ اللَّهِ وَقُولْ لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ

تضاعف DNA

8 قبل أن تبدأ الخلية في الانقسام تتضاعف كمية DNA بها (لماذا؟) حتى تستقبل كل خلية ناتجة جديدة نسخة طبق الأصل من المعلومات الوراثية الخاصة بالخلية الأم .

ما وسيلة مضاعفة جزئ DNA بدقة ؟

* تركيب الشريط المزدوج ذو القواعد المتزاوجة لجزئ DNA حيث إن الشريطين يحتويان على قواعد متكاملة ، فإن تتابع النيوكليوتيدات في كل شريط يوفر المعلومات اللازمة لإنتاج الشريط المقابل .

مثال : إذا كان تتابع القواعد النيتروجينية في جزء من شريط DNA هو 5....A-A-T-C-C...3 فإن قطعة الشريط التي تتكامل معها يكون ترتيب قواعد النيتروجينية كما يلي: 3....T-T-A-G-G....5

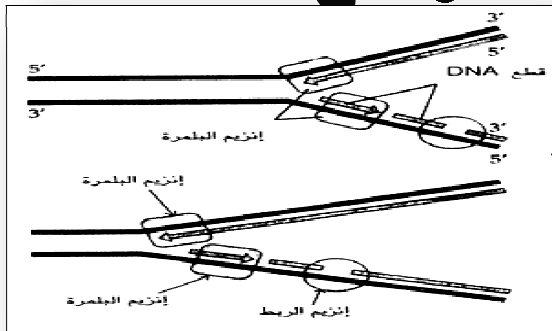
فإذا ما تم فصل شريطي الـ DNA عن بعضهما البعض ، فإن أيًا منهما يمكن أن يعمل كقالب لإنتاج شريط يتكامل معه.

الإنزيمات وتضاعف DNA راجع الرسم صـ (٢٥٩ ، ٢٦٠ ، ٢٦١ من كتاب المدرسة)

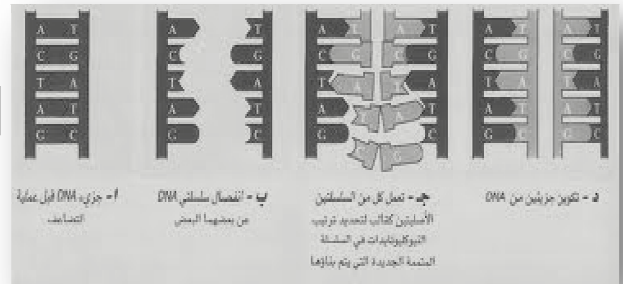
يتطلب نسخ DNA تكامل نشاط عدد من الإنزيمات والبروتينات في الخلية ، ولكي يتم النسخ يلزم حدوث ما يلي :-

- ١- ينفك النغاف اللولب المزدوج .
- ٢- تقوم إنزيمات اللولب بالتحرك على امتداد اللولب المزدوج (لماذا؟) لكي تفصل الشريطين عن بعضهما وذلك بكسر الروابط الهيدروجينية الموجودة بين القواعد النيتروجينية المتزاوجة في الشريطين وابتعادهما عن بعضهما (لماذا؟) لكي تتمكن القواعد من تكوين روابط هيدروجينية مع نيوكليوتيدات جديدة (سبحان الله وبحمده سبحان الله العظيم)
- ٣- تقوم إنزيمات البلمرة (بلمرة DNA) ببناء أشربة DNA الجديدة (كيف؟) وذلك بإضافة النيوكليوتيدات واحدة بعد الأخرى إلى النهاية ٣ لشريط DNA الجديد (شريط ٥ ← ٣)

ولكي يتم إضافة النيوكليوتيدة إلى الشريط الجديد لابد أولاً أن تتزوج القاعدة النيتروجينية في النيوكليوتيدة مع القاعدة النيتروجينية الموجودة على الشريط القالب الأصلي .



تضاعف DNA



8 من المعروف أن إنزيم البلمرة يعمل في اتجاه واحد فقط من الطرف ٥ في اتجاه ٣ للشريط الجديد الذي يجري بناؤه

ولقد سبق أن ذكرنا أن شريطي لولب DNA المزدوج متوازيان عكسياً (ما معنى ذلك؟) أي أن أحدهما يكون في اتجاه ٥ إلى ٣ ، بينما الشريط الآخر المتزوج معه يتوجه في الإتجاه المعاكس أي في اتجاه ٣ إلى ٥ وعلى ذلك فعندما يعمل إنزيم اللولب على فصل شريطي جزئ DNA يتم ذلك في اتجاه النهاية ٣ لأحد الشريطين والنهاية ٥ للشريط الآخر .

سؤال : ما هو اتجاه عمل إنزيم اللولب ؟

بالنسبة للشريط القالب الأصلي (٣ ← ٥) ليست هناك مشكلة عند نسخه (علل ؟) لأن إنزيم البلمرة يتبع إنزيم اللولب مباشرة مضيفاً نيوكليوتيدات جديدة إلى النهاية ٣

إلا إن ذلك لا يحدث بالنسبة للشريط المعاكس الأصلي (٥ ← ٣) (علل ؟)

الإجابة : لأن إنزيم البلمرة لا يعمل في اتجاه (٣ ← ٥) ولذا فإن هذا الشريط يتم بناؤه على هيئة قطع صغيرة في اتجاه (٥ ← ٣) ثم ترتبط هذه القطع الصغيرة مع بعضها البعض بواسطة إنزيم معين يسمى إنزيم الربط .

