سلسلة دروس الهلالي للأحياء والجيولوجيا

الباب الثاني: البيولوجيا الجزيئية

الفصل الأول: الحمض النووي والمعلومات الوراثية

الدرس الأول: جهود العلماء لمعرفة المادة الوراثية

الجين: وحدات المعلومات الوراثية والتي تتحكم في الصفات الوروثة.

الصبغيات هي التي تحمل المعلومات الوراثية: أثناء انقسام الخلية تنفصل الصبغيات إلى مجموعتين متماثلتين بحيث يصبح لكل خلية ناتجة عن الانقسام نفس عدد الصبغيات (الكروموسومات) الموجودة في الخلية الاصلية. وهذا دليل علي أن الصبغيات هي التي تحمل المعلومات الوراثية التي توجد في صورة جينات.

تركيب الصبغي: يدخل في تركيب الصبغي مركبين اساسيين هما: * الحمض النووي DNA . * البروتينات.

فإيهما يحمل المعلومات الوراثية: أعتقد العلماء أن البروتينات هي المادة الوراثية وليس DNA وذلك للأسباب التالية:

* البروتينات يدخل في تركيبها(٢٠) نوع من الأحماض الأمينية المختلفة تتجمع مع بعضها بطرق متباينة لتعطي عددا لا حصر له من المركبات البروتينية المختلفة بما يتناسب مع تنوع الصفات الوراثية. بينما DNA لا يدخل في تركيبه سوي (٤) نيوكليوتيدات فقط. اتضح بعد ذلك وأثبتت الأدلة أن DNA هو المادة الوراثية.

البيولوجيا الجزيئية: هو العلم الذي يهتم بدراسة الأساس الجزيئي لمادة الوراثة DNA .

الادلة على ان DNA هو المادة الوراثية:

موقع أزهريون التعليمي

أولا : التحول البكتيري :

١ - تجربة العالم جريفث:

البكتريا المسببة لمرض الالتهاب الرئوي. سلالة البكتريا (S) المميتة. - سلالة البكتريا (R) الممرضة.

التجربة١: حقن مجموعة من الفئران بسلالة بكتيريا (R) حية. المشاهدة: إصابة الفئران بالالتهاب الرئوي وعدم موتها. الاستنتاج: سلالة بكتيريا (R) غير مميتة.

التجربة٢: تم حقن مجموعة من الفئران بسلالة بكتيريا (S) حية. المشاهدة: إصابة الفئران بالالتهاب الرئوي الحاد ثم ماتت جميع الفئران. الاستنتاج: سلالة بكتيريا (S) مميتة.

التجربة٣: حقن مجموعة من الفئران ببكتيريا (S) ميتة سبق قتلها بالحرارة. المشاهدة: عدم موت الفئران.

الاستنتاج: سلالة بكتيريا (S)المقتولة حراريا لا تسبب موت الفئران.

التجربة٤: حقن مجموعة من الفئران بسلالة بكتيريا (s) سبق معاملتها بالحرارة مع سلالة بكتيريا (R) حية.

المشاهدة: موت بعض الفئران. الاستنتاج: المادة الوراثية الخاصة بسلالة البكتيريا (S) المميتة انتقلت الى داخل سلالة البكتيريا (R) غير المميتة فتحولت الى سلالة (S) واصبحت مميتة وذلك بعد فحص الفئران المميتة حيث وجد بها بكتيريا (S) حية.

نتائج تجارب جريفث: أطلق جريفث على ظاهرة تحول البكتيريا (R) الغير ميتة الى بكتيريا (S) المميتة مسمى التحول البكتيري ولكنه لم يفسر كيفية انتقال المادة الوراثية من السلالة (S) إلى السلالة (R).

التحول البكتيري: تحول سلالة البكتيريا (R) الغير مميتة الى سلالة (S) المميتة نتيجة انتقال المادة الوراثية الخاصة بالبكتريا (S) إليها.

٢- تجربة العالم افرى وزملائه:

الخطوات: قاموا بعزل وتحليل مادة التحول البكتيري. **المشاهدة:** أظهرت نتائج التحليل أن مادة التحول البكتيري تتكون من DNA. **الاستنتاج:** الـ DNA هي مادة الوراثة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

التفسير العام للتحول البكتيري: السلالة البكتيرية (R) امتصت الـ DNA الخاص بسلالة البكتيريا (S) بطريقة غير معروفة حتى الأن فاكتسبت خصائصها وانتقلت هذه الخصائص الى الابناء.

الاعتراض على ان الـDNA هو المادة الوراثية: الـ DNA الذي تسبب في احداث التحول البكتيري لم يكن نقي تماما لأنه كان يحمل كمية من البروتين يحتمل أن تكون السبب في أحداث التحول البكتيري.

٣ - التجربة الحاسمة: تم معاملة المادة النشطة المنتقلة (بروتين +DNA) المسئولة عن التحول البكتيري **بإنزيم** دي اكسي ريبونيوكليز الذى يعمل على تحليل جزئ DNA تحليلا كاملا ولا يؤثر على RNA أو البروتين.تم نقل هذه المادة الى سلالة البكتيريا (R)غير المميتة. **المشاهدة:** لم تتحول سلالة البكتيريا (R) غير المميتة الى السلالة الاخرى (S) المميتة. **التفسير:** عملية التحول البكتيري تتوقف نتيجة غياب الـDNA التي تحللت. **الاستنتاج:** DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين.

موقع أزهريون التعليمي

ثانيا: لاقمات البكتيريا (البكتيريوفاج)

التركيب: البكتيريوفاج فيروس يتركب من: * مادة وراثية (DNA). * غلاف بروتيني. * الذيل.

أهمية الذيل: وسيلة اتصال الفيروس بالخلية البكتيرية التي يهاجمها.

تكاثر (تضاعف) البكتيريوفاج: يهاجم الفاج الخلية البكتيرية فيتصل بها عن طريق الذيل.بعد (٤) دقائق تنفذ المادة الوراثية للفيروس إلى داخل الخلية البكتيرية وتتضاعف اعدادها بعد (١٥) دقيقة. ثم تقوم ريبوسومات الخلية البكتيرية بتصنيع الاغلفة البروتينية للفيروس بعد (٢٠) دقيقة. بعد (٢٨) دقيقة تتكون فاجات كاملة داخل الخلية البكتيرية. ثم بعد (٣٢) دقيقة تنفجر الخلية البكتيرية ويخرج منها حوالي فيروس جديد مكتمل التكوين.

يتضح من تكاثر البكتريوفاج أن مادة ما (أو مجموعة مواد) انتقلت من الفيروس إلى الخلية البكتيرية تحتوي على المعلومات الوراثية (الجينات) للفيروس.

تجربة العالمان هرشي وتشيس: أستغل العالمان هيرشي وتشيس لإجراء تجاربهما حقائق علمية وهي أن :

- الفوسفور يدخل في تركيب DNA . الكبريت يدخل في تركيب البروتين الكبريت ولا يدخل في تركيبه الفوسفور.

خطوات التجربة: قاما بترقيم الـ DNA الفيروسي بالفوسفور المشع وترقيم البروتين الفيروسي بالكبريت المشع وسمح له بمهاجمة الخلية البكتيرية.**ثم** قاما بالكشف عن الفوسفور المشع والكبريت المشع داخل وخارج الخلية البكتيرية.

المشاهدة: كل الفوسفور المشع تقريبا انتقل إلى داخل الخلية البكتيرية. وهذا دليل علي وصول كل DNA الفيروسي تقريبا. **بينما** الكبريت المشع لم ينتقل إلي داخل الخلية البكتيرية وهذا دليل علي عدم وصول البروتين الفيروسي.

الاستنتاج: الـ DNA الفيروسي يدخل الخلية البكتيرية ويدفعها الى تكوين فيروسات جديدة.

الأن ثبت بالدليل القاطع: على الأقل أن المادة الوراثية في الفيروسات وفي سلالة البكتيريا المميتة المسببة للالتهاب الرئوي هو الـDNA.وأن هذه الاستنتاجات قصرت على الكائنات الحية التي أجريت عليها هذه التجارب.

والسؤال الذي يطرح نفسه الآن هل كل الجينات عبارة عن الـDNA؟

لا : لأن هناك بعض الفيروسات ثبت أن مادتها الوراثية RNA مثل فيروس **الايدز** وفيروس **الإنفلونزا** وفيروس **شلل الأطفال** وفيروس **كورونا**. إلا أن هذه الفيروسات تشذ عن القاعدة حيث انها جزء صغير من صور الحياة.

ثالثا: كمية الـ DNA في الخلايا:

في حقيقيات النواة تعتبر كمية DNA دليل مادي علي أن DNA هو المادة الوراثية. حيث وجد بالقياس أن: **كمية DNA** في أنواع مختلفة من الخلايا الجسدية لكائن حي معين **متساوية** بينما كمية البروتين في نفس الخلايا غير متساوية.كمية DNA في **الخلايا الجنسية** تعادل **نصف** كميةDNA في الخلايا الجسدية لنفس الكائن الحي.وحيث أن الفرد ناتج عن اتحاد المشيج المذكر مع المشيج المؤنث لذا يجب ان تحمل الأمشاج نصف المادة الوراثية الموجودة في الخلايا الجسدية وإلا فإن المادة الوراثية سوف تضاعف خلال الاجيال المتلاحقة ولا ينطبق ذلك على البروتين. البروتينات يتم هدمها وإعادة بنائها باستمرار داخل الخلايا، بينما الـ DNA يكون ثابت بشكل واضح في الخلية.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الدرس الثاني: تركيب الحمض النووي DNA

يتركب الجزيء الواحد من DNA من مجموعة من عدد من الوحدات التركيبية تسمي **النيوكليوتيدات**.