علاقة الـ DNA بالصبغيات في حقيقيات النواة (هي جميع الكائنات التي تحتوي خلاياها على نواة واضحة المعالم)

& ينظم DNA في خلايا حقيقيات النواة في صورة صبغيات (كروموسومات) بحيث يحتوي كل صبغي على جزئ واحد من DNA يمتد هذا الجزئ من أحد طرفي الصبغي إلى الطرف الآخر ، ويبدأ نسخ الـ DNA عند أي نقطة على امتداد جزئ DNA .

& وبالنسبة لأولييات النواة (أولييات النواة هي مملكة البدائيات فقط مثل البكتريا والطحالب الخضراء المزرققة كالنوستوك ومادتها الوراثية مبعثة في السيتوبلازم ولا يحدها غشاء نووي وقد تم دراسة ذلك في أولى ثانوي ومفيش داعي لوجع الدماغ ثاني) .

المهم إن جزئ DNA في أوليات النواة يوجد على شكل لولب مزدوج إلا أن نهاياته تلتحم بعضها مع بعض ، وهذا الجزئ يتصل بالغشاء البلازمي للخلية عند نقطة واحدة يبدأ عندها نسخ جزئ الـ DNA .

ملحوظة هامة (ما مفهوم البوليمرات؟)

إصلاح عيوب الـ DNA

(البوليمرات هي مركبات طويلة تتكون من وحدات بنائية صغيرة متكررة كالنشأ والبروتين والأحماض النووية)

& إن كل المركبات البيولوجية التي توجد على شكل بوليمرات ، تكون معرضة للتلف من حرارة الجسم ومن البيئة المائية في داخل الخلية حتى الـ DNA نفسه كبوليمر لا ينجو من ذلك التلف ولا يشذ عن ذلك .

علل : فقد حوالي ٥٠٠٠ قاعدة بيورينية (أدينين وجوانين) كل يوم من DNA الموجود في الخلية البشرية ؟

الإجابة : لأن الحرارة تعمل على كسر الروابط التساهمية التي تربط السكريات الخماسية ، بالإضافة إلى أن DNA يمكن أن يتلف بالعديد من المركبات الكيميائية ، والإشعاع .

سؤال : ما هي الآثار المترتبة على أي تلف في جزئ DNA ؟

الإجابة : إحداث تغييراً في المعلومات الموجودة به ، مما قد ينتج عنه تغيرات خطيرة في بروتينات الخلية .

\$\$\$ ورغم أن هناك آلاف من التغيرات التي تحدث لجزئ DNA كل يوم ، إلا أنه لا يستمر في DNA الخلية من هذه التغيرات كل عام إلا تغيران أو ثلاثة تكون لها صفة الدوام ، أما الغالبية العظمى من التغيرات فتزال بكفاءة عالية نتيجة نشاط مجموعة من ٢٠ إنزيم تسمى إنزيمات الربط ، تعمل على إصلاح عيوب DNA (كيف ؟) حيث تعمل في تناغم وتنسيق للتعرف على منطقة التلف من جزئ DNA وإصلاحها (كيف ؟) حيث تستبدلها بنيوكليوتيدات تتزوج مع تلك الموجودة على الشريط المقابل في الجزء التالف .

\$\$ أساس إصلاح عيوب DNA

يعتمد إصلاح عيوب الـ DNA على وجود نسختين من المعلومات الوراثية واحدة على كل من شريطي اللولب المزدوج وطالما ظل أحد هذين الشريطين دون تلف فإن إنزيمات الربط تستطيع أن تستخدمه كقالب لإصلاح التلف الموجود على الشريط المقابل ، وعلى ذلك فكل تلف يمكن إصلاحه إلا إذا حدث في الشريطين في نفس الموقع وفي ذات الوقت .

علل : الفيروسات سريعة الطفرات أو (بعض الفيروسات يظهر بها معدل مرتفع من التغير الوراثي) ؟

الإجابة : لأن المادة الوراثية لها تكون في صورة شريط مفرد من RNA وأي تلف فيه لا يمكن إصلاحه ، حيث إن الإصلاح يعتمد على وجود نسختين .

@ ولذلك فإن اللولب المزدوج يُعتبر حيويًا للثبات الوراثي للكائنات الحية التي يوجد بها (علل)

الإجابة : لأن أي تلف في أحد الشريطين يمكن إصلاحه في ضوء الشريط الآخر .

DNA في أوليات النواة

DNA في أوليات النواة

- 1- يوجد DNA على شكل لولب مزدوج تلتحم نهايته معاً .
 - 2- يصل طول DNA في بكتيريا ايشيريشيا كولاي إلى ١,٤ مم، بينما طول خلية البكتيريا نفسها حوالي ٢ ميكرون .
 - 3- يتلف جزئ DNA البكتيري الدائري على نفسه عدة مرات (لماذا ؟) ليحتل منطقة نووية تصل إلى حوالي ١,٠ من حجم الخلية البكتيرية.
 - 4- يتصل جزئ DNA بالغشاء البلازمي للخلية في موقع أو أكثر يبدأ من أحدها النسخ .
 - 5- تحتوي بعض البكتيريا على واحدة أو أكثر من جزيئات DNA الصغيرة الدائرية تسمى بلازميدات تستخدم على نطاق واسع في الهندسة الوراثية ، حيث تُضاعف الخلايا البكتيرية البلازميدات الموجودة بها في نفس الوقت الذي تضاعف فيه DNA الرئيسي بها . ويستغل العلماء هذا النشاط بإدخال بلازميدات صناعية إلى داخل الخلايا البكتيرية (لماذا ؟) من أجل الحصول على نسخ كثيرة من هذه البلازميدات .
- علل : اعتقاد السائد بأن البلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا ربما قد نشأت كأوليات نواة متطفلة داخل حقيقيات النواة ثم استقرت بها بعد ذلك ؟

الإجابة : لوجود جزيئات DNA في البلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا تشبه الموجودة في أوليات النواة. كما ثبت وجود البلازميدات في خلايا الخميرة (الخميرة من حقيقيات النواة). وحيث أن البلازميدات توجد في أوليات النواة فقط لذلك تعتبر خلايا الخميرة كذلك قد نشأت كأوليات نواة .

\$ البلازميدات جزيئات DNA دائرية صغيرة لا تتعقد بوجود بروتين معها.

تركيب الصبغيات في حقيقيات

تظهر الصبغيات في خلايا حقيقيات النواة أثناء عملية الانقسام .

- كل صبغي يدخل في تركيبه جزئ واحد من DNA يمتد من أحد طرفيه إلى الطرف الآخر.
- يلتف DNA ويطوي عدة مرات ويرتبط بالعديد من البروتينات مكوناً "الكروماتين" الذي يحتوي عادة على كمية متساوية من كل من البروتين و DNA .

تقسيم البروتينات التي تدخل في تركيب الصبغيات :

١- بروتينات هستونية :

وهي مجموعة محددة من البروتينات التركيبية الصغيرة والتي تحتوي على قدر كبير من الحمضين الأمينيين القاعديين أرجينين وليسين ، حيث تحمل المجموعة الجانبية (R) لهذين الحمضين عند الأس الهيدروجيني pH العادي للخلية شحنات موجبة وهذا هو السر في أنها ترتبط بقوة بمجموعات الفوسفات الموجودة في جزئ DNA والتي تحتوي على شحنات سالبة. وتوجد البروتينات الهستونية بكميات ضخمة في كروماتين أي خلية

٢- بروتينات غير الهستونية :

مجموعة غير متجانسة من البروتينات ، وذات وظائف عديدة مختلفة فهي تشمل :
أ- بعض البروتينات التركيبية التي تدخل في تركيب محددة وتلعب دوراً رئيسياً في التنظيم الفراغي لجزئ DNA في داخل النواة .

ب- بعض البروتينات التنظيمية التي تحدد ما إذا كانت شفرة المعلومات على DNA في أي شيء سوف تستخدم فهل سوف تستخدم في بناء RNA والبروتينات والإنزيمات أم لا ؟

وبعد هذه المقدمة عن البروتينات لازم تعرف ليه كان الحديث عنها ، وكل ده عشان تعرف العلاقة بين DNA والبروتين ، وكيف أن طول DNA الطويل جداً يمكن أن تستوعبه نواة الخلية ذات المساحة المحدودة جداً فتعالى معاً وشوف المعلومات المفيدة الاتية عشان نوصل منها للهدف :

تحتوي الخلية الجسدية للإنسان على ٤٦ صبغي ، فإذا تصورنا أنه أمكن فك اللولب المزدوج لجزئ DNA في كل صبغي ووضعت هذه الجزئيات على امتداد بعضها البعض لوصل طولها إلى ٢ متر !! فكيف يستقر هذا الطول داخل حيز نواة الخلية والذي يتراوح قطرها من ٢-٣ ميكرون (سبحان الله العظيم وبحمده يقول للشيء كن فيكون) وربنا سبحانه وتعالى- جعل البروتينات الهستونية وغيرها من البروتينات هي المسؤولة عن ضم هذه الجزئيات الطويلة لتقع في حيز نواة الخلية المحدود .

ولقد أوضح التحليل البيوكيميائي وصور المجهر الإلكتروني أن DNA في الصبغى يضم كالاتي :-

١- يلتف DNA حول مجموعات من البروتينات الهستونية مكوناً حلقات من النيوكليوسومات. وبالتالي يقصر طول جزئ DNA عشر مرات ، ولكن يتعين أن يقصر DNA حوالي ١٠٠,٠٠٠ مرة حتى تستوعبه النواة .

٢- ولذا فإن حلقات النيوكليوسومات تلتف مرة أخرى لتتضم مع بعضها البعض ، ومع ذلك فإن كل ماسبق ليس بكاف لتقصير جزئ DNA إلى الطول المطلوب .

٣- أشرطة النيوكليوسومات الملتفة بشدة ترتب على شكل حلقة كبيرة بواسطة البروتينات التركيبية غير الهستونية للكروماتين ، ويسمى الكروماتين الملتف والمكدس بشكل كبير باسم كروماتين مكثف .

٤- عندما يكون جزئ DNA على هذه الحالة داخل المكثف لا تستطيع الإنزيمات أن تصل إليه ويتعين فك هذا الالتفاف والتكدس على الأقل إلى مستوى شريط من النيوكليوسومات قبل أن يعمل DNA كقالب لبناء DNA أو RNA .