تركيب النيوكليوتيدة: **سكر خماسي الكربون:** يسمي دي أوكسي ريبوز ($C_5H_{10}O_4$)، **مجموعة فوسفات (PO_4):** مرتبطة برابطة تساهمية معذرة الكربون رقم (5) في السكر الخماسي. **قاعدة نيتروجينية:** مرتبطة برابطة تساهمية بذرة الكربون رقم (١) في السكر الخماسي.

موقع أزهريون التعليمي

أنواع القواعد النيتروجينية: قد تكون أحدى مشتقات:

١- **البيريميدينات:** وهي قواعد نيتروجينية ذات الحلقة الواحدة. **وتشمل:** الثيامين (T) و السيتوزين (C).

٢- **البيورينات:** وهي قواعد نيتروجينية ذات حلقتين. **وتشمل:** الأدنين (A) و الجوانين (G).

- ترتبط النيوكليوتيدات ببعضها في اللولب المزدوج DNA كالتالي:

- مجموعة الفوسفات (PO_4) المتصلة بذرة الكربون رقم (5) في أحد النيوكليوتيدات ترتبط بذرة الكربون رقم (3) في سكر النيوكليوتيدة التالية برابطة تساهمية، الشريط الذي يتبادل فيه السكر والفوسفات يطلق عليه هيكل سكر فوسفات، هيكل سكر الفوسفات يكون غير متماثل لأن به مجموعة فوسفات حرة طليقة مرتبطة بذرة الكربون رقم (5) في السكر الخماسي عند أحدى نهايتيه، ومجموعة هيدروكسيل (OH) حرة مرتبطة بذرة الكربون رقم (3) في السكر الخماسي عند نهاية الهيكل الاخرى، قواعد البيورين والبيريمدين تظهر على جانب واحد من هيكل سكر فوسفات.

دراسات فرانكلين: جاء الدليل المباشر علي الشكل الفراغي لجزئي DNA من الدراسات التي قامت بها فرانكلين.

حيث: استخدمت تقنية حيود اشعة(X) في الحصول على صور لبلورات من DNA عالي النقاوة.

الخطوات: قامت بإمرار اشعة (X) خلال بلورات من جزيئات DNA ذو تركيب منتظم.

المشاهدة: نشأ عنه تشتت الأشعة وظهور طراز من توزيع نقطي أعطى تحليلها معلومات عن شكل جزئ DNA.

نتائج الدراسات التي قامت بها فرانكلين:

١- جزئDNA ملتف على شكل حلزون (لولب) بحيث تكون القواعد النيتروجينية متعامدة على طول الخيط.

٢- هيكل سكر الفوسفات يوجد في الجهة الخارجية من اللولب والقواعد النيتروجينية توجد جهة الداخل.

٣- قطر اللولب دل على أنه مكون من أكثر من شريط من DNA .

نموذج واطسون وكريك لتركيب الـDNA

١- **يتركب DNA من شريطان يرتبطان كالسلم:** بحيث: يمثل هيكلا السكر والفوسفات جانبي السلم، بينما تمثل القواعد النيتروجينية درجات السلم.

٢- **يتكون الدرج من أحدى الحالتين التاليين:** ارتباط الأدنين(A) مع الثيامين (T)برابطتين هيدروجينيتين(A = T). وارتباط السيتوزين (C) مع الجوانين (G) بثلاث روابط هيدروجينية (G≡C).

٣- **عرض درجات السلم على امتداد الجزيء يكون متساويا:** ويكون شريطا DNA على نفس المسافة من بعضها البعض، لأن كل درج (زوج) من القواعد النيتروجينية يتكون من قاعدة ذات حلقة واحدة (بيريميدينات) وأخرى ذات حلقتين (بيورين).

٤- **شريطا DNA يكون احدهما معاكس للأخر:** حيث يكون أحد الشريطين اتجاهه ($3' \longleftarrow 5'$) بينما الشريط المقابل يكون اتجاهه ($5' \longleftarrow 3'$) بمعنى أن مجموعة الفوسفات الطرفية المتصلة بذرة الكربون رقم (5) في السكر الخماسي في شريطى DNA تكون عند الطرفين المعاكسين، وذلك حتى تتكون الروابط الهيدروجينية بين زوجي القواعد النيتروجينية بشكل سليم.

٥- **يلتف (يجدل) سلم DNA ككل إلى لفات:** بحيث تتكون كل لفة من (١٠) نيوكليوتيدات على الشريط الواحد ليتكون لولب أو حلزون من DNA ويسمى باللولب المزدوج.

موقع أزهريون التعليمي

مستر / عاطف الهلالي
01226473375

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تضاعف الـ DNA

التعريف: تكوين نسخة كاملة من المعلومات الوراثية. **أين يحدث:** في أوليات النواة في السيتوبلازم. بينما في حقيقيات النواة داخل النواة. **التوقيت:** قبل ان تبدأ الخلية في الانقسام تتضاعف كمية DNA .**الهدف منه :** حتى تستقبل كل خلية نسخة طبق الاصل من المعلومات الوراثية الخاصة بالخلية الام.

- أشار واطسون وكريك على وسيلة يمكن بها مضاعفة المعلومات الوراثية (DNA) بدقة حيث أن الشريطين يحتويان على قواعد نيتروجينية متكاملة لذا فإن تتابع النيوكليوتيدات في كل شريط يوفر المعلومات اللازمة لإنتاج الشريط المقابل.(أي أن كل شريط DNA قديم يعمل كقالب لبناء شريط DNA جديد يتكامل معه).

فمثلا : اذا كان تتابع القواعد في جزء من شريط DNA هو 5...ATGATCTCGTAA ... 3

فإن القطعة التي تتكامل قواعدها النيتروجينية معها هي 3...TACTAGCAGCTT ... 5

وبالتالي اذا تم فصل اللولب المزدوج DNA عن بعضهما البعض، فإن أيا منهما يمكن أن يعمل كقالب لإنتاج شريط يتكامل معه.

الإنزيمات وتضاعف DNA: يتطلب تضاعف DNA تكامل نشاط عدد من الإنزيمات والبروتينات في الخلية وهذا يتم وفقا للخطوات التالية:

موقع أزهريون التعليمي

١- يتم فك التفاف اللولب المزدوج.

٢- تتحرك **انزيمات اللولب** على امتداد اللولب المزدوج فاصلة شريطي DNA عن بعضهما عن طريق كسر الروابط الهيدروجينية الموجودة بين القواعد المتزاوجة في كلا الشريطين. يبتعد الشريطين عن بعضهما فيتكون ما يعرف **بشوكة التضاعف** وذلك لتتمكن القواعد النيتروجينية من تكوين روابط هيدروجينية مع نيوكليوتيدات جديدة.

٣- تقوم **إنزيمات البرايميز** بعمل تتابعات قصيرة من نيوكليوتيدات RNA يعرف كل تتابع منها باسم **البادئ** حيث ترتبط بالشريط القالب.

في حالة الشريط الأصلي القالب (3 اتجاه 5): تقوم انزيمات البلمرة ببناء أشرطة DNA جديدة بإضافة نيوكليوتيدات جديدة تباعا الواحدة تلوى الاخرى إلي تتابعات RNA (البوادئ) وذلك من بداية (5') الى نهاية الشريط (3') لشريط DNA وذلك بعد حدوث تزاوج للقواعد النيتروجينية على الشريطان الجديد والقديم.ويسمي الشريط الجديد بالشريد القائد (المتقدم).

في حالة الشريط الأصلي المعاكس (5 اتجاه 3): تقوم انزيمات البلمرة ببناء قطع صغيرة في اتجاه 5 اتجاه 3 تسمي قطع **أوكازاكي** ثم ترتبط هذه القطع الصغيرة مع بعضها بواسطة **انزيم الربط** ليتكون **الشريط المتأخر** وذلك لأن إنزيم البلمرة لا يعمل في اتجاه (3 اتجاه 5). بعد ان يتم نسخ الشريطين الجديدين يتم ازالة هذه البواديء بواسطة نوع من انزيم البلمرة يسني **البوليميريز** واضافة نيوكليوتيدات DNA بدلا منها.

تضاعف DNA في أوليات النواة: يتضاعف عند نقطة واحدة وهي نقطة اتصاله بالغشاء البلازمي.

تضاعف DNA في حقيقيات النواة: يبدا تضاعف جزئ DNA من عند أي نقطة على امتداده (مئات أو الألف النقاط علي امتداد الجزيء).

إصلاح عيوب DNA: كل المركبات العضوية الموجودة بالخلية كالنشا والبروتين والأحماض النووية معرضة للتلف بسبب حرارة الجسم والبيئة المائية داخل الخلية.

البوليمرات: مركبات عضوية طويلة مكونة من وحدات بنائية متكررة.

- يعتبر DNA من المركبات البيولوجية الكبيرة (بوليمرات) المعرضة للتلف حيث تفقد الخلية البشرية يوميا حوالي (٥٠٠٠) قاعدة بيورينية (أدنين A و جوانين G) من DNA الموجود بها.

أسباب تلف DNA: **حرارة الجسم** تعمل على كسر الروابط التساهمية التي تربط السكريات الخماسية. **البيئة المائية** داخل الخلية. **المركبات الكيميائية. الإشعاع.**

موقع أزهريون التعليمي

مستر / عاطف الهلالي
01226473375

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تأثير تلف DNA: تغيير في المعلومات الوراثية بها مما يؤدي الى حدوث تغييرات خطيرة في بروتينات الخلية.

- لا يستمر من هذه التغيرات سوا الا تغيران أو ثلاثة سنويا يكون لها صفة الدوام وذلك لأن الغالبية العظمى من التغيرات تُزال بكفاءة عالية نتيجة نشاط مجموعة من الانزيمات (حوالي ٢٠ إنزيم) تعمل في تناغم على اصلاح عيوب DNA وهي انزيمات الربط.

ميكانيكية إصلاح عيوب DNA: تقوم إنزيمات الربط بالتعرف على المنطقة التالفة من جزئ DNA ثم تقوم بإصلاحها وذلك باستبدال النيوكليوتيدة التالفة بنيوكليوتيدة جديدة تتزاوج مع تلك الموجودة على الشريط المقابل للجزء التالف فيظل تركيب DNA ثابت عند انتقاله خلال الاجيال التالية.

شرط إصلاح عيوب DNA: يعتمد إصلاح عيوب DNA على وجود نسختين من المعلومات الوراثية واحدة على كل من شريطي اللولب المزدوج. حيث أنه لابد من وجود شريط من الشريطين دون تلف لتستطيع إنزيمات الربط استخدامه كقالب لإصلاح التلف الموجود على الشريط المقابل .وبالتالى كل تلف يمكن إصلاحه إلا إذا حدث هذا التلف في الشريطين في نفس الموقع ونفس الوقت.

مما سبق تستنتج أن:- إنزيمات الربط تلعب دورا هاما في الثبات الوراثي للكائنات الحية.

- اللولب المزدوج لـ DNA يعتبر حيويا للثبات الوراثي للكائنات الحية التي يوجد بها.

هناك حالات لا يمكن فيها اصلاح عيوب DNA وهى:

- اذا حدث التلف في اللولب المزدوج في نفس الموقع ونفس الوقت.
- الفيروسات التي مادتها الوراثة في صورة شريط مفرد من RNA

ولذلك المادة الوراثية في بعض الفيروسات مثل فيروس الإيدز والإنفلونزا وشلل الأطفال وفيروس كورونا توجد على صورة شريط مفرد من RNA لذلك يظهر بها معدل مرتفع من التغيرات الوراثية (الطفرات) ينشأ عن تلف في شريط RNA مما يزيد معدل الطفرات بهذه الفيروسات.

DNA في اوليات وحقيقيات النواة

أولا: DNA في أوليات النواة:

أوليات النواة: هي كائنات حية لا تُحاط المادة الوراثية فيها بغشاء نووي ولكن توجد حرة في سيتوبلازم الخلية.

مثل: البكتيريا.

خصائص الـ DNA في أوليات النواة (بكتيريا إيشيريشيا كولاي)

- **الشكل:** لولب مزدوج تلتحم نهايتاه معا. **طويل** يصل طول DNA لو أمكن فرده (فك تكدسه) إلى حوالي (١,٤) مم.
- **يلتف** حول نفسه عدة مرات ليحتل منطقة نووية مساحتها (٠,١) من حجم الخلية.
- **يتصل** DNA بالغشاء البلازمي للخلية في نقطة واحدة يبدأ عندها تضاعف DNA.

البلازميد: جزيئات صغيرة دائرية من DNA لا تتعقد بوجود بروتين معها.

أماكن التواجد: في أوليات النواة: مثل الخلايا البكتيرية. **في حقيقيات النواة:** في فطر الخميرة في السيتوبلازم.

- **بعض عضيات خلايا حقيقيات النواة:** مثل الميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء تحتوي علي DNA دائري.

أهمية البلازميدات : تستخدم على نطاق واسع في مجال الهندسة الوراثية حيث تتضاعف خلال تضاعف DNA الرئيسي ويستغل العلماء هذا التضاعف بإدخال بلازميدات صناعية إلى داخل الخلايا البكتيرية وذلك بهدف الحصول على نسخ كثيرة من البلازميدات.

جميع الحقوق محفوظة موقع أزهريون التعليمي

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثانيا: DNA في حقيقيات النواة

حقيقيات النواة: كائنات حية تحاط مادتها الوراثية فيها بغشاء نووي يفصلها عن السيتوبلازم وينتظم DNA بها في صورة صبغيات.

تركيب الصبغيات: يتركب كل صبغي في حقيقيات النواة من جزئ واحد DNA يمتد من أحد طرفيه الى الطرف الآخر.

- يلتف جزئ DNA ويلتوي على نفسه عدة مرات ويرتبط بالعديد من البروتينات مكونا **الكروماتين**.

الكروماتين: جزئ واحد من DNAمُلتف ويطوى عدة مرات مرتبطا بالعديد من البروتينات.

أنواع البروتينات التي تدخل في تكوين الصبغيات

١- **البروتينات الهستونية:** هي مجموعة محددة من البروتينات التركيبية الصغيرة.توجد بكميات ضخمة في كروماتين الخلية. تحتوى على قدر كبير من الحمضين الأمينيين القاعديين **الأرجنين والليسين**.

- ترتبط البروتينات الهستونية بقوة مع مجموعة الفوسفات **السالبة** الموجودة بجزيء DNA. لأن مجموعة الألكيل (R) الجانبية للحمضين الأمينيين الموجودة بالبروتينات الهستونية تحمل شحنة موجبة.

وظيفتها : مسئولة عن تقصير DNA في الصبغيات بمقدار (١٠) عن طريق تكوين حلقات من النيوكلوسومات.

٢- **البروتينات الغير هستونية:** هي مجموعة غير متجانسة من البروتينات التركيبية و التنظيمية توجد في تركيب كروماتين الخلية.

الوظيفة: تؤدي وظائف متعددة مختلفة داخل الخلية لأنها تشتمل على:

بروتينات تركيبية: تدخل في بناء تراكيب محددة في DNA وتنظيم التركيب الفراغي له داخل الخلية.

بروتينات تنظيمية: تحدد ما اذا كانت شفرة DNA ستُستخدم في بناء RNA والبروتينات والانزيمات أم لا.

تكثف (تكدس) DNA داخل النواة:

لو تصورنا أنه يمكن فك اللولب المزدوج لجزيء DNA في كل صبغي في الإنسان لوصل طولها الى (٢) متر. تقوم البروتينات الصبغية بضم هذه الجزيئات الطويلة لتقع في حيز نواة الخلية والتي قطرها يتراوح بين (٣:٢ ميكرون).

خطوات تكثف الصبغيات:

١- يلتف جزئDNA حول البروتينات الهستونية مكونا حلقات من **النيكلوسومات** مما يؤدي الى تقصير DNA ١٠ مرات تلتف النيوكلوسومات علي شكل لفات لتكون **نيوكلوسومات ملتفة**. تنضغط النيوكليوسومات الملتفة بشدة على شكل حلقات كبيرة يتم تثبيتها بواسطة البروتينات **التركيبية الغير هستونية** مكونة **الكروماتين المكثف** (الملتف والمكدس). ينضغط أو يلتف الكروماتين المكدس أو المكثف والذي يشكل الكروموسوم (الصبغي).

ملحوظة: عندما يكون جزئDNA مكثف في صورة كروماتين لا تصله الأنزيمات الخاصة بتضاعفه ويتعين فك الالتفاف على الأقل الى مستوي شريط من النيوكلوسومات قبل ان يعمل DNA كقالب لبناء DNA او RNA .

النيوكلوسومات: حلقات في الصبغي تتكون من التفاف جزئDNA حول مجموعة من البروتينات الهستونية وذلك لتقصير طول جزئ DNA عشر مرات.

المحتوى الجيني: كل الجينات وبالتالي كل DNA الموجود في الخلية.

أهمية المحتوى الجيني:(المحتوى الجيني الذى يمثل شفرة) يحتوى على جينات تحمل التعليمات اللازمة لبناء :

١- تتابعات من النيوكليوتيدات مسئولة عن بناء المركبات البروتينية.

٢- تتابعات من النيوكليوتيدات يُنسخ منها جزيئات rRNA الريبوسومي الداخل في (بناء الريبوسومات).

٣- تتابعات من النيوكليوتيدات يُنسخ منها جزيئات tRNA الناقل (الحامل للأحماض الامينية خلال بناء البروتين).

المحتوى الجيني في اوليات النواة: تمثل الجينات المسئولة عن بناء RNA والبروتينات معظم المحتوى الجيني.

المحتوى الجيني في حقيقيات النواة: نسبة ضئيلة جدا من الجينات (DNA) مسئول عن بناء RNA والبروتينات وباقي الجينات غير معلومة الوظيفة.

موقع أزهريون التعليمي

مستر / عاطف الهلالي
01226473375

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الـ DNA المتكرر: توجد معظم جينات المحتوى الجيني في الخلية بنسخة واحدة عادة إلا أن بعض التتابعات يوجد منها نسخ متكررة. مثل: الجينات الخاصة ببناء r RNA الريبوسومي والهستونات التي تحتاجها الخلية بكميات كبيرة حيث أن وجود العديد من هذه النسخ يعمل على سرعة أنتاج الخلية للريبوسومات والهستونات لذلك يوجد منها مئات النسخ في كل خلايا حقيقيات النواة. (DNA متكرر يمثل شفرة)

أجزاء أخرى من DNA ليس بها شفرات:

- الحبيبات الطرفية الموجودة عند أطراف بعض الكروموسومات. كمية كبيرة من DNA من المحتوى الجيني في حقيقيات النواة. حيث لاحظ العلماء أن: كمية DNA في المحتوى الجيني ليس لها علاقة بمقدار تعقد الكائن الحي أو عدد البروتينات التي يكونها. فمثلا: حيوان السلمندر يوجد به أكبر محتوى جيني داخل خلاياه حيث يحتوى على كمية من DNA تعادل (٣٠) مرة قدر الكمية الموجودة في الخلايا البشرية ومع ذلك تنتج خلاياه كمية أقل من البروتين وهذا يرجع لوجود كمية كبيرة من DNA بلا شفرة.

وظيفة بعض DNA الذى لا يمثل شفرة

يعتقد أنه يعمل على احتفاظ الصبغيات بتركيبها. تمثل إشارات للمناطق التي يجب أن يبدأ عندها بناءmRNA الرسول وتعتبر هذه المناطق هامة لبناء البروتينات وتعرف هذه المناطق باسم المحفز والموجود في بداية كل جين.