بروتينات غير هستونية	بروتينات هستونية
مجموعة غير متجانسة من البروتينات	مجموعة محددة من البروتينات التركيبية الصغيرة.
تشمل بروتينات تركيبية (تدخل في بناء تراكيب محددة) التي تلعب دوراً رئيسياً في التنظيم الفراغي لجزئ DNA في النواة	تحتوي قدر كبير من الحمضين القاعديين (أرجينين وليسين).
تشمل بروتينات تنظيمية، تحدد ما إذا كانت شفرة DNA تستخدم في بناء RNA والبروتينات (كالإنزيمات) أم لا.	تحمّل مجموعات (R) الجانبية لهذين الحمضين الأمينيين عند pH عادي شحنات موجبة لذا ترتبط بقوة مع مجموعة الفوسفات الموجودة في جزئ DNA والتي تحتوي شحنات سالبة.
	توجد البروتينات الهستونية بكميات كبيرة في كروماتين أي خلية.

تركيب المحتوى الجيني

\$ يطلق على كل الجينات وبالتالي كل (DNA) الموجودة في الخلية اسم المحتوى الجيني لهذا الفرد .

\$ توصل الباحثون إلى طرق يمكن بها تحديد تتابعات النيوكليوتيدات في جزيئات DNA و RNA مما وفر الأدوات للوصف الدقيق لترتيب الجينات داخل جزيئات DNA في الخلية . (تذكر أن DNA = مجموعة من الجينات)

تقسيم عمل الجينات في المحتوى الجيني :

- ١- العديد من الجينات يحمل التعليمات اللازمة لبناء مركبات بروتينية .
- ٢- بعض الجينات يحمل تعليمات لازمة لتتابع النيوكليوتيدات في جزيء RNA الريبوسومي ، وفي RNA الناقل .
- ٣- في أوليات النواة تمثل الجينات المسنولة عن بناء RNA والبروتينات معظم المحتوى الجيني .
- ٤- في حقيقيات النواة أقل من ٧٠% من الجينات يقوم بالوظائف السابقة (تعليمات بناء بروتينات و تتابع RNA)، أما الباقي وهو حوالي (٣٠%) فهو غير معلوم الوظيفة .
- ٥- تعرف الباحثون على العديد من أجزاء DNA ولا تمثل شفرة لبناء RNA أو البروتينات وأطلقوا عليها أسماء عديدة
- ٦- DNA المتكرر :

توجد معظم جينات المحتوى الجيني في الخلية بنسخة واحدة عادة ، إلا أن كل خلايا حقيقيات النواة تحمل عادة المئات من نسخ الجينات الخاصة ببناء RNA الريبوسومي والبروتينات الهستونية (لماذا؟) لأن الخلية تحتاجها بكميات كبيرة ، ولا شك إن وجود العديد من نسخ هذه الجينات يُسرّع من إنتاج الخلية للريبوسومات والهستونات .

هناك العديد من التكرارات لتتابعات على DNA ودورها ما زال غير واضح وغير معلومة الوظيفة (هات مثال لذلك) مثال : في ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) تتابع **A - G - A - A - G** يتكرر حوالي ١٠٠.٠٠٠ مرة في منتصف أحد الصبغيات، هذا التتابع لا يمثل أي شفرة لبناء بروتين أو RNA أو غير ذلك .

أجزاء أخرى من DNA ليست بها شفرة:

- أ- في الحبيبات الطرفية لبعض الصبغيات DNA بلا شفرة .
- ب- المحتوى الجيني لحقيقيات النواة يحتوي على كمية كبيرة من DNA لا يمثل شفرة .
- لاحظ العلماء أن كمية DNA في المحتوى الجيني ليست لها علاقة بمقدار تعقد الكائن الحي، أو عدد البروتينات التي يكونها.

فقد ثبت أن كمية صغيرة فقط من DNA في النبات والحيوان هي التي تحمل شفرة بناء البروتينات.

فعلى سبيل المثال وجد أن أكبر محتوى جيني يوجد في حيوان السلمندر (من البرمائيات كالضفدعة) حيث تحتوي خلاياه على كمية DNA تعادل ٣٠ مرة قدر DNA الموجودة في الخلايا البشرية مع أن هذا الحيوان تنتج خلاياه كمية أقل من البروتين . وهذا يؤكد أن كمية صغيرة فقط من DNA في النبات والحيوان هي التي تحمل شفرة بناء البروتينات.

بعض وظائف DNA الذي ليست له شفرة :

أ- يعمل على أن تحتفظ الصبغيات بتركيبها .

ب- بعض مناطق DNA (التي لا تمثل شفرة بناء بروتين أو RNA) تمثل غشارات إلى الأماكن التي يجب أن يبدأ عندها بناء m-RNA وهذه المناطق تعتبر هامة في بناء البروتين (سيأتي الحديث عنها مفصلاً في الفصل الثاني)

هل أنت راض عن نفسك ؟

وهل الله عزوجل راض عنك ؟

إذا رضيت عن سلوكك وأدائك في الحياة ، فذاك مؤشر يؤكد رضى الله عزوجل عنك .