رابعا: الطفرات

هي تغير مفاجئ في طبيعة العوامل الوراثية المتحكمة في صفات معينة مما يترتب عليه تغير صفات الكائن الحي.

تصنيف الطفرات:

١- تبعا لتوارثها: أ - حقيقية: تتوارث على مدى الأجيال المتتالية. ب - غير حقيقيه: لا تورث للأجيال المتتالية.

٢- تبعا لأهميتها:

أ - مرغوب فيها: طفرات نادرة الحدوث مثل : سلالة اغنام (انكن).

ب - غير مرغوب فيها: تمثل أغلب الطفرات. مثل: التشوهات الخلقية والعقم في النبات.

٣- تبعا لنوع الطفرة:

أ- الطفرات الجينية: تحدث نتيجة التغير الكيميائي في تركيب الجين (تغيير ترتيب القواعد النيتروجينية في جزئ DNA) مما يؤدي إلى تكوين بروتين مختلف يعمل على ظهور صفة جديدة. قد يصاحب التغير في التركيب الكيميائي للجين تحوله من جين سائد الى متنحي. وقد يحدث العكس ولكن في حالات نادرة.

ب - الطفرات الصبغية: طفرة تحدث نتيجة تغيير أعداد الصبغيات أو تغيير تركيب الصبغيات.

أ - نتيجة التغير في عدد الصبغيات: نتيجة زيادة أو نقص صبغي أو أكثر في الأمشاج بعد الانقسام الميوزى.

١- الزيادة في عدد الصبغيات بمقدار صبغي واحد : مثل: حالة كلاينفلتر (44+XXY) (٤٧) كرموسوم.

٢- النقص في عدد الصبغيات بمقدار صبغي واحد: مثل: حالة تيرنر (44+X) .(٤٥) كروموسوم بنقص كرموسوم.

٣- تضاعف عدد الصبغيات: (التضاعف الصبغي).

اسباب حدوثه: عدم انفصال الكروماتيدات بعد انقسام السنترومير. عدم تكون الغشاء الفاصل بين الخليتين البنويتين.

شيوعه: في عالم النبات: يكون أكثر شيوعا. ينتج عنه افراد ذات صفات جديدة. وذلك لأن كل جين يكون ممثلا بعدد كبير فيكون تأثيره أكثر وضوحا في النبات فيكون النبات أكثر طولا وتكون اعضاؤه أكبر حجما وبخاصة في الازهار والثمار. في عالم الحيوان: يكون التضاعف الصبغي نادر لأن تحديد الجنس في الحيوانات يتطلب وجود توازن دقيق بين عدد كل من الصبغيات الجسمية والجنسية التضاعف الثلاثي في الإنسان مميت ويسبب إجهاض للأجنة.

ب - نتيجة التغير في تركيب الصبغيات: نتيجة تغيير ترتيب الجينات على نفس الصبغي بسبب:

١- انفصال قطعة من الصبغي خلال الانقسام والتفافها حول نفسها بمقدار (١٨٠°) والتحامها في الوضع المقلوب على نفس الصبغي. - زيادة او نقص جزء صغير من الصبغي. - تبادل أجزاء من صبغيات غير متماثلة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٤- تبعا لمكان حدوث الطفرة: الطفرات المشيجية: تحدث غالبا في الخلايا التناسلية (الأمشاج)٠تظهر صفات جديدة على الجنين الناتج٠(حقيقية)٠ تتم في الكائنات الحية التي تتكاثر تزاوجيا٠
- الطفرات الجسمية: تحدث في الخلايا الجسمية (الجسدية)٠تظهر كأعراض مفاجئة على العضو التي تحدث بخلاياه٠ غالبا لا تورث إلا في النباتات التي تتكاثر خضريا٠معظمها طفرات غير حقيقية٠
٥- تبعا لمنشأ الطفرة:
طفرات تلقائية: تحدث دون تدخل الانسان. سبب حدوثها: (الاشعة فوق البنفسجية٠الأشعة الكونية٠المركبات الكيميائية)٠ أهميتها: تلعب دورا هاما في تطور الاحياء٠
- طفرة مستحدثة: تحدث نتيجة تدخل الإنسان يستخدم الإنسان لعمل الطفرات المستحدثة أما:
عوامل طبيعية : مثل أشعة(X) أو جاما أو الأشعة فوق البنفسجية٠ عوامل كيميائية :مثل غاز الخردل أو حمض النيتروز أو مادة الكولشيسين٠ عند معالجة النباتات بهذه المواد تضمر خلايا القمم النامية وتموت ليتجدد تحتها أنسجة جديدة تحتوى خلاياها على عدد مضاعف من الصبغيات٠
أمثلة : استحداث طفرات أدت الى تكوين أشجار فواكه ذات ثمار كبيرة حلوة المذاق خالية من البذور٠
- استحداث طفرات لكائنات دقيقة مثل فطر البنسيليوم لها القدرة على إنتاج كميات كبيرة من المضادات الحيوية (مثل البنسلين)٠

الفصل الثانى: الأحماض النووية وتخليق البروتين

أنواع البروتينات: أجسام الكائنات الحية يدخل في تركيبها آلاف الأنواع من البروتينات تقسم الى نوعين هما:

البروتينات التركيبية: هي البروتينات التي تدخل في تراكيب محددة بالكائن الحي٠

أمثلة: - الأكتين و الميوسين: اللذان يدخلان في أعضاء الحركة.- الكولاجين: الذى يدخل في تركيب الأنسجة الضامة (كالأربطة والاوتار).الكيراتين: الذى يكون الأغطية الواقية (كالجلد والشعر والحوافر والقرون والريش...)٠

البروتينات التنظيمية: هي البروتينات التي تنظم العديد من العمليات والأنشطة الحيوية في الكائن الحي.

أمثلة: الإنزيمات: التي تنشط التفاعلات الكيميائية في الكائنات الحية. الأجسام المضادة :التي تكسب الجسم المناعة ضد الأجسام الغريبة٠ الهرمونات: التي تمكن الجسم من الاستجابة للتغيرات المستمرة في البيئة الداخلية والخارجية.

الخطة العامة لبناء البروتين: يوجد خطة مشتركة لبناء آلاف الأنواع من البروتينات الموجودة في الأنظمة الحيوية٠
- يدخل في تركيب البروتينات (٢٠) نوع من الأحماض الأمينية. ترتبط مع بعضها بروابط ببتيدية في وجود إنزيمات خاصة خلال تفاعل نازع للماء لتكوين بوليمر عديد الببتيد الذى يكون البروتين٠

الفروق بين البروتينات المختلفة: - اختلاف أعداد وأنوع وترتيب الأحماض الأمينية في البوليمر(عديد الببتيد).
- عدد البوليمرات التي تدخل في بناء البروتين. الروابط الهيدروجينية الضعيفة تعطي الجزيء شكله المميز.

الحمض الأميني: هو الوحدة البنائية الأساسية للبروتين٠

تركيب الحمض الاميني : يتركب الحمض الأميني من: - ذرة الكربون الأولى في الحمض الأميني ترتبط بالاتي:
- مجموعة الكربوكسيل الحامضية (COOH) . مجموعة الأمين القاعدية (NH_2)٠ ذرة هيدروجين (H) ٠
- مجموعة الكيل (R) تختلف باختلاف الحمض الأميني٠توجد في (١٩) حمض أميني٠

الجلايسين هو الحمض الاميني الوحيد الذي يحتوي على ذرة هيدروجين بدلا من مجموعة الألكيل (NH_2).

جميع الحقوق محفوظة موقع أزهريون التعليمي

مستر / عاطف الهلالي
01226473375

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الأحماض النووية الريبوزية (RNAS)

موقع أزهريون التعليمي

أولا: الحمض النووي الريبوزي الرسول m RNA :

نسخ m RNA الرسول: ينسخ m RNA من أحد شريطى DNA بارتباط انزيم بلمرة m RNA **بالمحفز:** هو تتابع على أحد شريطي DNA يوجه إنزيم بلمرة m RNA إلى الشريط الذى سينسخ منه m RNA ٠ ينفصل شريطا DNA عن بعضهما يعمل أحدهما كقالب لبناء شريط متكامل من m RNA ويكون القالب في الاتجاه (3 ⟵ 5) فيقوم نزيم اليله ببناء m RNA في الاتجاه (3 ⟵ 5) ٠يتحرك الإنزيم على امتداد جزئDNA حيث يتم ربط الريبونيوكليوتيدات المتكاملة إلى شريط m RNA النامي الواحدة تلو الآخر.

وجه الاختلاف بين عملية نسخ وترجمة m RNA في اوليات النواة عنها في حقيقيات النواة

نسخ وترجمة m RNA في أوليات النواة: يوجد انزيم بلمرة واحد لنسخ انواع RNA الثلاثة٠يتم ترجمة m RNA إلى البروتين في السيتوبلازم بمجرد تكوينه من DNA حيث ترتبط الريبوسومات ببداية mRNA وتبدأ في ترجمته الى بروتين بينما يكون الطرف الأخر لجزيء mRNA مازال في مرحلة البناء على DNA القالب.

نسخ وترجمة m RNA في حقيقيات النواة: يوجد لكل نوع من RNA إنزيم بلمرة خاص به. بنسخ داخل النواة وتتم الترجمة في سيتوبلازم الخلية من خلال ثقوب الغشاء النووي.

تركيب جزئ m RNA: يوجد عند بداية كل جزئ من mRNA موقع الارتباط بالريبوسوم وهو تتابع للنيوكليوتيدات يرتبط بالريبوسوم بحيث يصبح أول كودون للبدء AUG متجها الى أعلى وهو الوضع الصحيح للترجمة.

- يوجد في نهاية جزئ mRNA. كودون الوقف وهو أحد ثلاثة كودونات (UAG - UGA- UAA).

* ذيل عديد الادنين يتكون من حوالي (٢٠٠) قاعدة أدينوزين. والذى يعمل على حماية mRNA من التحلل بواسطة الانزيمات الموجودة في السيتوبلازم.

ثانيا: الحمض النووي الريبوسومي rRNA:

تركيب الريبوسوم الكيميائي: أربعة أنواع من r RNA + (٧٠) نوع من عديد الببتيد٠

الوظيفة: يدخل في بناء الريبوسومات٠يتم بناء الريبوسومات في حقيقيات النواة فى النوية (جزء يوجد داخل النواة)٠ الريبوسومات تنتقل من السيتوبلازم إلى النواة عبر الثقوب النووية٠ **يتم بناء الألف الريبوسومات في الساعة** في خلايا حقيقيات النواة حيث أن DNA في حقيقيات النواة يحتوي على أكثر من (٦٠٠) نسخة من جينات rRNA المشترك في بناء الريبوسومات التي تحتاج اليها الخلية بكثرة. يتم نسخ r RNA في النوية.

تركيب الريبوسوم الوظيفي : يتكون من تحت وحدتين هما **تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة:** وتحتوي على موقعان هامين هما: (موقع الببتيديل (P)٠و موقع الأمينو أسيل (A)٠ **وتحت وحدة الريبوسوم الصغيرة :**

ثالثا: الحمض النووي الناقل tRNA:

يقوم بنقل الأحماض الأمينية إلى الريبوسومات أثناء تكوين البروتين٠ لكل حمض أميني نوع خاص من tRNA يقوم بالتعرف عليه وينقله. الأحماض الأمينية التي لها أكثر من شفرة يكون لها أكثر من نوع من tRNA لذا يكون عدد انواع tRNA أكثر من عشرون حمض أميني.

نسخ tRNA: يُنسخ من جيناتtRNA الموجودة على شكل تجمعات من (٨:٧) جينات على نفس الجزء من جزئ DNA

شكل جزئ tRNA : لكل جزيئات tRNA نفس الشكل العام حيث تلتف أجزاء من الجزئي تلتف لتكون حلقات تحتفظ بشكلها بازدواج القواعد في مناطق مختلفة من الجزئ٠

مواقع بناء البروتين على t RNA : يوجد موقعان على جزئ t RNA لهما دور في بناء البروتين وهما:

* موقع الارتباط بالحمض الأميني: ومكون من ثلاثة قواعد(CCA) عند الطرف (3) من الجزئ٠

* موقع مقابل (مضاد) الكودون: الذي عنده تتزاوج قواعده مع كودوناتmRNA المناسبة عند مركب mRNA والريبوسوم حيث يحدث ارتباط مؤقت بين (mRNA و tRNA) فيسمح للحمض الاميني المحمول على tRNA أن يدخل في سلسلة عديد الببتيد في المكان المحدد.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

موقع أزهريون التعليمي

الشفرة الوراثية

الشفرة الوراثية: تتابع النيوكليوتيدات في ثلاثيات على mRNA والتي نسخها من أحد شريطي DNA.

-عدد أنواع الأحماض الأمينية (٢٠) حمض أميني. عدد أنواع النيوكليوتيدات التي تدخل في بناءDNA و RNA (٨).

- ولأن النيوكليوتيدات هي التي تشكل شفرات الأحماض الأمينية لذا يجب أن تشكل على الأقل (٢٠) شفرة مختلفة (تدل على ٢٠ نوعا من الاحماض الأمينية). فإذا اعتبرنا أن :

١- **الشفرة الوراثية أحادية:** ($٤^{١}$) فيكون عدد الشفرات (٤) فتشكل أربعة أحماض أمينية فقط وهذا لا يصلح .

٢- **الشفرة الوراثية ثنائية:** ($٤^{٢}$) فيكون عدد الشفرات (١٦) فتشكل (١٦) حمض أميني فقط وهذا لا يصلح.

٣- **الشفرة الوراثية ثلاثية:** ($٤^{٣}$) فيكون عدد الشفرات (٦٤) لأن عدد النيوكليوتيدات (٤) فتشكل (٦٤) حمض أميني فيصبح لكل حمض أميني أكثر من شفرة (ماعدا الميثونين) وهذا يصلح لأنه أكثر من الحاجة لتكوين كلمة شفرة لكل حمض أميني. اذا أصغر حجم نظري لكلمة شفرة DNA = ٣ نيوكليوتيدات (أي أن الشفرة الوراثية ثلاثية).

الكودون : شفرة وراثية مكونة من ثلاثة نيوكليوتيدات على شريط mRNA.

- يوجد كودون واحد لبدء انتاج البروتين وهو AUG ويمثل شفرة الحمض الأميني ميثونين.

- كودونات وقف انتاج البروتين ثلاثة هي UAA - UAG -UGA وهي تعطي اشارة عند النقطة التي يقف عندها آلية بناء البروتين وتنتهي سلسلة عديد الببتيد. ولا تمثل شفرات لأى حمض أميني.

- **الشفرة الوراثية عالمية أو عامة:** أي أن نفس الكودونات تمثل نفس الشفرات لنفس الأحماض الأمينية في جميع أنواع الكائنات الحية. وهذا دليل على أن جميع الكائنات الحية الموجودة على سطح الارض نشأت من أسلاف مشتركة .

تخليق البروتين

أولا: مرحلة بدء عملية الترجمة: ترتبط وحدة الريبوسوم الصغيرة بجزيء m RNA من جهة الطرف (5) بحيث يكون أول كودون به AUG متجها الى أعلى. تزاوج مضاد الكودون لجزيء t RNA الخاص بالميثونين مع كودون AUG ويصبح حمض الميثونين أول حمض أميني في سلسلة عديد الببتيد التي سوف تُبنى. ترتبط وحدة الريبوسوم الكبيرة بالمركب السابق(وحدة الريبوسوم الصغيرة +mRNA+ tRNA) وفي تلك اللحظة يبدأ تخليق البروتين.

ملاحظات: يوجد على الريبوسوم موقعان موقع الببتيديل (P) وموقع الأمينو أسيل (A) ترتبط بهما جزيئات t RNA

ثانيا : استطالة سلسلة عديد الببتيد: يرتبط مقابل (مضاد) كودونtRNA آخر بالكودون التالي على جزئ mRNA في موقع الأمينو أسيل (A) حاملا الحمض الأميني التالي في سلسلة عديد الببتيد. يحدث تفاعل نقل الببتيد الذي ينتج عنه تكوين رابطة ببتيدية بين الحمض الاميني الأول (الميثونين) والثاني بمساعدة إنزيم منشط للتفاعل (عبارة عن جزء من تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة).يصبح tRNA الأول فارغا ويترك الريبوسوم وقد يلتقط ميثونينا آخر بينما tRNA الآخر يحمل الحمضيين الاميينين. يتحرك الريبوسوم على امتداد mRNA بحيث يصبح الموقع (A) خالي ويصبح الحمض الأميني الثاني أمام الموقع (P) على الريبوسوم. تبدأ الدورة مرة أخرى حيث يرتبط مضاد كودون على tRNA مناسب بكودون mRNA جالبا الحمض الأميني الثالث الى الموضع المناسب على الموقع (A).ترتبط سلسلة عديد الببتيد النامية بالحمض الأميني الجديد القادم على جزئ tRNA الثالث ثم يتكرر التتابع .

تفاعل نقل الببتيديل :تفاعل كيميائي يحدث في الريبوسومات (تحت وحدة الريبوسوم الكبرى) وينتج عنه تكوين رابطة ببتيدية بين حمض وأخر يليه بمساعد إنزيم منشط للتفاعل يوجد بتحت وحدة الريبوسوم الكبيرة .

ثالثا: مرحلة توقف عملية بناء البروتين: تتوقف بناء البروتين عندما يصل الريبوسوم الى أحد كودونات الوقف (UAA-UAG-UGA)على mRNA حيث يرتبط بروتين يسمى عامل الاطلاق بكودون الوقف مما يجعل الريبوسوم يترك mRNA وينفصل تحت وحدتي الريبوسوم عن بعضهما وتنفصل عديد الببتيد. بمجرد بروز الطرف (5) لجزيء mRNA من الريبوسوم حتى يرتبط به تحت وحدة ريبوسوم صغيرة أخرى لتبدأ دوره أخرى في بناء البروتين.

عامل الاطلاق: بروتين مرتبط بكودون الوقف على جزئmRNA مما يجعل الريبوسوم يتركmRNA وتنفصل وحدتي الريبوسوم عن بعضهما البعض ويتحرر سلسلة عديد الببتيد المتكون .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

- عادة ما يتصل بجزيء mRNA عدد من الريبوسومات حيث يترجم كل منها الرسالة بمروره على mRNA فيطلق عليه عديد الريبوسوم حينئذ (البولي ريبوسوم).

عديد الريبوسوم: اتصال جزئ mRNA واحد بعدد من الريبوسومات قد يصل الى المائة ريبوسوم يترجم كل منها الرسالة بمروره على mRNA.

الدرس الثاني: التكنولوجيا الجزيئية:

أهم انجازات التكنولوجيا الجزيئية (الهندسة الوراثية)

١- عزل جين مرغوب فيه وتكوين ملايين النسخ منه داخل خلية بكتيرية أو خلية الخميرة.
٢- تحليل أي جين لمعرفة تتابع النيوكليوتيدات فيه.
٣- إجراء مقارنة بين تركيب جينات نفس الفرد أو جينات أفراد أخرى مختلفة.
٤- معرفة تتابع الأحماض الأمينية في أي بروتين وبالتالي معرفة تتابع النيوكليوتيدات في الجين.
٥- نقل جينات وظيفية من خلايا إلى خلايا أخرى سواء كانت (نباتية او حيوانية).
٦- بناء جزيئات DNA حسب الطلب كما فعل العالم خورانا بإنتاج جين صناعي وإدخاله داخل خليه بكتيرية.
٧- إنتاج شرائط قصيرة من DNA تحتوى على تتابع النيوكليوتيدات الذى نرغب فيه عن طريق برمجة النظم الجينية الموجودة في العديد من المعامل الآن.