ويظهر ذلك في علاقاتك مع الوالدين والأقربين

الطفرات

الطفرة :

- تغير مفاجئ في طبيعة العوامل الوراثية المتحكممة في صفات معينة مما قد ينتج عنه تغيير هذه الصفات في الكائن الحي.
- * طفرة حقيقية :- تظل متوارثة على مدى الأجيال المختلفة.
- * طفرة غير حقيقية :- تظهر في أحد الأجيال فقط ولا تتوارث.
- طفرات تحدث نتيجة تغيير في تركيب العامل الوراثي (الجين).
- طفرات تحدث نتيجة تأثير البيئة أو انعزال الجينات وإعادة اتحادها.
- * طفرات غير مرغوب فيها :- مثل التشوهات الخلقية في الإنسان أو العقم عند النبات الذي يسبب نقص المحصول .
- * طفرات مرغوب فيها :- طفرات يستفيد منها الإنسان مثل الطفرة التي أدت إلى ظهور سلالة أنكن في الأغنام فكانت أرجلها قصيرة ومقوسة مما يجعلها لا تستطيع تسلق سور الحظيرة وإتلاف النباتات المزروعة فكانت صفة نافعة.

أنواع الطفرات:-

أولاً .. الطفرات الجينية:-

- تحدث نتيجة لتغير كيميائي في تركيب الجين (في ترتيب القواعد النيتروجينية في جزئ DNA) مما يؤدي إلى تغير الإنزيم الذي يؤدي إلى ظهور الصفة، فتنشأ صفة جديدة.
- \$ قد يصاحب هذا التغير في التركيب الكيميائي للجين تحوله غالباً من الصورة السائدة إلى الصورة المتنحية ، وقد يحدث العكس في حالات نادرة .

٢- الطفرات الصبغية وهي تحدث بطريقتين :

أ- التغير في عدد الصبغيات:

- الزيادة في الصبغيات : (حالة كلينفلتر وداون)
- النقص في الصبغيات : (حالة تيرنر).
- تضاعف عدد الصبغيات (التضاعف الصبغي)
- تحدث نتيجة عدم انفصال الكروماتيدات بعد انقسام السنتروميترات وعدم تكون الغشاء الفاصل بين الخليتين أثناء الانقسام
- ظاهرة التضاعف الصبغي أكثر شيوعاً في النبات (٣ن - ٤ن - ٦ن - ٨ن - ١٦ن).
- ينتج عنها أفراد ذات صفات جديدة، وذلك يرجع لأن كل جين يكون ممثل بعدد أكبر فيكون تأثيرها أكبر فيكون النبات أكثر طولاً وأكبر حجماً وبخاصة الأزهار والثمار.
- التضاعف (٤ن) يوجد في القطن والقمح والتفاح والكمثرى والفراولة (يطلق عليها الفواكه ذات التعدد الرباعي).
- التضاعف الصبغي نادر في عالم الحيوان (علل) ذلك لأن تحديد الجنس في الحيوانات يتطلب وجود توازن دقيق بين عدد كل من الصبغيات الجسمية والجنسية، لذا يقتصر وجوده على بعض الأنواع الخنثى من القواقع والديدان والتي ليس لديها مشكلة في تحديد الجنس.
- التضاعف الثلاثي (٣ن) في الإنسان مميت، ويسبب إجهاضاً للأجنة. ومع ذلك فبعض خلايا الكبد والبنكرياس يحدث بها تعدد صبغي في الإنسان وغير مميت .

ب- التغير في تركيب الصبغيات:-

متى يتغير ترتيب الجينات على نفس الصبغي ؟

- ١- عندما تنفصل قطعة من الصبغي أثناء الانقسام ، وتلف حول نفسها بمقدار ١٨٠ ° ثم يعاد اتحامها في الوضع المقلوب على نفس الصبغي .
- ٢- تبادل أجزاء بين صبغيين غير متماثلين .
- ٣- زيادة أو نقص جزء صغير من الصبغي .

* الطفرات المشيجية :-

التغير يحدث في الخلايا التناسلية، فتظهر صفات جديدة على الجنين الناتج (تحدث في الكائنات التي تتكاثر تزاوجياً)
الطفرات الجسمية:-

تحدث الطفرة في الخلايا الجسدية وتكون أكثر شيوعاً في النباتات التي تتكاثر خضرياً، فعندما ينشأ فرع جديد من النبات العادي يحمل صفات مختلفة عن النبات الأم، يمكن فصل هذا الفرع وزرعه وإكثاره خضرياً (إذا كانت الصفة مرغوبة).

منشأ الطفرة:-

أ- طفرة تلقائية

تحدث دون تدخل الإنسان ونسبتها ضئيلة جداً في شتى الكائنات، ويرجع سبب حدوث هذه الطفرة التلقائية إلى تأثيرات البيئة المحيطة بالكائن الحي، مثل الأشعة فوق البنفسجية والأشعة الكونية ، والمركبات الكيميائية المختلفة التي يتعرض لها الكائن

\$ وأهمية الطفرة التلقائية أنها لها دوراً هاماً في عملية تطور الأحياء.

ب- طفرة مُستحدثة

يستحدثها الإنسان لبحث تغييرات مرغوبة في صفات كائنات معينة ويستخدم الإنسان في ذلك العوامل الموجودة في الطبيعة لهذا الغرض ومن هذه العوامل ما يلي:

١- أشعة أكس وأشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية .

٢- بعض المواد الكيميائية مثل غاز الخردل ومادة الكولشيسين وحامض النيتروز .

وتنتج عن هذه المعالجة في النبات ضمور خلايا القمة النامية وموتها لتتجدد تحتها أنسجة جديدة ، تحتوي على عدد مضاعف من الصبغيات .

\$ أغلب الطفرات المستحدثة تحمل صفات غير مرغوبة ، إلا أن الإنسان يختار منها ما هو نافع ، ومن أمثلتها :

أ- إنتاج وتكوين أشجار فواكه ذات ثمار كبيرة وطعم حلو وخالية من البذور من خلال الطفرة المستحدثة .

ب- إنتاج طفرات لكائنات دقيقة كالبنيسليوم لها القدرة- بأمر الله - على إنتاج كميات كبيرة من المضادات الحيوية .

بفضل الله عزوجل وعونه وتوفيقه
تم شرح الفصل الأول من البيولوجيا الجزيئية
واليك بعض الأسئلة والإجابات الهامة

مع خالص أمنياتي للجميع بالتوفيق

أ/ جمال أحمد الشمارقة

٠١٠٥٠٣٥٣٣٩

أولاً : أسئلة كتاب الوزارة وإجاباتها

(١) شريطا DNA أحدهما في وضع معاكس للآخر:

لكي تتكون الروابط الهيدروجينية بشكل سليم بين زوجي القواعد النيتروجينية.

(٢) تلعب إنزيمات الربط دوراً هاماً في الثبات الوراثي للكائنات الحية.

لأنها تقوم بإصلاح عيوب وتلف DNA بكفاءة عالية وهذه الإنزيمات (٢٠) تعمل في تناغم للتعرف على منطقة التلف من جزئ DNA وإصلاحها حيث تستبدلها بنيوكلوتيدات تتزاوج مع تلك الموجودة على الشريط المقابل في الجزء التالف ، ويعتمد هذا الإصلاح على وجود نسختين من المعلومات الوراثية واحدة على كل من شريطي اللولب المزدوج.

(٣) المحتوى الجيني للسلمندر يعادل ٣٠ مرة المحتوى الجيني للإنسان ، ومع ذلك فهو يعبر عن عدد أقل من البروتينات.

لأن كمية صغيرة فقط من DNA في كل من النبات والحيوان هي التي تحمل شفرة بناء البروتينات ، وبذلك فإن هذا الحيوان تُكون خلاياه كمية أقل من البروتينات ، أي أن كمية DNA في المحتوى الجيني ليست لها علاقة بمقدار تعقد الكائن الحي أو عدد البروتينات التي يكونها.

(٤) قدرة بعض البكتيريا على تحليل DNA الفيروسي.

لأنها تحتوي على إنزيمات القصر (القطع) التي تتعرف على مناطق معينة على جزئ DNA الفيروسي الغريب وتقطعه إلى قطع عديمة القيمة.

(٥) وجود شفرة إنزيم النسخ العكسي في الفيروسات التي محتواها الجيني RNA.

لكي تستخدمه في تحويل محتواها الجيني من RNA إلى DNA الذي يرتبط بالمحتوى الجيني من DNA في خلية العائل فيستطع السيطرة على خلية العائل.

(٦) تعتبر الشفرة الوراثية دليلاً على حدوث التطور.

لأن الشفرة الوراثية عالمية أو عامة بمعنى أن نفس الكودونات تمثل شفرات لنفس الأحماض الأمينية في كل الكائنات الحية من الفيروسات إلى البكتيريا والنبات والحيوان والفطريات ، وهذا دليل على أن كل الكائنات الحية الموجودة الآن قد نشأت عن أسلاف مشتركة.

(٧) الفيروسات سريعة الطفرات.

لأن المادة الوراثية لها توجد على صورة شريط مفرد من RNA وإذا حدث تلف في هذا الشريط لا تستطيع إنزيمات الربط إصلاحه لأن الإصلاح يعتمد على وجود نسختين من المعلومات الوراثية على شريطي اللولب المزدوج . ولما كان RNA مفرد فإنه يظهر به معدل مرتفع وسريع من التغير الوراثي المفاجئ (الطفرات) .

(٨) يتم بناء آلاف من الريبوسومات في الساعة في حقيقيات النواة .

أ - لوجود ما يزيد على ٦٠٠ نسخة من جينات RNA الريبوسومي على DNA في حقيقيات النواة ، والتي ينسخ منها ط r.RNA (الريبوسومي) .

ب - وجود العديد من نسخ r.RNA يسرع من إنتاج الخلية للريبوسومات التي تحتاجها الخلية لإنتاج البروتينات بصفة مستمرة.

(٩) لا تتم ترجمة ذيل عديد الأدينين على m.RNA إلى أحماض أمينية.

أ - لأن وظيفة هذا الذيل هو حماية mRNA من الانحلال بأنزيمات السيتوبلازم.

ب - قواعد الأدينوزين (٢٠٠ قاعدة) المكونة لهذا الذيل لا تمثل شفرات للأحماض الأمينية ولا ترتبط بها مضادات الكودونات الخاصة بـ t.RNA.

١٠) تختلف البروتينات رغم تشابه الوحدات البنائية لها.

وذلك للأسباب التالية:

أ - الفروق في أعداد وأنواع وترتيب الأحماض الأمينية في البوليمرات،

ب - اختلاف عدد البوليمرات التي تدخل في بناء البروتين.

ج - اختلاف الروابط الهيدروجينية الضيفة التي تعطي للجزئ شكله المميز

السؤال الثالث ص ٢٥٣ دليل التقويم

أ - أمكن إثبات أن DNA هو مادة الوراثة بقياس كميته في خلايا مختلفة .

* لأنه عند قياس كمية DNA في أنواع مختلفة من الخلايا الجسدية لكائن معين كالدجاج وُجد أنها متساوية بينما عند قياس كمية البروتين في نفس الخلايا وُجد أنها غير متساوية.

* كما أن كمية DNA في الخلايا الجنسية (الأمشاج) لنفس الكائن الحي تعادل نصف كمية DNA الموجودة في الخلايا الجسدية مما يؤكد ويؤيد ضرورة أن يحتوي كل مشيج على نصف المعلومات الوراثية الموجودة في الخلية الجسدية، حيث أن الفرد الجديد ينشأ عن اتحاد مشيج مذكر مع مشيج مؤنث فيصبح DNA في أفراد النوع الواحد ثابتاً، ولا تتضاعف المادة الوراثية في كل جيل.

* كما أن البروتينات وجزيئات RNA يتم هدمها وإعادة بنائها باستمرار في داخل الخلايا، بينما يكون DNA ثابتاً بشكل واضح في الخلايا.

ب - من المتعذر إصلاح عيوب تحدث في مكانين متقابلين على جزئ الحمض النووي DNA.

* لأن إصلاح عيوب DNA يعتمد على وجود نسختين من المعلومات الوراثية واحدة على كل من شريطي اللولب المزدوج. وطالما ظل أحد هذين الشريطين دون تلف تستطيع تلك الإنزيمات (الربط العشرين) أن تستخدمه كقالب لإصلاح التلف الموجود على الشريط المقابل.

* أما إذا حدث التلف في الشريطين في نفس الموقع وفي ذات الوقت فلا تستطيع هذه الإنزيمات أن تقوم بالإصلاح لعدم وجود نسخة أو قالب سليم يتم الإصلاح بناءً عليه.

ج- ترتبط الهستونات بقوة بمجموعات الفوسفات الموجودة في جزئ DNA .

* لأن المجموعة الجانبية (R) للحمضين الأمينين (أرجنين وليسين) والموجودين بقدر كبير في الهستونات تحمل عند الأس الهيدروجيني العادي للخلية شحنات موجبة ولذلك فهي ترتبط بقوة بمجموعات الفوسفات الموجودة في جزئ DNA والتي تحتوي على شحنات سالبة. وبذلك يتم تقصير جزيئات DNA الطويلة (٢ متر للخلية الواحدة) لتقع في حيز نواة الخلية والتي يتراوح قطرها من ٢ : ٣ ميكرون.

د- يتعين فك الالتفاف والتكديس في جزئ DNA قبل عملية النسخ.

* لكي تستطيع الإنزيمات الخاصة بالتضاعف أن تصل إليه، حيث أن جزئ DNA عندما يكون في وسط الكروماتين الملفف والمكدس بشكل كبير (المكثف) لا يمكن لإنزيمات التضاعف أن تصل إليه، ويتعين فك هذا الالتفاف والتكديس على الأقل إلى مستوى شريط من النيوكليوسومات لكي يعمل DNA كقالب لبناء DNA أو RNA .

هـ - لابد من تضاعف DNA قبل الانقسام .

* لكي تستقبل كل خلية جديدة نسخة طبق الأصل من المعلومات الوراثية الخاصة بالخلية الأم.

إجابات أسئلة التعليل ص ٢٤٧ من كتاب الدليل ٢٠٠٨-٢٠٠٩ .

أ - ما سبب تنوع البروتينات على الرغم من أنها تتكون من نفس الأحماض الأمينية:

سبق إجابته في السؤال العاشر من تعليقات كتاب الوزارة.

ب - لماذا تم وضع الرقمين (٣)، (٥) على نهايتي كل شريط في جزيء الحمض النووي DNA؟

* النهاية ٣ للسكر الخماسي يكون عندها مجموعة هيدروكسيل (OH) طليقة مرتبطة بذرة الكربون رقم ٣ في السكر الخماسي بينما النهاية الأخرى ٥ يوجد بها مجموعة فوسفات طليقة مرتبطة بذرة الكربون رقم ٥ في السكر الخماسي عند النهاية الأخرى، وبذلك يكون هيكل سكر فوسفات غير متماثل ووجود العلامة أو الشرطة (-) للتمييز بين كربون السكر وكربون القاعدة النيتروجينية المجاورة لها .

ج - إضافي عند تضاعف DNA يتم بناء الشريط النامي المعاكس على شكل قطع؟

* لأن إنزيم بلمرة DNA يعمل في اتجاه واحد فقط هو ٥' ← ٣' بالنسبة للشريط النامي الجديد، أما الشريط النامي المعاكس فيتم بناؤه على شكل قطع صغيرة في الاتجاه (٥' ← ٣') ثم ترتبط هذه القطع الصغيرة مع بعضها بواسطة إنزيم الربط.

إجابة السؤال (١٥) ص ٢٤٣ من الدليل ٢٠٠٨-٢٠٠٩ .

أ- يُعزى (يعود) الثبات الوراثي لازدواج جزيء DNA

* لأن إصلاح عيوب DNA يعتمد على وجود نسختين من المعلومات الوراثية على كل من شريطي اللولب المزدوج وطالما ظل أحد هذين الشريطين دون تلف فإن إنزيمات الربط العشرين تستطيع أن تستخدمه كقالب لإصلاح التلف الموجود على الشريط المقابل، وبذلك يظل هناك ثبات وراثي للصفات.

ب - DNA في الكروموسوم لا يُمثل كله بشفرة.

* لوجود الحبيبات الطرفية عند أطراف بعض الصبغيات و DNA فيها لا يمثل شفرة ولكن هذه الحبيبات تعمل على أن تحتفظ الصبغيات بتركيبها.

* وهناك بعض مناطق DNA تمثل إشارات إلى الأماكن التي يجب أن يبدأ عندها بناء mRNA وهي مناطق هامة في بناء البروتين (كمناطق المحفز على أحد شريطي DNA) .

* وهناك العديد من DNA المتكرر ولكن دوره غير واضح كما في ذبابة الفاكهة فالتتابع القصير التالي A-G-A-A-G يتكرر حوالي ١٠٠.٠٠٠ مرة في منتصف أحد الصبغيات، وهذا التتابع وغيره لا يمثل أي شفرة.

ج - طفرات الفيروسات المحتوية على RNA أكثر من تلك المحتوية على DNA .

لأن RNA شريط مفرد فلا تستطيع إنزيمات الربط إصلاح ما يتلف منه لعدم وجود قالب تعتمد عليه لإصلاح التلف، فيحدث التغير باستمرار . بينما تستطيع هذه الإنزيمات القيام بدورها وإصلاح التلف في حالة DNA لأنه لولب مزدوج، ويعتمد الإصلاح على وجود نسختين من المعلومات الوراثية واحدة على كل من شريطي اللولب المزدوج

د- كان يعتقد أن البروتين وليس DNA هو مادة الوراثة.

* لأن البروتينات يدخل في تركيبها ٢٠ حمضاً أمينياً مختلفاً وتتجمع بطرق متباينة لتعطي عدداً لا حصر له من المركبات البروتينية المختلفة، بينما يدخل في تركيب DNA ٤ نيوكليوتيدات فقط.

ثالثاً : أسئلة امتحانات سنوات سابقة وغيرها :

س : ما الذي يحدث في كل من الحالات التالية:

أ- اختفاء إنزيمات اللولب من الخلايا الجسمية لطفل صغير. مع التعليل؟ ((دور أول سنة ٢٠٠٤ م))

الإجابة : طبقاً لنموذج إجابة الوزارة :

* النتيجة : موت الطفل .

* التعليل: حيث باختفاء إنزيمات اللولب من خلايا جسم الطفل فإنه لن يحدث تضاعف لحمض DNA بخلايا هذا الطفل وبالتالي فإنها لن تنقسم ميتوزياً وبالتالي فإن الخلايا التي تتلف بجسمه لن يتم تعويضها وجروحه لن تشفى، بالإضافة إلى عدم نموه. فيصاب الطفل بأضرار بالغة تنتهي بالوفاة.

٢- اختفاء مجموعة إنزيمات الربط من الخلايا الجسدية لشخص بالغ. ((الدور الأول سنة ٢٠٠٧ م))

الإجابة :

تقوم إنزيمات الربط بإصلاح ما تلف من جزيئات DNA وبالتالي فإن اختفاء إنزيمات الربط من الخلايا الجسدية لشخص بالغ ينتج عنه تغيرات خطيرة في بروتينات الخلية وذلك نتيجة لتلف DNA و حدوث تغيرات في المعلومات الموجودة به.

٣- معاملة المادة النشطة المسنولة عن التحول البكتيري بإنزيم دي أوكسي ريبونوكليز . ((الدور الثاني سنة ٢٠٠٧ م))

الإجابة : توقفت عملية التحول، حيث أن هذا الإنزيم له القدرة على تحليل جزيء DNA تحليلًا كاملاً ولا يؤثر على المركبات البروتينية أو RNA فلما توقفت عملية التحول تأكد أن DNA هو المادة الوراثية.

٤- إذا حدث تلف في أحد القواعد النيتروجينية على شريط DNA، وما نتيجة حدوث تلف قاعدتين متقابلتين على شريطي DNA في وقت واحد.

الإجابة :

التلف الأول يتم إصلاحه بكفاءة عالية بواسطة إنزيمات الربط العشرين حيث تتعرف على المنطقة التالفة من جزيء DNA ثم تستبدلها بنيوكلوتيدات تتزاوج مع تلك الموجودة على الشريط المقابل في الجزء التالف. أما التلف الثاني فلا تستطيع تلك الإنزيمات القيام بإصلاحه لعدم وجود نسخة أخرى تستخدمها كقالب لإصلاح التلف .. وتكون النتيجة استمرار هذا التلف مما يحدث تغييراً في المعلومات الوراثية الموجودة في الـ DNA (يعني حدوث طفرة جينية) .

مع خالص دعواتي وأمنياتي للجميع بدوام التفوق

ولا تحرمونا من دعوة صادقة

موجه أ / جمال أحمد الشمارقة

٠١٠٥٠٣٥٣٣٩