موقع أزهريون التعليمي

تقنيات التكنولوجيا الجزيئية

أولا: تهجين الحمض النووى:

- عند رفع درجة حرارة جزئ DNA الى (١٠٠°م) تتكسر الروابط الهيدروجينية التي تربط القواعد المتزاوجة في شريطي اللولب المزدوج ويتكون شريطين مفردين غير ثابتين. عند خفض درجة حرارة جزئ DNA تزاوج الأشرطة المفردة ببعضها لتكوين لولب مزدوج من جديد حيث إنها تميل إلي الوصول لحالة الثبات. أي شريطين مفردين من DNA أو RNA يمكنهما تكوين جزئ مزدوج اذا وجد بهما تتابعات ولو قصيرة من القواعد المتكاملة.
- تتوقف شدة التصاق بين الشريطين على درجة التكامل بين تتابعات القواعد النيتروجينية للشريطين. تقاس شدة الالتصاق بين شريطي النيوكليوتيدات بمقدار الحرارة اللازمة لفصل الشريطين مرة أخرى فكلما زادت درجة الحرارة اللازمة لفصلهما كانت شدة الالتصاق كبيرة بين الشريطين. وهذا معناه أن هناك تكاملاً أكبر بين القواعد النيتروجينية.
- يمكن استخدام قدرة الشريط المفرد لـDNA او RNA على الالتصاق طويلا في أنتاج لولب مزدوج هجين.

كيف يمكن الحصول الـ DNA المهجن: يتم مزج الأحماض النووية من مصدرين مختلفين من الكائنات الحية. يتم رفع درجة الحرارة الى (١٠٠°م) للخليط فتنفصل جزيئات DNA إلى أشرطة مفردة. يتم تبريد الخليط النووي فيحدث تزاوج للقواعد النيتروجينية المتكاملة بين الاشرطة المختلفة فيتكون بعض اللوالب المزدوجة الاصلية بالإضافة الى عدد من اللوالب المزدوجة المهجنة التي يتكون كل منها من شريط من كلا المصدرين.

DNA المهجن: لولب مزدوج مكون من شريطين أحدهما من كائن حي والشريط المتكامل معه من كائن حي اخر.

استخدامات الـDNA المهجن:

١- الكشف عن وجود جين معين وتحديد كميته داخل محتواه الجيني: يتم تحضير شريط مفرد لتتابعات النيوكليوتيدات الذي يتكامل مع أحد اشرطة الجين محل الدراسة وذلك باستخدام نظائر مشعة (حتى يسهل التعرف عليه بعد ذلك). يُخلط هذا الشريط مع العينة الغير معروفة. تُرفع درجة الحرارة إلى (١٠٠°م) ثم يترك الخليط ليبرد بهدف الحصول على DNA المهجن (أحد الشريطين طبيعي والشريط المتكامل معه صناعي مشع). نستدل على وجود الجين وكميته بالسرعة التي تتكون بها اللوالب المزدوجة المشعة.
٢- تحديد العلاقات التطورية بين الانواع المختلفة. كلما تشابه تتابع نيوكليوتيدات DNA بين نوعين من الكائنات الحية. وزادت درجة التهجين بينهما ،كلما كانت العلاقة التطورية بينهما أقرب، مثل : الاستدلال على انتماء الصقور والنسور الى طائفة واحدة.

موقع أزهريون التعليمي

مستر / عاطف الهلالي 01226473375

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثانيا: انزيمات القطع أو القصر البكتيرية:

إنزيمات القصر: إنزيمات بكتيرية تتعرف على مواقع معينة على جزئ DNA الفيروسي الغريب وتهضمه الى قطع عديمة القيمة.

إنزيمات القصر لا تهاجم الـDNA البكتيري: لأن البكتيريا ألتي تحتوى على إنزيمات القصر تكون **إنزيمات معدلة** تقوم بإضافة مجموعة ميثيل(CH_3) إلى النيوكليوتيدات في مواقع جزئ DNA البكتيري التي تتماثل مع مواقع التعرف على الفيروس مما يجعل DNA البكتيري مقاوما لتأثير هذه الانزيمات.

- اتضح أن انزيمات القصر تكون منتشرة في الكائنات الدقيقة حيث تم فصل أثر من (٢٥٠) نوعا من هذه الإنزيمات من سلالات بكتيرية مختلفة.

كيفية عمل انزيمات القصر: يتعرف كل انزيم من إنزيمات القصر على تتابع معين للنيوكليوتيدات بشريطي DNA المكون من (٤:٧ نيوكليوتيدة) يسمى **موقع التعرف.** يقوم الإنزيم بقص جزئ DNA عند أو بالقرب من موقع التعرف بحيث يكون تتابع القواعد النيتروجينية على شريطي DNA عند موقع القطع هو نفسه عندما يقرأ تتابع القواعد على كل شريط في اتجاه (3^-). لكل إنزيم قصر القدرة على قطع جزئ DNA بغض النظر عن مصدره (فيروسي أم نباتي أم بكتيري أم حيواني) مادام هذا الجزء يحتوي على نسخه او أكثر من تتابعات التعرف.

موقع التعرف: تتابع معين من النيوكليوتيدات يتراوح بين (٤:٧) نيوكليوتيدة بشريطي DNA يتعرف عليه إنزيم القصر فيقوم بقص جزئ DNA عنده او قريبا منه ويكون تتابع القواعد النيتروجينية على أحد الشريطين هو نفسه على الشريط الأخر ($3^- \longleftarrow 5^-$).

أهمية إنزيمات القصر: توفر إنزيمات القصر وسيلة لقص DNA إلى قطع معلومة النيوكليوتيدات تاركة أطراف مائلة مفردة الشريط يمكن لقواعدها أن تتزاوج مع قواعد اطراف لاصقة لشريط DNA آخر تم معاملته بنفس انزيمات القصر ثم يتم ربطهما معا إلى شريط واحد بواسطة **انزيم الربط.** وبهذه الطريقة يمكن لصق قطعة معينة من جزئ DNA بقطعة أخرى من جزئ DNA آخر.

ثالثا: استنساخ تتابعات الـDNA

موقع أزهريون التعليمي

كيفية الحصول على قطع من الـDNA المراد نسخها: يتم كالتالي : ب

استخدام الـ MRNA : يتم عزل mRNA من بعض الخلايا التي يكون بها الجين نشطا مثل خلايا البنكرياس المكونة للأنسولين أو الخلايا المولدة لكرات الدم ألحمراء ألتي تكون هيموجلوبين الدم وذلك نتيجة وجود كمية كبيرة من mRNA الذي يحمل الرسالة اللازمة لبناء هذه البروتينات. ثم استخدام mRNA كقالب لبناء شريط DNA الذي يتكامل معه باستخدام **إنزيم النسخ العكسي.** ثم يتم بناء الشريط المتكامل مع شريط DNA المتكون بواسطة انزيم بلمرة DNA فنحصل على لولب مزدوج من DNA يمكن استنساخه. **توجد شفرة إنزيم النسخ العكسي** في الفيروسات التي محتواها الجيني يتكون من RNA حتى تستخدمه في تحويل محتواها الجيني من RNA الى DNA لكي يرتبط مع DNA في خلية العائل وبذلك تضمن تضاعفها.

طرق استنساخ تتابعات DNA

١- استخدام البلازميد او (الفاج): يتم عزل DNA أو الجين المراد استنساخه ومعاملة بإنزيمات قصر تاركة اطراف لاصقة. يتم عزل البلازميد من خلايا بكتيرية ومعاملته بنفس إنزيمات القصر السابقة من أجل التعرف على نفس المواقع وتقوم بالقطع عندها تاركة نفس الأطراف اللاصقة. يتم خلط قطع DNA وقطع البلازميد فتتزاوج النهايات اللاصقة لـDNA مع بعض النهايات اللاصقة للبلازميد ثم يتم ربط الاثنين باستخدام انزيم **الربط.** يتم أضافة البلازميد وعليه DNA إلى مزرعة بكتيرية أو خلايا فطر الخميرة التي سبق معاملتها لزيادة نفاذية DNA حيث تدخل بعض البلازميدات الى داخل الخلايا ومع انقسام الخلية البكتيرية او خلية الخميرة تتضاعف البلازميدات مع تضاعف المحتوى الجيني للخلية. يتم تكسير الخلايا وتحرير البلازميدات ويتم اطلاق قطع DNAأو (الجين) من البلازميدات بمعاملتها بنفس إنزيمات القصر التي سبق استخدامها. يتم عزل قطع DNA أو (الجينات) بالطرد المركزي المفرق

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وبذلك يتم الحصول على كمية كافية من قطعDNA المتماثلة يمكن تحليلها لمعرفة تتابع النيوكليوتيدات بها أو زراعتها في خلايا أخر.

٢- استخدام جهاز PCR: يقوم جهازPCR بمضاعفة قطع DNA آلاف المرات خلال دقائق معدودة باستخدام انزيم تاك بوليمريز الذي يعمل عند درجة حرارة مرتفعة وهذه التقنية هي المستخدمة حاليا.

رابعا: الـ DNA معاد الاتحاد:

DNA معاد الاتحاد: هي عملية إدخال جزء من DNA الخاص بكائن حي إلى خلايا كائن حي آخر .

التطبيقات العملية لتكنولوجيا DNA معاد الاتحاد

اولا : في مجال الطب: أنتاج بروتينات مفيدة على نطاق تجاري مثل :

انتاج هرمون الانسولين البشري (لعلاج مرضى السكر): يتم بزراعة الجين الخاص بالأنسولين البشري مع البلازميد داخل خلايا بكتيرية فتصبح البكتيريا منتجه للأنسولين.

أنتاج الانترفيرونات: يتم بناء الانترفيرونات داخل جسم الإنسان حيث تنطلق من الخلايا المصابة بالفيروس فتعمل على وقاية الخلايا المجاورة لها من مهاجمة الفيروسات نظرا لقدرة هذه المواد على وقف تضاعف الفيروسات. (الفيروسات التي محتواها الـ RNA مثل فيروس شلل الاطفال أو الانفلونزا أو الايدز) . لقد تمكن الباحثون من إنتاج الإنترفيرونات بواسطة البكتريا حيث تم إدخال حوالى (١٥) جينا بشريا للإنترفيرون إلى داخل خلايا بكتيرية فأصبح الإنترفيرون الأن متوفرا ورخيص الثمن نسبيا.

ثانيا: في مجال الزراعة: إدخال جينات مقاومة للمبيدات العشبية ولبعض الأمراض الهامة لنباتات المحاصيل.

- عزل ونقل الجينات الموجودة في النباتات البقولية (التي تمكنها من استضافة البكتيريا القادرة على تثبيت النيتروجين الجوي في جذورها) إلى نباتات محاصيل أخرى لا تستطيع استيعاب هذه البكتيريا، ومن ثم يمكن الاستغناء عن إضافة الأسمدة النيتروجينية عالية التكلفة والتي تسبب تلويث المياه في المناطق الزراعية.

ثالثا: في مجال الابحاث والتجارب العلمية: لقد تمكن الباحثون من:

- زراعة جين لون الياقوت الأحمر للعيون من سلالة من ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) في خلايا مقرر لها أن تكون أعضاء تكاثرية لجنين من سلالة اخرى وعندما نمت الاجنة انتقل إليها الجين الذي أنتج أفراد لها عيون ذات لون الياقوت الاحمر بدلا من اللون البني.
- إدخال جين يحمل شفرة هرمون النمو من فأر من النوع الكبير (أو من إنسان) إلى فئران من النوع الصغير .فنمت هذه الفئران الصغيرة إلى ضعف حجمها الطبيعي وقد انتقلت هذه الصفة الى الأجيال التالية .
- تعديل الجينوم البكتيري لإنتاج الأنتيجينات الخاصة بمسببات الأمراض بهدف تصنيع لقاحات آمنة.

مشروع الجينوم البشري

موقع أزهريون التعليمي

الجينوم البشري: هو المجموع الكلي للجينات الموجودة على كروموسومات الخلية البشرية.

الهدف منه: دراسة تتابع الجينات علي الكروموسومات البشرية ومعرفة تتابع النيوكليوتيدات في كل من هذه الجينات.

نتيجة دراسة الجينوم البشري: توصل العلماء الي أن عدد الجينات في الجينوم البشري يصل فقط الى حوالي ٢٥٠٠٠ جين موجود علي ٢٣ كروموسوم.

استخدامات الجينوم البشري:

١- معرفة الجينات المسببة للأمراض الوراثية الشائعة والنادرة.
٢- معرفة الجينات المسببة لعجز بعض الأعضاء عن أداء وظائف الجسم.
٣- الاستفادة منه في المستقبل في مجال صناعة العقاقير والوصول الى عقاقير بلا آثار جانبية.
٤- دراسة تطور الكائنات الحية من خلال مقارنة الجينوم البشري بغيره من جينات الكائنات الحية الاخرى.

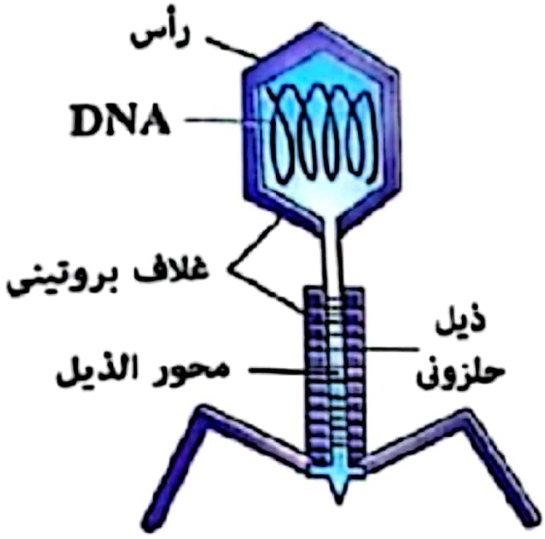
موقع أزهريون التعليمي

مستر / عاطف الهلالي
01226473375

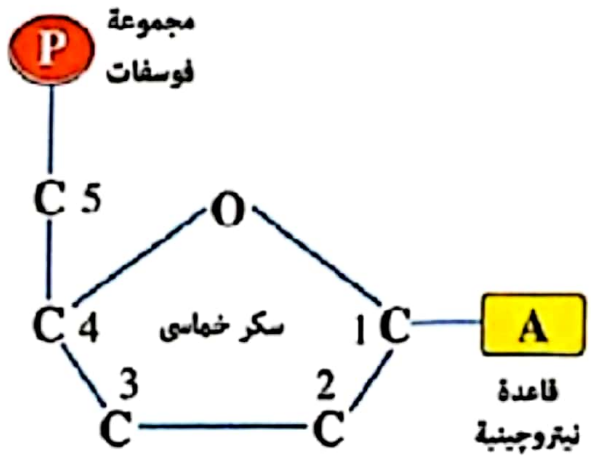
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سلسلة دروس الهلالي للأحياء والجيولوجيا

أهم الرسومات المطلوبة رسمتها باليد

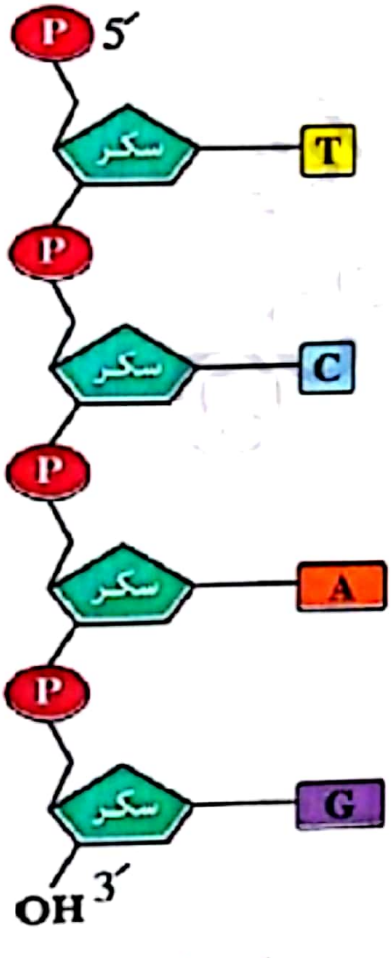


تركيب البكتيريوفاج



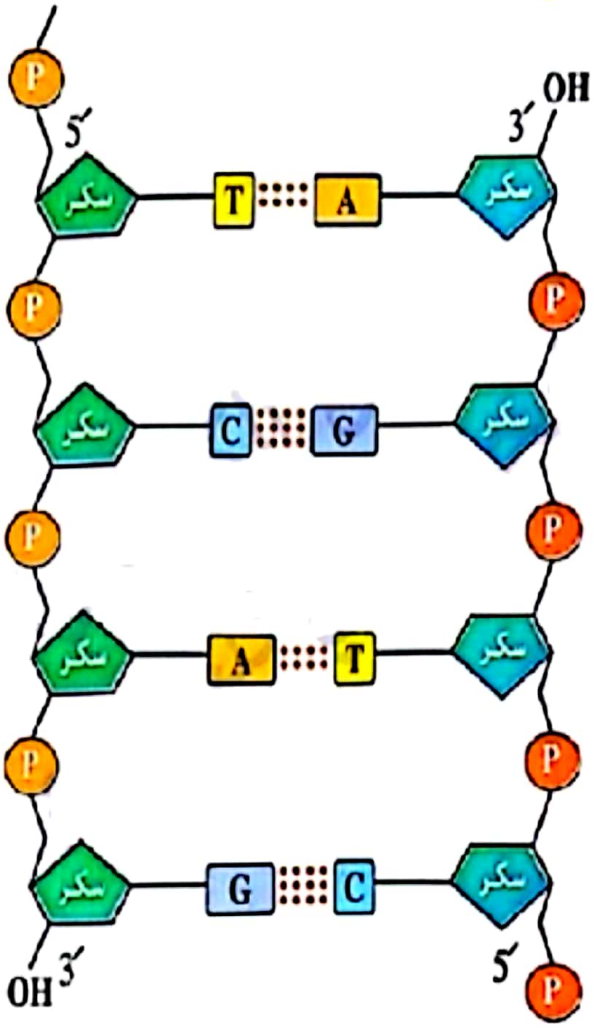
تركيب النيوكليوتيدة

جميع الحقوق محفوظة موقع أزهريون التعليمي



هيكل سكر فوسفات

تركيب شريط DNA



هيكل سكر فوسفات

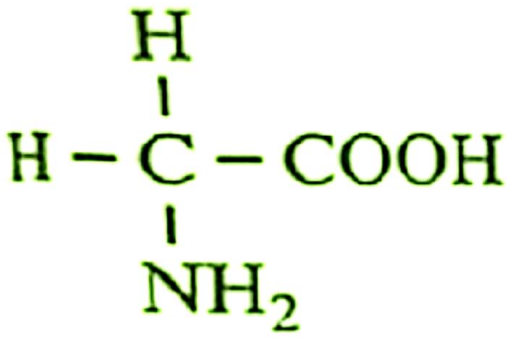
هيكل سكر فوسفات

تركيب جزء DNA

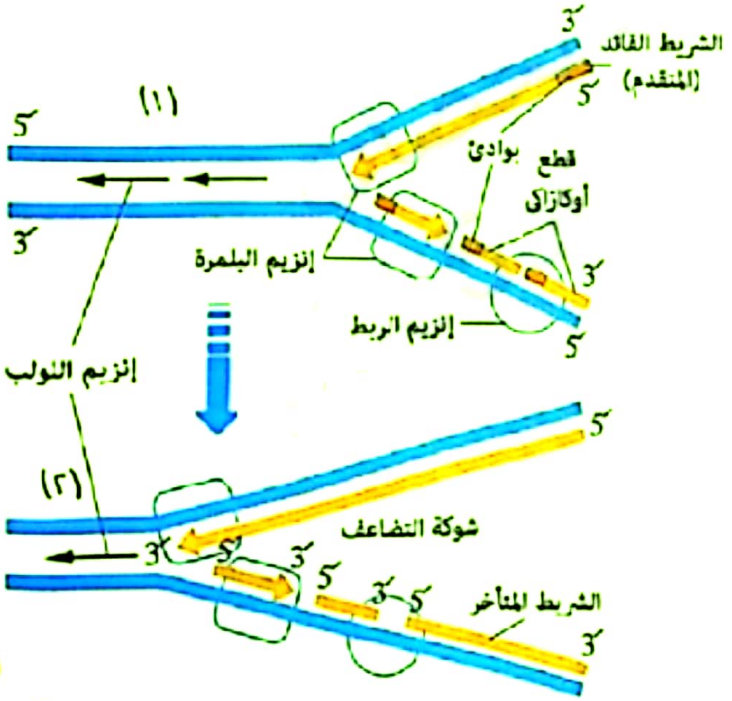
مستر / عاطف الهلالي

01226473375

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

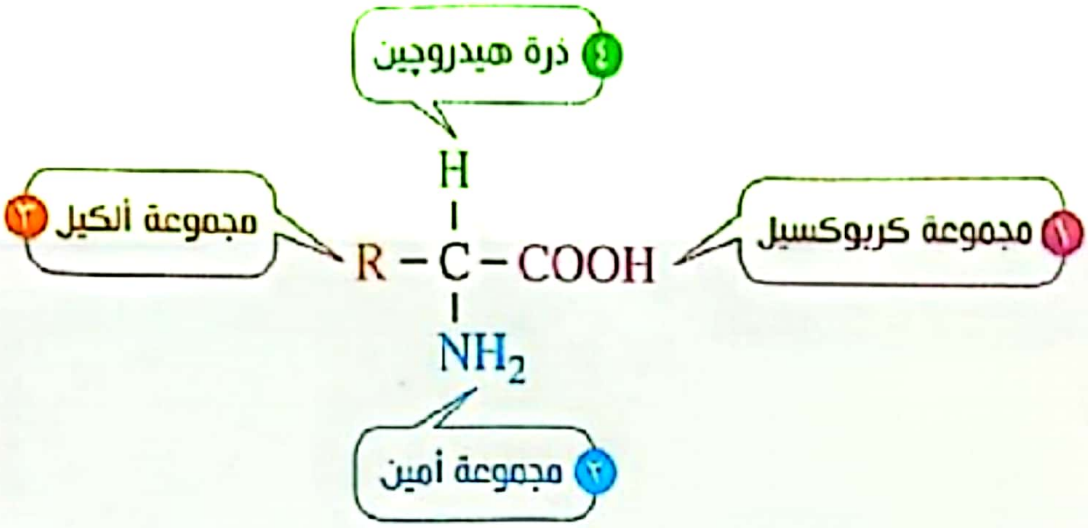


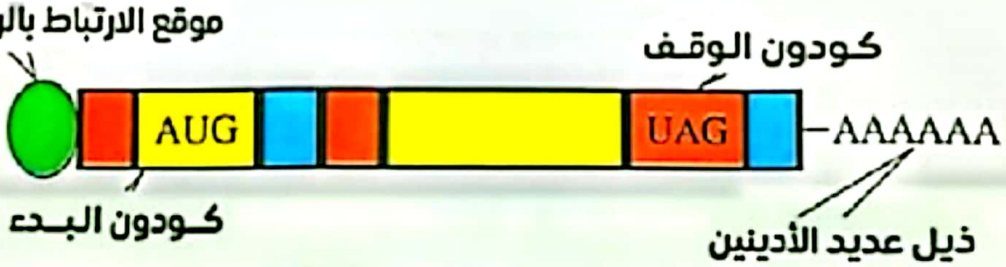
الجلايسين



دور الإنزيمات فى تضاعف DNA

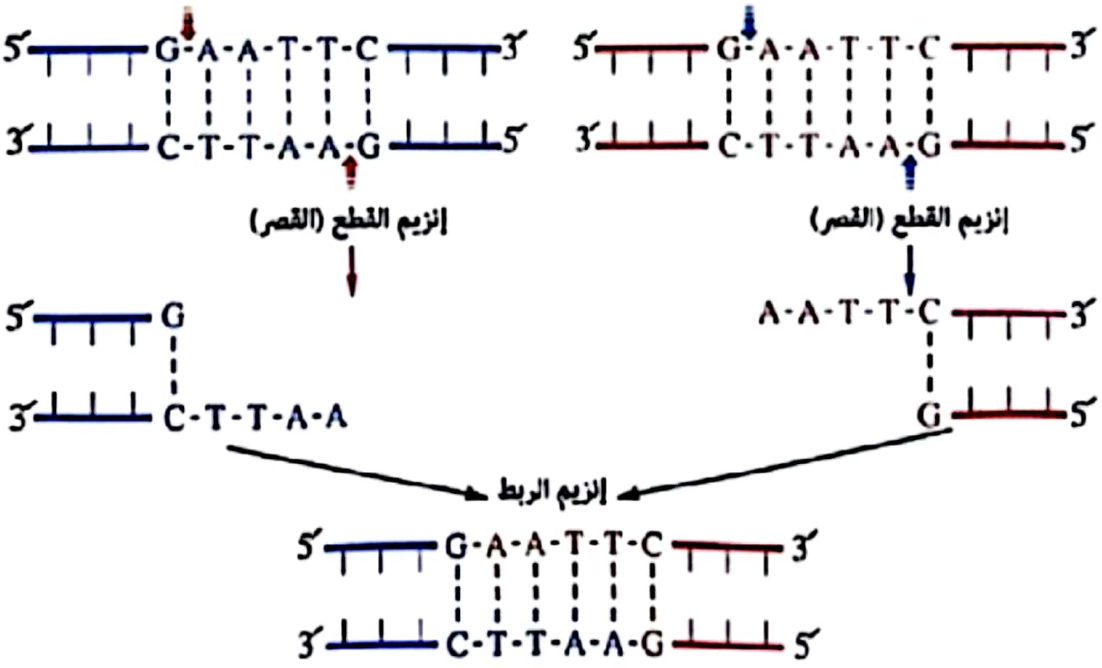
جميع الحقوق محفوظة موقع
أزهريون التعليمي



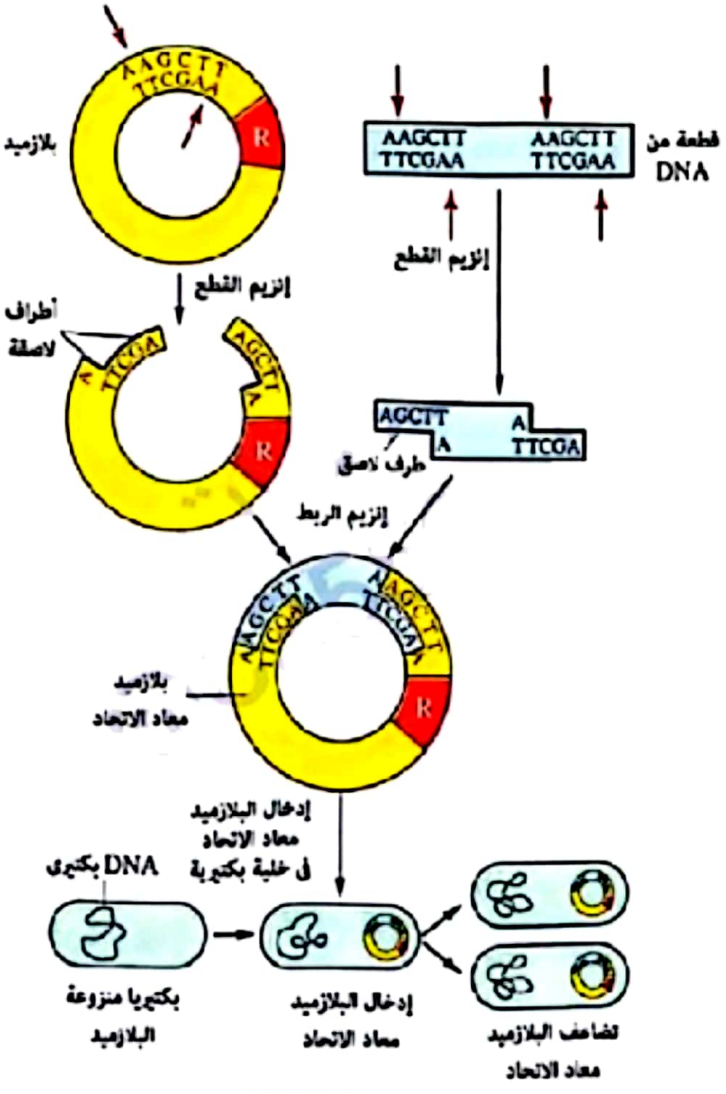


تركيب جزىء mRNA

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



دور إنزيمات القصر والربط فى قطع وربط قطعتين مختلفتين من جزىء DNA عند مواقع محددة



استنساخ DNA

جميع الحقوق محفوظة موقع أزهريون التعليمى

مستر / عاطف الهلالي
01226473375

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner