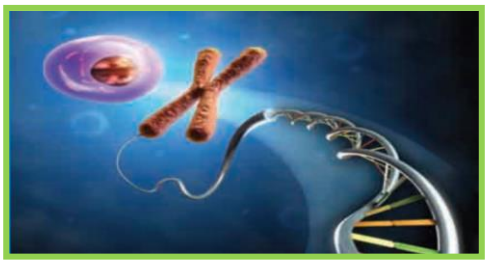
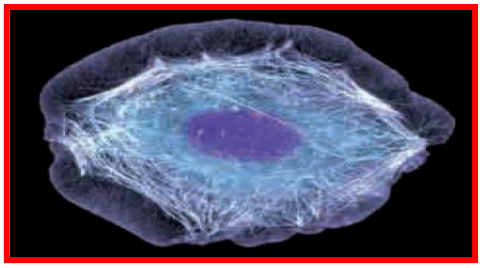
جـزيء الوراثـــــة



الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين DNA

- هو جزيء كبير يشبه السلّم الحلزوني و يحمل المادّة الوراثية في الخليّة
- هو المكوِّن الأساسي للجينات و الكروموسومات ويخزّن المعلومات اللازمة لعمل الخلايا
- هو عبارة عن شريط يحمل معلومات مشفّرة يجب أن تُحَلّ حتى تصبح ذات فائدة .



العالم فريدريك ميشر

اكتشف حمضًا نوويًّا في أنوية الخلايا الصديدية و أصبح هذا الاكتشاف معروفًا باسم الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين أو DNA

التجـارب التي أثبتت أن DNA هو المادة الوراثية وليس البروتين

أولا : تجـارب فريدريـك جريـفث

فريدريك جريفث تمكن من اتخاذ الخطوات الأولى نحو تحديد ما إذا كانت الجينات تتركّب من حمض DNA ام من البروتيـن .

الهدف من التجربة : تحديد ما إذا كانت الجينات تتركّب من حمض DNA ام من البروتيـن

استخدم جريفث في تجربته بكتيريا ستربتوكوكس نومونيا ومنها سلالتيـن هما :

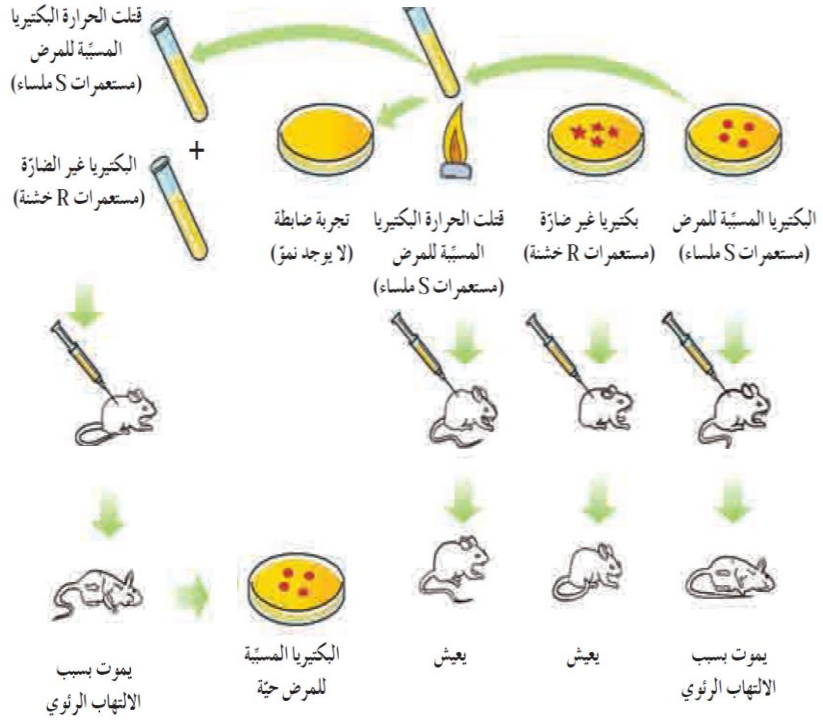
وجه المقارنة	السلالـــة S	السلالـــة R
السطح الخارجي	ملســـاء	خشنـــــة
وجـود غطاء مخاطي	ذات غطـــاء مخـــاطي	ليس لهـا غطـــاء مخـــاطي
اثرها على الفئران في تجارب جريفث	تسبّب التهاب رئوي للفئران / تموت	لا تسبّب الالتهاب الرئوي / يعيش الفأر
القدرة على احداث المرض	تسبّب حدوث مرض التهاب رئوي	لا تسبّب حدوث مرض التهاب رئوي

خطوات التجـربة

	خطوات التجربـــــة	حالـــــة الفئران	التفسيـر
1	حقن فأر بالسلالة S الحية	يموت الفأر	لان السلالة S تسبب الالتهاب الرئوي للفأر فيموت
2	حقن فأر بالسلالة R الحية	يعيش الفأر	لان السلالة R لاتسبب الالتهاب الرئوي فيعيش الفأر ولا يموت
3	تعريض السلالة S إلى حرارة عالية	ـــــ	تموت البكتيريا ويتضرر البروتين بها ولا يتضرر ال DNA
4	حقن فأراً بالسلالة S الميتة التي سبق قتلها بالحرارة	يعيش الفـأر	السلالة S الميتة لا تسبب الإلتهاب الرئوي للفئران
5	حقن فأراً بخليط من سلالة S الميتة والسلالة R الحية	يموت الفأر بالالتهاب الرئوي وظهور سلاله S الحيه فيه	مادة التحوّل (مادة الوراثة) انتقلت بطريقة ما من سلالة S الميتة إلى سلالة R الحية ما أدّى إلى تحول سلالة R الي السلالة S فمات الفأر

لاحظ علماء

العديد من البروتينات تتضرّر من الحرارة فافترضوا أنّ الحمض النووي DNA هو المادة الوراثية وليست البروتينات



ما هو تفسير جريفث لوجود نسل من البكتيريا S الحية في الفأر الذي حقنه بخليط من البكتيريا S الميتة و R الحية ؟

افترض أن مادة التحوّل (مادة الوراثة) انتقلت بطريقة ما من سلالة S الميتة إلى سلالة R الحية ما أدّى إلى تحول السلالة R الي السلالة S وأوضح أنّ مادّة التحوّل هي مادّة وراثية ، إذ ظهرت صفات جديدة في النسل ، أي بكتيريا ذات غطاء مخاطي

أوزوالد أفري وزملاؤه

اكتشف أن مادة حمض DNA من سلالة البكتيريا S ضرورية لتحول السلالة R الي السلالة S

ملاحظـــة هامـــة

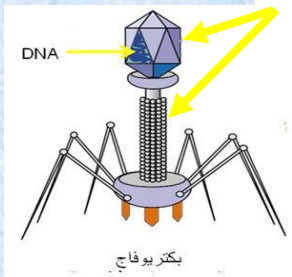
أكّدت نتائج تجارب جريفث وأوزوالد أفري وزملاؤه وعلماء اخرون ان حمض DNA هو الجزيء الذي يبني الموروثة

ثـانيـــا : تجربة البكتريوفـــاج

الهدف من التجربة : اثبات أن المادّة الوراثية هي حمض DNA وليس البروتين

استخدم مارثا تشيس وألفريد هيرشي في التجربة **الفيروسات المعروفة باسم البكتريوفاج** (لاقم البكتيريا) او الفاج :

مارثا تشيس وألفريد هيرشي تمكن من إيجاد الحلقة المفقودة وهى ان المادّة الوراثية DNA وليس البروتين وذلك من خلال تجاربهم على الفيروسات المعروفة باسم البكتريوفاج (لاقم البكتيريا) أو الفاج.



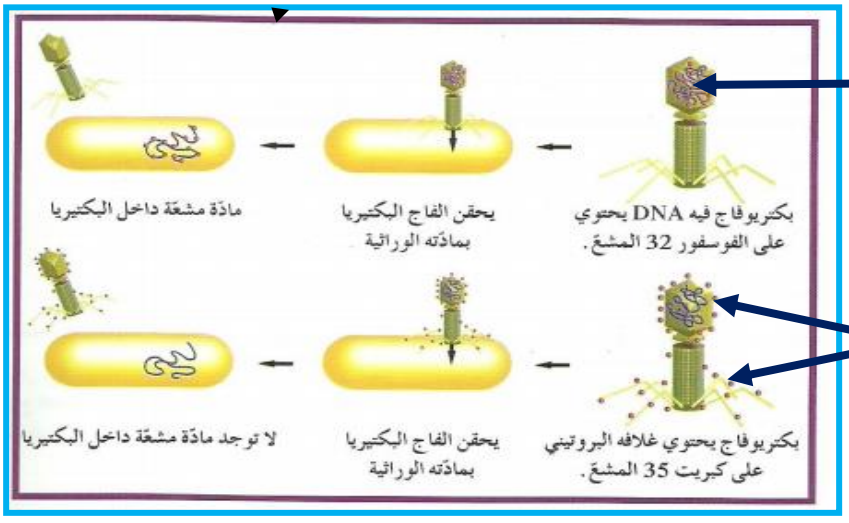
البكتيروفاج يتركب من مكونين :

- الحمض النووي DNA
- البـروتيـن

مراحل غزو الفيروس (البكتيروفاج) للخلية لبكتيرية

- يلتصق الفيروس (البكتيروفاج) بسطح الخلية البكتيرية
- يحقن الفيروس مادّة في البكتيريا ويبقي منه مادة خارجها
- المادّة المحقونة تضبط عمليات الإستقلاب الخلوي (الأيض) وصفات خليّة البكتيريا كما تفعل الجينات

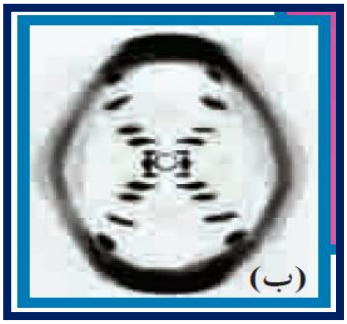
خطوات التجـربة	• أُعدّ خليط للفاج فيه DNA مشعّ وخلايا بكتيرية • أُعدّ خليط آخر للفاج فيه بروتين مشعّ وخلايا بكتيرية أخرى • التصقت الفاجات بالبكتيريا وحقنتها بمادّتها الوراثية
الملاحظـات	• بدأت البكتيريا في إنتاج فيروسات جديدة من البكتريوفاج • اتّضح أنّ حمض DNA المشعّ هو الذي دخل إلى خلايا البكتيريا
الاستنتـــاج	• المادّة الوراثية هي حمض DNA وليس البروتين .



DNA للبكتريوفاج يحتوي على الفوسفور 32 المشعّ

غلاف بروتيني للبكتريوفاج يحتوي على كبريت 35 المشعّ

تـركيـب الحمـض النـووي وتضـاعفـه



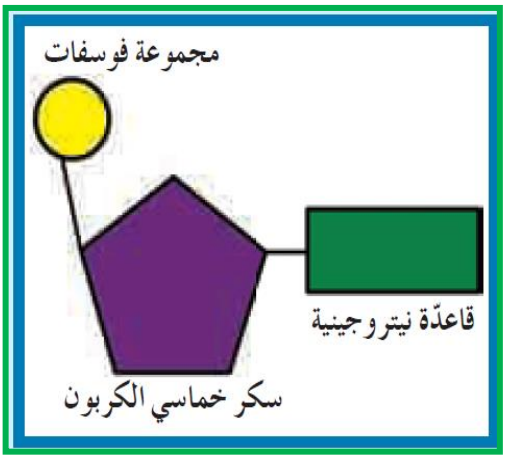
♥ تصوير حمض DNA بأشعّة X سمح بالحصول على صور لهذا الجزيء وساعدت هذه الصور على اكتشاف العلماء لتركيب حمض DNA وصناعة نموذج لحمض DNA

♥ معرفة شكل الجزيء تعطي الباحثين فكرة عن طريقة عمله

♥ توصّل العلماء إلى تأكيد ارتباط تركيب الجزيء بوظيفته

النيوكليوتيـــدات والقـواعـد النيتـروجينيـة

النيوكليوتيـــد : هو المكوّن الأساسي للأحماض النوويّة DNA و RNA



مكـونـات النيوكليوتيـد

- سكر خماسي الكربـون
- قاعدة نيتـروجينيـة واحدة
- مجموعة فوسفات

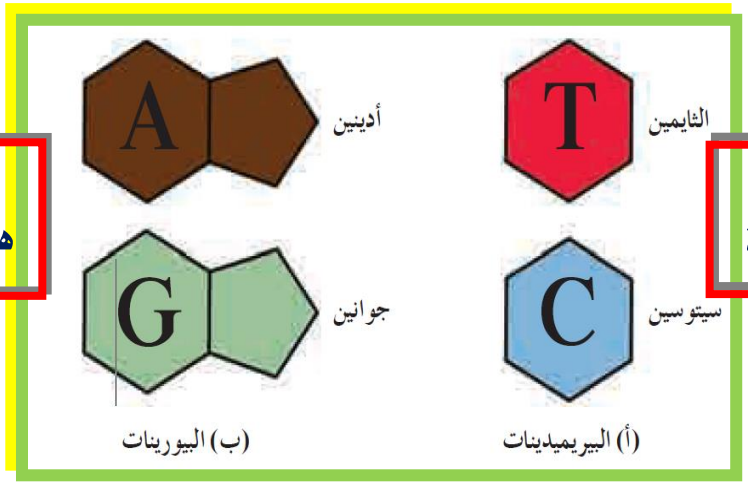
القـواعد النيتـروجينيـة

- البيريميدينات
  - الثايمين T
  - سيتوسين C
- البيورينات
  - أدينين A
  - جوانين G

أنـواع السكـر خماسـي الكـربـون

- رايبوزي منقوص الأكسجين (الديؤكسي رايبوز) — يوجد في DNA
- سكر الرايبوز — يوجد في RNA

البيريميدينات
هي جزيئات حلقية مفردة



البيورينات
هي جزيئات حلقية مزدوجة

	البيريميدينات	البيورينات
نوع الجزيئات الحلقية	جزيئات حلقية مفردة	جزيئات حلقية مزدوجة
مثال	الثايمين T / سيتوسين C	أدينين A / جوانين G

	DNA	RNA
نوع السكر الخماسي	رايبوزي منقوص الأكسجين (الديؤكسي رايبوز)	سكر الرايبوز
القواعد النيتروجينية	أدينين A / جوانين G الثايمين T / سيتوسين C	أدينين A / جوانين G اليوراسيل U / سيتوسين C

نسب القواعد النيتروجينية لدى أربعة كائنات (%)				
مصدر DNA	الأدينين A	الثايمين T	الجوانين G	السيتوسين C
بكتيريا ستربتوكوكس	29.8	31.6	20.5	18.0
فطر الخميرة	31.3	32.9	18.7	17.1
سمك الرنجة	27.8	27.5	22.2	22.6
الإنسان	30.9	29.4	19.9	19.8

العالم الأمريكي شارجاف

- قام بتحليل كمّيات من القواعد النيتروجينية في أنواع مختلفة من الكائنات الحية
- اكتشف أنّ كمّية الأدينين تتساوى دائمًا مع كمّية الثايمين وكمّية السيتوسين تتساوى دائمًا مع كمّية الجوانين

قانــون شارجاف
كمّية الأدينين تتساوى دائمًا مع كمّية الثايمين
وكمّية السيتوسين تتساوى دائمًا مع كمّية الجوانين

أهميــة قانــون شارجاف
تحديد تركيب جزيء حمض DNA

فـــــكر مـــع الأحيـــــــــاء

للإجابة على مسائل قانون شارجاف لاحظ ما يلي

- كمية الادنين A = كمية الثايمين T
- كمية الجوانين G = كمية السيتوسين C
- مجموع كمية A,T + مجموع كمية G,C = 100%

إذا علمت أن كمية الأدنين A في شريط DNA تساوي 15% احسب كمية الثايمين T وكمية الجوانين G وكمية السيتوسين C ؟

∵ كمية الادنين A = 15%

∴ كمية الثايمين T = 15%

} 30%

∵ مجموع كمية الادنين A وكمية الثايمين T = 30%

∴ مجموع كمية الجوانين G وكمية السيتوسين C = 100% - 30% = 70%

∴ كمية الجوانين G = 35%

∴ كمية السيتوسين C = 35%

} 70%

- الشكل القابل يمثل قطعة من الحمض النووي : DNA
- السبب : لانه يحتوي عل القاعدة النيتروجينية الثايمين T:
- عدد القواعد البيورنية (A, G) في القطعة التي أمامك : 2
- عدد القواعد البيريميدينات (C , T) في القطعة التي أمامك : 4

A
C
T
C
G
T

- الشكل القابل يمثل قطعة من الحمض النووي : .....RNA.....
- السبب : ..لانه يحتوى على القاعدة النيتروجنية اليوراسيل U....
- عدد القواعد البيورنية في القطعة التي أمامك : .....2.....

A
C
U
C
G
U

تذكر أن : يشترك حمض DNA وحمض RNA في وجود الادنين A / والجوانين G / والسيتوسين C /

وينفرد حمض DNA بقاعدة الثايمين T / وينفرد حمض RNA بقاعدة اليوراسيل (U)

اللولب المـزدوج

هو جزيء ذو شريطين من النيوكيوتيدات ملتفّين حول بعضهما بعضاً

العالم	الدور الذي قام به
موريس ولكنز & روزالند فرانكلين	● التقط العالمان صورة سينية لجزيء حمض DNA وأوضحت الصور ثخانة الجزيء والتفافه بشكل لولبي ● عرضت فرانكلين إحدى صورها لمادّة حمض DNA على العالم جيمس واطسون
جيمس واطسون & فرانسيس كريك	● لاحظ العالمان أنّ جزيء حمض DNA ثخين لدرجة أنّه لا يمكن أن يكون شريطًا مفردًا . ● صمّم نموذج يسمّى اللولب المزدوج بعد عدّة محاولات لإعداد نماذج من حمض DNA

علل : حمض DNA لا يمكن أن يكون شريطًا مفردًا ؟

لان جزيء حمض DNA ثخين

النموذج الصحيح لجزيء حمض DNA يشبه السلّم الحلزوني

هيكل جانبي السلّم الحلزوني : يتكون من السكّر خماسي الكربون ومجموعة الفوسفات اللذان يرتبطان برابطة تساهمية قويّة

درجات السلّم : تتكون من القواعد النيتروجينية التي ترتبط بالسكّر .

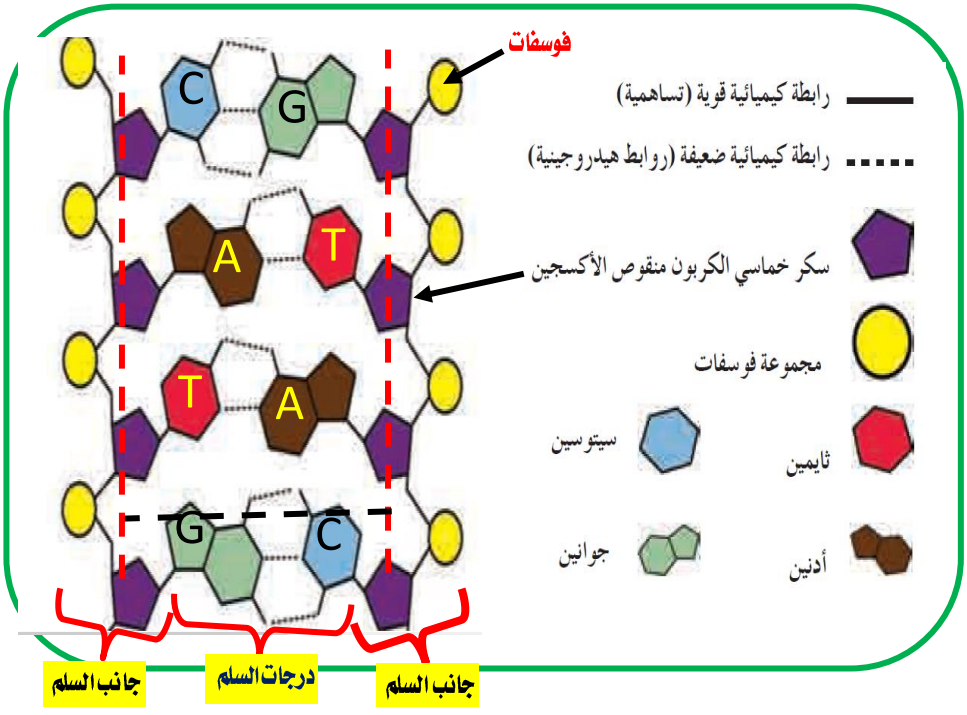
وترتبط كلّ قاعدتين معًا بروابط هيدروجينية ضعيفة

وبهذه الطريقة تُكوِّن النيوكليوتيدات اللولب المزدوج لجزيء حمض DNA

علل : الارتباط بين القواعد النيتروجينية في شريطي DNA من النوع المقيـــــد ؟

لان الأدينين يرتبط مع الثايمين فقط والسيتوسين يرتبط مع الجوانين فقط وكلًّا منهما يُكوِّن زوجًا مع الآخر

	سكر خماسي ومجموعة فوسفات	سكر خماسي وقاعدة نيتروجنية	القواعد النيتروجنية وبعضها
نوع الرابطة الكيميائية	تساهمية قويـــة	تساهمية قويـــة	هيدروجينية ضعيفـــة



● الرابطة بين الأدينين و الثايمين
هيدروجينيـــة ثنائيـــة (A=T)
● الرابطة بين السيتوسين و الجوانين
هيدروجينية ثلاثية (C≡G)

ملاحظـــة

كلّ زوج من قواعد حمض DNA يتكون من قاعدّة بيورينية مرتبطة بقاعدّة بيريمدينية أي أنّ الأدينين يرتبط مع الثايمين ، وأنّ السيتوسين يرتبط مع الجوانين لأنّ كلًّا منهما يُكوِّن زوجًا مع الآخر

اذكر السبب العلمـــي :

● لاحظ واطسون وكريك ان تركيب حمض DNA يشرح كيف يُنسَخ أو يتضاعف ؟

لان يحمل كلّ شريط من شريطي اللولب المزدوج كافّة المعلومات التي يحتاج إليها لإعادة إنشاء الشريط الآخر بحسب نظام القواعد المتكاملة المزدوجة

● قبل انقسام الخليّة تخضع مادّة حمض DNA لعملية تضاعف؟

لتحصل كل خليّة ناتجة علي نسخة كاملة ومتطابقة من جزيئات حمض DNA

● تحصل كل خليّة ناتجة من الانقسام علي نسخة كاملة ومتطابقة من حمض DNA ؟

لان قبل انقسام الخليّة تخضع مادّة حمض DNA لعملية تضاعف

ملاحظة

إذا تمكّنت من فصل شريطي اللولب المزدوج فإنّ نظام القواعد المتكاملـــة يسمح بإعادة بناء تتابع القواعد للجانب الآخر

فـــــكر مـع الأحيـــــــــاء

س: اذا علمت أن تتابع القواعد النيتروجنية لقطعة من أحد شريطي DNA لذبابة الفاكهة كانت CACACATCTGG المطلوب :

♥ تتابع القواعد النيتروجنية على الشريط المقابل هو :

..... GTGTGTAGACC.....

ملاحظة

نظام القواعد المتكاملة المزدوجة في DNA يعني ان :

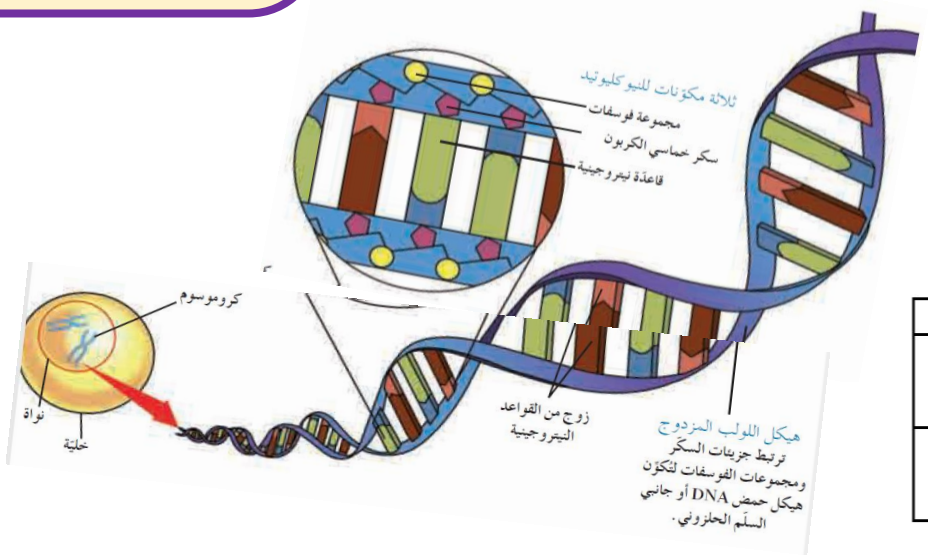
● الأدينين A في أحد شريطى DNA يقابله الثايمين T في الشريط الاخر

● السيتوسين C في أحد شريطى DNA يقابله الجوانين G في الشريط الاخر

A	T
C	G
T	
C	
G	
T	

أمامك شريط من DND المطلوب :

كتابة القواعد النيتروجينية للشريط المكمل



بيريميدينات	بيورينات
سيتوسين C	جوانين G
ثايمين T	أدينين A

كيـف يحـدث التضـاعف

أولا : إنزيم هيليكيز يحلّ التفاف اللولب المزدوج ويفصل اللولب المزدوج عند نقطة معينة بكسر الروابط الهيدروجينية التي تربط القواعد المتكاملة

ثانيا : عندما ينفصل الشريطان ترتبط إنزيمات أخرى وبروتينات على كلّ من الشريطين الفرديين وتمنع تقاربهما وإعادة إلتفافهما .

ثالثا : تتحرّك إنزيمات بلمرة حمض DNA على طول كلّ من شريطي حمض DNA حيث تضيف نيوكليوتيدات للقواعد المكشوفة بحسب نظام ازدواج القواعد المتكاملة و (يعمل كلّ شريط كقالب)

رابعا : تتحرّك إنزيمات بلمرة حمض DNA على طول الشريطين ويتشكّل لولبان مزدوجان جديدان

خامسا : لدى إنزيم بلمرة حمض DNA دور في التدقيق اللغوي أثناء عملية التضاعف يزيل هذا الإنزيم النيوكليوتيد الخاطئ ويستبدله بالنيوكليوتيد الصحيح

سادسا : تبقى هذه الإنزيمات مرتبطة بالشريطين حتّى وصولها إلى إشارة تأمرها بالانفصال

شوكة التضاعف

هي النقطة التي يتمّ عندها فصل اللولب المزدوج ويبدأ منها تحرّك إنزيمات بلمرة حمض DNA

التدقيق اللغوي

هي عملية يقوم بها إنزيم بلمرة حمض DNA أثناء عملية التضاعف حيث يزيل هذا الإنزيم النيوكليوتيد الخاطئ ويستبدله بالنيوكليوتيد الصحيح

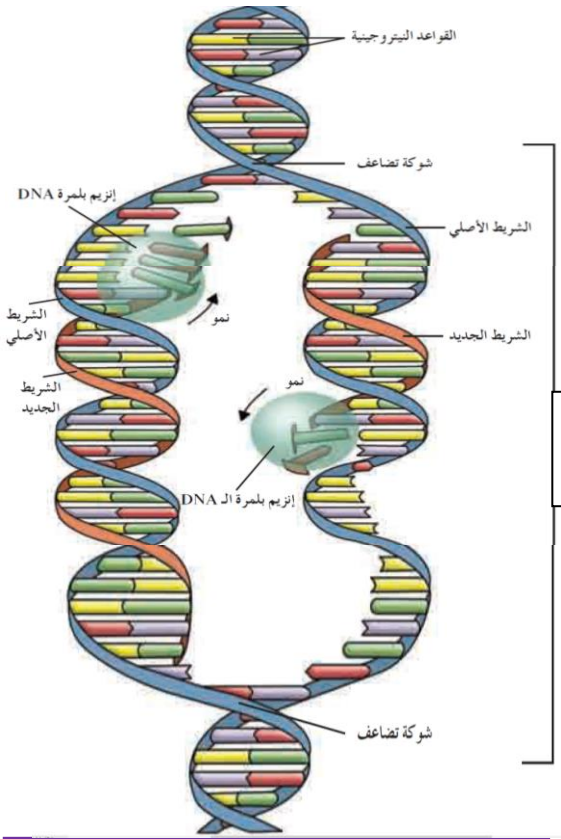
	الوظيفة / الأهمية / الدور الذي يقوم بـه
إنزيم هيليكيز	يحلّ التفاف اللولب المزدوج ويفصل اللولب المزدوج عند نقطة معينة بكسر الروابط الهيدروجينية التي تربط القواعد المتكاملة
إنزيم بلمرة حمض DNA	● يضيف النيوكليوتيدات للقواعد المكشوفة بحسب نظام ازدواج القواعد المتكاملة على طول كلّ من شريطي حمض DNA ● له دور في التدقيق اللغوي أثناء عملية التضاعف حيث يزيل النيوكليوتيد الخاطئ ويستبدله بالنيوكليوتيد الصحيح

علل : من الصعب استمرار أخطاء النيوكليوتيدات أثناء عملية تضاعف DNA ؟

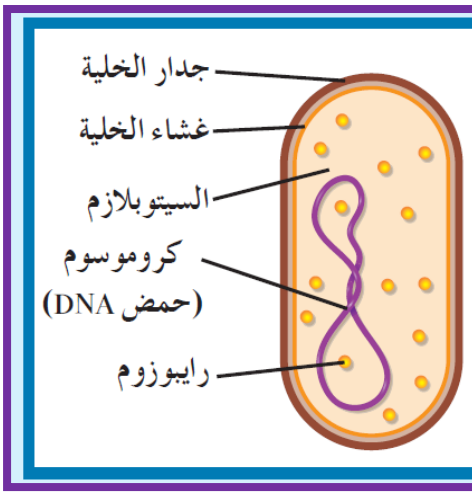
لان إنزيم بلمرة حمض DNA أثناء عملية التضاعف يزيل النيوكليوتيد الخاطئ ويستبدله بالنيوكليوتيد الصحيح

علل : عند التضاعف ينفصل شريطي DNA ولا يتقاربان ولا يحدث إعادة إلتفافهم؟

لان ترتبط إنزيمات أخرى وبروتينات على كلّ من الشريطين الفرديين وتمنع تقاربهما وإعادة إلتفافهما .



شكل يوضح ال DNA الخيطي في حقيقيات النواة



شكل يوضح DNA الدائري في أوليات النواة

ملحوظة هامـة : لا يبدأ التضاعف في طرف وينتهي في الطرف الآخر من جزيء حمض DNA

	أوليات النـــواة (البكتيريا)	معظم حقيقيـــات النـــــواة
شكل حمض DNA	دائري	خيطي
عدد شوكات التضاعف	شوكتي تضاعف	عدّة أشواك تضاعف عادة
مكان بداية شوكة التضاعف	شوكتي التضاعف تبدآن في مكان معيَّن وتتحرّكان باتّجاهين مختلفين إلى أن تلتقيا في الطرف الآخر من حمض DNA الدائـري	أشواك تضاعف تبدأ في الوسط وتتحرّك باتّجاهين متعاكسين محدثة فقاعات تضاعف على طول جزيء الDNA

علل : ظهور فقاعات التضاعف في حقيقيات النواة اثناء تضاعف الDNA؟

لان أشواك تضاعف تبدأ في الوسط وتتحرّك باتّجاهين متعاكسين محدثة فقاعات تضاعف على طول جزيء الDNA

علل : يحتاج تضاعف جزيء الDNA لذبابة الفاكهة إلى ثلاث دقائق فقط ؟

لوجود أكثر من 6000 شوكة تضاعف

ملاحظـــة هامـــة

- في ذبابة الفاكهة لو لم تحدث عملية التضاعف بطريق شوكات التضاعف لكنّا بحاجة إلى 16 يومًا على الأقلّ لنسخ جزيء DNA واحد
- عند الإنسان يُنسَخ جزيء DNA في أجزاء وبشوكة تضاعف أيضًا ولكن بشوكة واحدة لكلّ 100 الف نيوكليوتيد تقريبًا .

شكل يوضح التضاعف نصف محافظ (المحافظ الجزئي)

تضاعـف نصف محافظ (المحافـظ الجزئي)

هو وصف لعملية تضاعف حمض DNA حيث أن كلّ جزيء DNA جديد يحتوي على شريط واحد جديد وشريط واحد أصلي

ما الهدف من تضاعـف نصف محافظ (المحافـظ الجزئي)

يتمّ الحفاظ على شرائط أحادية من حمض DNA ونقلها لأجيال عديدة من خلال الانقسام الخلوي

من التركيب الجيني الي التركيب الظاهري

نوعيـة الغـذاء.....تحدد نـــوع النمل ....!!!!!!!!!

- معظم يرقات النمل تتحول الي عاملات مطيعات
- عند الخطر والشعور بالتهديد يغير النمل طعامه ليصبح جنود ضخمة وشرسة حيث ان الغذاء يغير التوازن الهرموني مما يؤثر في الجينات

الجينـــــات

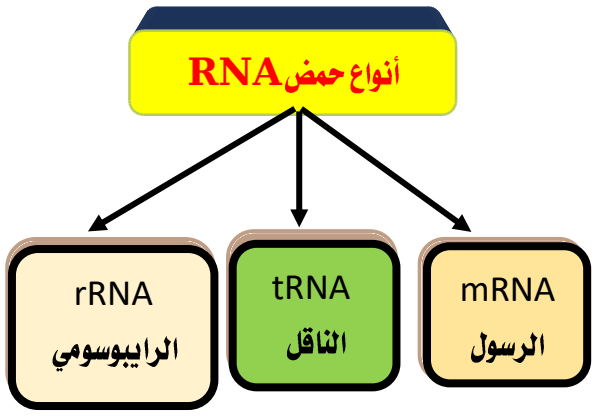
عبارة عن مقاطع من حمض DNA مكوّنة من تتابعات من النيوكليوتيدات (القواعد النيتروجينية) ويشكل هذا التتابع شِفرة تصنيع البروتينات في الخلية الحية .

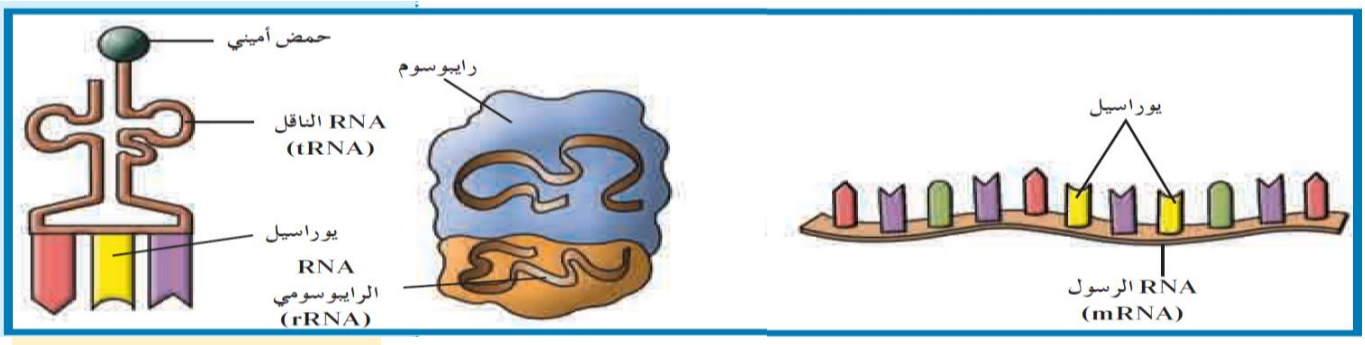
- يتمّ التعبير عن الجين عندما يُصنَّع البروتين بحسب الشفرة التي يحملها الجين .
- يتحكم جزيء حمض DNA في بعض الأحيان في جين معيّن لتصنيع البروتينات التي تحكم بدورها تنشيط او تثبيط جينات اخري
- يتطلَّب تصنيع البروتين عمل الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين DNA مع حمض نووي آخر يُسمّى الحمض النووي الرايبوزي RNA
- يؤدي البروتين دوراً أساسيًّا في كلّ عمليات الكائنات الحية بدءًا من تنفّس خليّة البكتيريا وصولًا إلى طرفة عين الفيل
- تصنع الكائنات البروتينات التي تحتاج إليها في خلال عملية تُسمّى تصنيع البروتين تتمّ فيها ترجمة التركيب الجيني للكائن (تركيب المورثات) إلى تركيب ظاهري

الجين يعبر عن نفسه
عندما يصنع بروتين

للتوضيح !!!!
البروتينات التي يصنعها الجين (أ)
مثلا قد تنشط او تثبط جين أخر (ب)

الفروقات التركيبية بين حمض DNA وحمض RNA	
RNA	DNA
شريط مفرد	شريط مزدوج
أزواج القواعد C–G ، U–A سيتوسين – جوانين ، أدينين – يوراسيل	أزواج القواعد C–G ، T–A سيتوسين – جوانين ، أدينين – ثايمين
سكّر خماسي الكربون (سكّر رايبوز)	سكّر خماسي الكربون منقوص الأكسجين (سكّر ديؤكسي رايبوز)





mRNA الرسول

له دوراً مهمًّا في نقل المعلومات الوراثية من حمض DNA الموجود داخل النواة إلى السيتوبلازم لتصنيع البروتين

RNA الحمض النووي الريبوزي

هو شريط مفرد من النيوكليوتيدات يتركب من سكّر خماسي الكربون (سكّر رايبوز) ويحتوي على القواعد التالية سيتوسين – جوانين – أدينين – يوراسيل

تُصنَّع البروتينات على مرحلتين

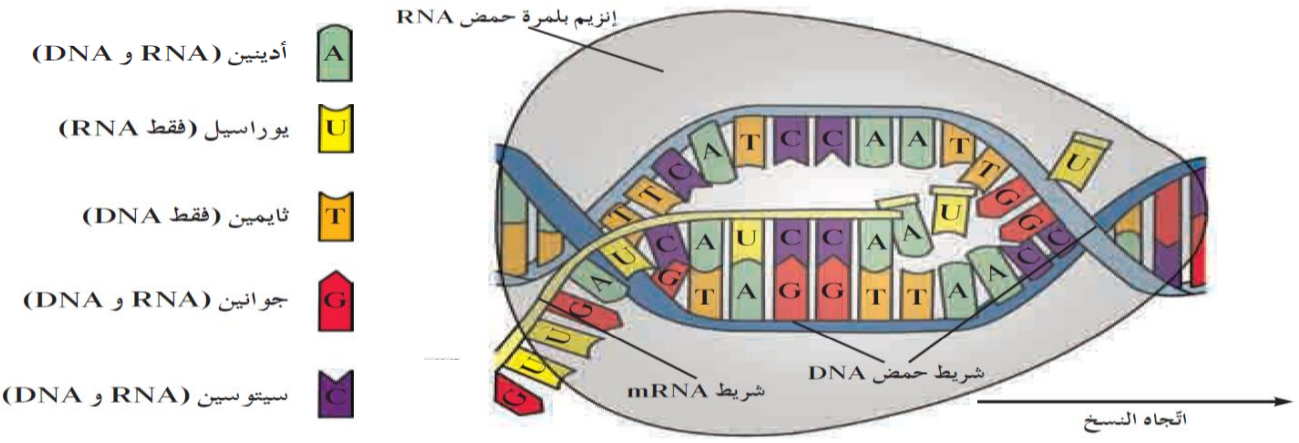
- المرحلة الأولى النسخ
- المرحلة الثانية الترجمة

	النسخ	الترجمة
التعريف / المفهوم	هو عملية نقل المعلومات الوراثية من أحد شريطي DNA على صورة شريط من ال mRNA	هي العملية التي عن طريقها تتحوّل لغة قواعد الأحماض النووية إلى لغة البروتينات (الأحماض الأمينية) .

أولا: المرحلة الأولى عمليـــة النسخ

خطوات النسخ

- ينفصل شريطي حمض ال DNA الواحد عن الاخر و تنكشف القواعد النيتروجنية
- يلتحم مع حمض DNA انزيم بلمرة RNA الذي يمر على طوال القواعد في شريط ال DNA ودائما في اتجاه واحد حيث يقرأ كل نيوكليوتيدة علي شريط ال DNA ويقرنها بنيوكليوتيدة من نيكليوتيدات RNA المتكاملة معها حيث ان اليوراسيل يرتبط بالادنين بدلا من الثايمين
- بعد اكتمال عملية النسخ ينفصل انزيم بلمرة RNA عن حمض DNA ويطلق جزي حمض mRNA الي السيتوبلازم اما شريط حمض ال DNA فيرتبطان مجددا ليعيد اللولب المزدوج



● ماذا يحدث للإنزيم بلمرة RNA بعد اكتمال عملية النسخ ؟

ينفصل انزيم بلمرة RNA عن حمض DNA ويطلق جزي حمض mRNA الي السيتوبلازم

● ماذا يحدث لشريطا حمض ال DNA بعد اكتمال عملية النسخ ؟

يرتبطان مجدّداً ليعيدا تكوين اللولب المزدوج الأساسي

ما هي اوجه التشابهه بين عملية النسخ والتضاعف ؟

- في كلا منهما تُستعمَل القواعد في أحد شريطي DNA كقالب لصنع جزيء جديد
- في كلا منهما ينفصل شريطا حمض DNA الواحد عن الآخر وتنكشف القواعد النيتروجينية
- في كلا منهما يتّبع نظام ازدواج القواعد النيتروجينية

	عملية التضاعف	عملية النسخ
الهدف من العملية	إنتاج جزيئان من DNA	إنتاج شريط حمض mRNA
الانزيم الذي يقوم بإضافة النيوكليوتيدات	انزيم بلمرة DNA	انزيم بلمرة RNA
عدد أشرطة DNA المستخدمة أثناء العملية	شريطين من DNA	شريط واحد من DNA
آلية إضافة القواعد أمام القواعد المكشوفة	يضاف الثايمين (T) مقابل (A) الادنين والعكس ويضاف الجوانين (G) مقابل السيتوسين (C) والعكس	● يضاف اليوراسيل (U) مقابل (A) الادنين ● يضاف الجوانين (G) مقابل السيتوسين (C) ● يضاف الادنين (A) مقابل الثايمين (T)

فـــــكر مـع الأحيـــــــــاء

● الشكل الذي أمامك يمثل قطعة من شريط DNA المطلوب :

- القطعة المقابلة له على شريط mRNA

A	C	A	G	T

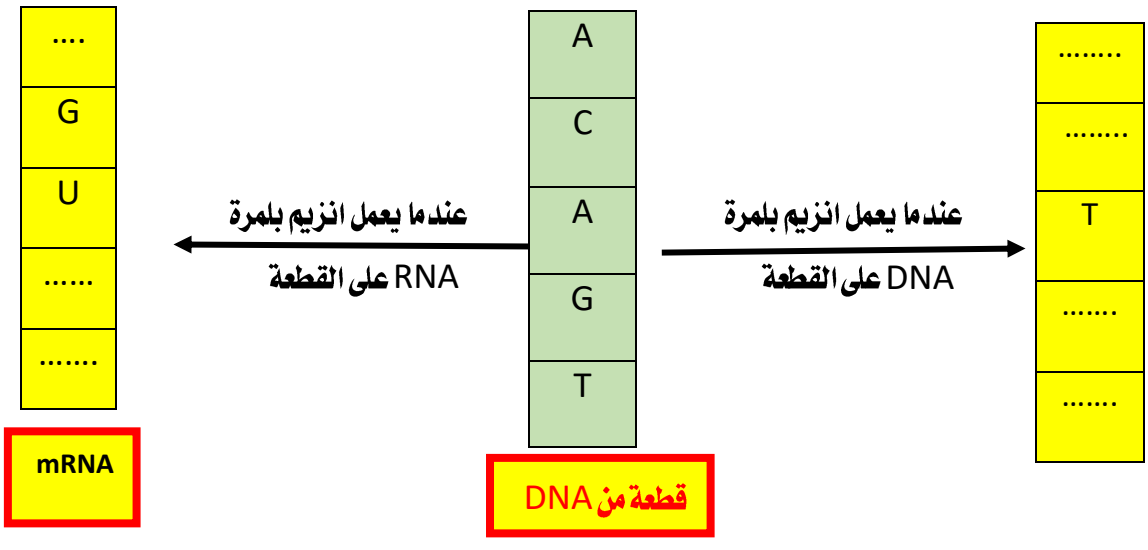
U	.....	.....	.....	A

mRNA

	حقيقة النواة	اولية النواة
مكان وجود نيوكليوتيدات حمض RNA	موجودة داخل النواة	تكون موجودة في السيتوبلازم .

	انزيم بلمرة DNA	انزيم بلمرة RNA
التعريف / المفهوم	هو إنزيم يعمل على طول كلّ من شريطي حمض DNA حيث يضيف النيوكليوتيدات للقواعد المكشوفة بحسب نظام ازدواج القواعد المتكاملة	وهو إنزيم يضيف نيوكليوتيدات للقواعد المكشوفة لشريط حمض DNA بحسب نظام ازدواج القواعد لإنتاج شريط حمض mRNA أثناء عملية النسخ
العملية التي يقوم به	التضاعف / التدقيق اللغوي	النسخ
ألية إضافة القواعد أمام القواعد المكشوفة	يضيف الثايمين (T) مقابل (A) الادنين والعكس ويضيف الجوانين (G) مقابل السيتوسين (C) والعكس	• يضيف اليوراسيل (U) مقابل (A) الادنين • يضيف الجوانين (G) مقابل السيتوسين (C) • يضيف الادنين (A) مقابل الثايمين (T)
الوظيفة	يضيف النيوكليوتيدات للقواعد المكشوفة بحسب نظام ازدواج القواعد المتكاملة علي شريطي DNA أثناء عملية التضاعف / له دور في التدقيق اللغوي أثناء عملية التضاعف حيث يزيل النيوكليوتيد الخاطئ ويستبدله بالنيوكليوتيد الصحيح	يضيف نيوكليوتيدات للقواعد المكشوفة لشريط واحد من حمض DNA بحسب نظام ازدواج القواعد أثناء عملية النسخ لإنتاج شريط حمض mRNA

فـــــكر مـــع الأحيـــــــــاء



تشذيب حمض RNA

هي عملية تحدث في الخلايا حقيقية النواة حيث تزيل الانزيمات من mRNA قبل خروجه من النواة

الإنترونات وتربط الإكسونات بعضها ببعض وشُذِّب أي قُطِّع وأُعيد تجميعه

	الإكسونات	الإنترونات
التعريف / المفهوم	أجزاء تُشفَّر (تترجم) إلى بروتينات	أجزاء لا تُشفَّر (لا تُترجَم) إلى بروتينات

ملاحظات هامة

- تُستنسَخ الإنترونات والإكسونات في حمض DNA الي mRNA الأولي
- يشذب mRNA الأولي في الخلايا حقيقية النواة حيث يمر في هذه المرحلة الاضافية قبل ان يخرج من النواة لبدأ عملية الترجمة
- تعتبر عملية التشذيب لحمض RNA خطوة مهمة في عملية تصنيع البروتينات في حقيقيات النواة

	mRNA الأولي (pre- mRNA)	mRNA في حقيقيات النواة	DNA في حقيقيات النواة
الإكسونات	يوجد	يوجد	يوجد
الإنترونات	يوجد	لايوجد	يوجد

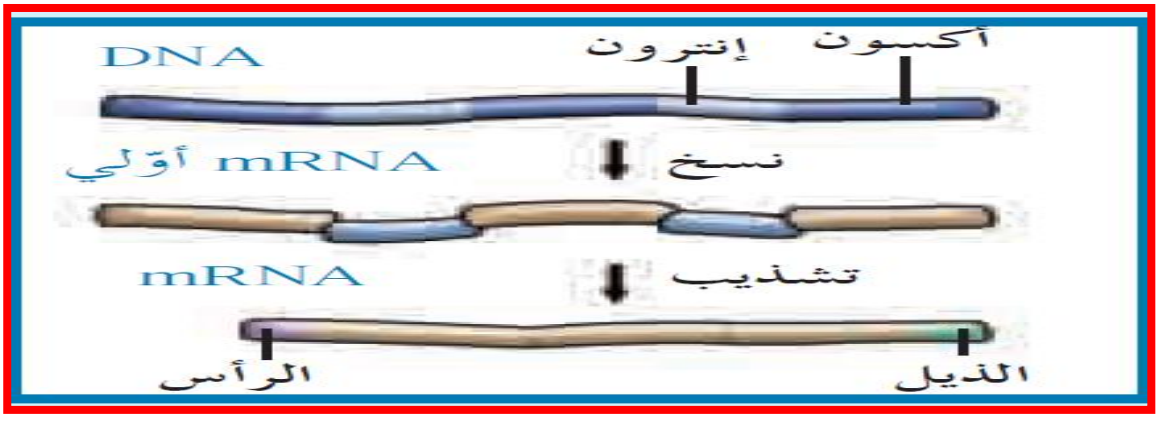
- ماذا يحدث mRNA الأولي (pre- mRNA) في حقيقيات النواة أثناء عملية التشذيب ؟

تزيل الانزيمات من mRNA الأولي الإنترونات وتربط الإكسونات بعضها ببعض ثم يُضاف

الرأس والذيل لتكوين جزيء نهائي من mRNA

- ماذا يحدث لـ mRNA بعد أن يُشذَّب ؟

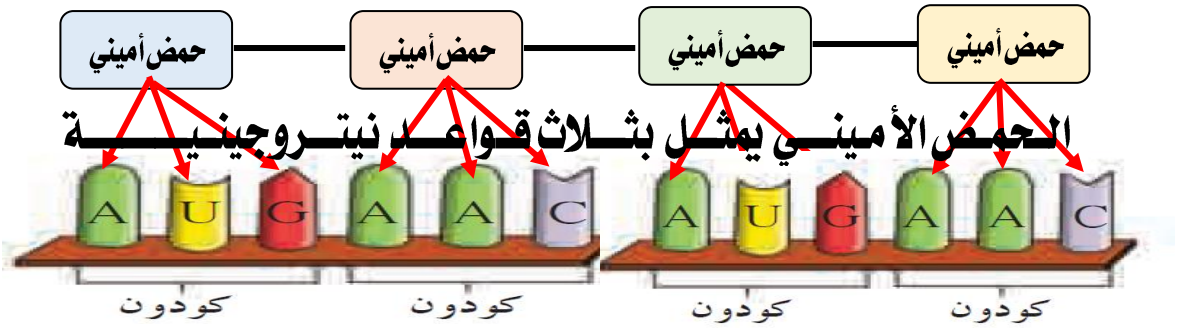
يخرج من النواة ويتَّجه نحو الرايبوسومات حيث تتمّ عملية الترجمة وتصنيع البروتين



الشفرة الوراثية (كودون)

- هي مجموعة من ثلاثة نيوكليوتيدات على mRNA تُحدِّد حمضًا أمينيًّا معيَّنًا
- او هي اللغة التي تدخل في تركيب mRNA ذات أربعة حروف تمثِّل أربع قواعد مختلفة هي A، U ، C ، G

البروتينات تتكون من اتحاد الاحماض الامينية في سلاسل طويلة تسمي عديدات الببتيد



معلومات هامة جدا جدا

- عدد الاحماض الامينية الموجودة فقط عشرين حمض اميني
- الحمض الاميني يمثل بثلاث قواعد نيتروجنية وكل ثلاث قواعد نيتروجينية تسمي كودن او شفرة وراثية
- عدد الكودونات في الجسم 64 كودون
- البروتينات تُصنَّع من خلال اتّصال الأحماض الأمينية في سلاسل طويلة ذات أعداد مختلفة من الأحماض الأمينية العشرين تُسمّى عديدات الببتيد
- تحدد خصائص البروتينات تبعا لانواع الاحماض الامينية

الحمض جليسين
شفرته GGU

الحمض هستدين
شفرته CAC

الحمض سيرين
شفرته UCG

الشفرة الوراثية: (كودونات mRNA والأحماض الأمينية)

القاعدة الأولى في الكودون	U		C		A		G		القاعدة الثالثة في الكودون
	U	UUU فينيل ألانين Phe	UCU سيرين Ser		UAU تيروسين Tyr		UGU سيستيين Cys		U
		UUC	UCC		UAC		UGC		C
		UUA ليوسين Leu	UCA		UAA كودون التوقف Stop		UGA كودون التوقف Stop		A
		UUG	UCG		UAG		UGG تريبتوفان Trp		G
	C	CUU ليوسين Leu	CCU برولين Pro		CAU هستيدين His		CGU أرجنين Arg		U
		CUC	CCC		CAC		CGC		C
		CUA	CCA		CAA جلوتامين Gln		CGA		A
		CUG	CCG		CAG		CGG		G
	A	AUU إيزولوسين Ile	ACU ثريونين Thr		AAU أسبرجين Asn		AGU سيرين Ser		U
		AUC	ACC		AAC		AGC		C
		AUA	ACA		AAA ليسين Lys		AGA أرجنين Arg		A
		AUG ميثيونين(كودون البدء) Met	ACG		AAG		AGG		G
	G	GUU فالين Val	GCU ألانين Ala		GAU حمض الأسبارتيك Asp		GGU جليسين Gly		U
		GUC	GCC		GAC		GGC		C
		GUA	GCA		GAA حمض جلوتاميك Glu		GGA		A
		GUG	GCG		GAG		GGG		G

القاعدة الثانية في الكودون

اذكر السبب العلمي :

● يوجد أربعة وستّين كودونًا للشفرة الوراثية فقط ؟

لان الكودون يتكون من ثلاث قواعد نيتروجينية فقط كما أن هناك أربعة أنواع من القواعد النيتروجينية (A,U,G,C)

وبالحساب رياضيا نجد $4^{3} = 64$ كودون

● بالرغم ان عدد الاحماض الامينية 20 لا ان عدد الكودونات 64 كودون؟

لان بعض الأحماض الأمينية تُحدَّد بأكثر من كودون على سبيل المثال ،هناك ستّة كودونات تُحدِّد الحمض الأميني ليوسين وستّة أخرى تُحدِّد الحمض الأميني أرجنين في حين هناك كودون واحد وهو AUG يُحدِّد البدء من خلال استدعاء الحمض الأميني ميثيونين لبدء تصنيع البروتين

	شفرة (كودون) البداية	شفرة (كودون) التوقف
التعريف / المفهوم	هي الشفرة التي يبدأ عندها تصنيع البروتين	هي الشفرة التي يتوقف عندها تصنيع البروتين
الكودون	لها كودون واحد هو AUG	UAA/ UGA / UAG
الأحماض الأمينية	ميثيونين	لا تشفَّر (لا تُترجَم) لأيّ حمض أميني

اذكر السبب العلمي :

● البروتين الذي يتكون من 5 احماض امينية يحتاج الي 18 قاعدة نيتروجنية؟

لان كل حمض أميني يمثل بثلاث قواعد نيتروجينية (نيوكليوتيدات) ∴ 3 (قواعد) X 5 (أحماض) = 15 قاعدة نيتروجينية

بالاضافة الي ثلاث قواعد نيتروجينية لشفرة (كودون) التوقف لا تشفَّر (لا تُترجَم) لأيّ حمض أميني 15 + 3 = 18 قاعدة نيتروجينية

● كودونات التوقف تشبه النقطة في نهاية الجملة ؟

لانها تدلّ على توقّف تصنيع البروتين وتُحدِّد نهاية سلسلة عديد الببتيد ولا تشفَّر (لا تُترجَم) لأيّ حمض أميني

قوانين تساعد على الحل !!

عدد النيوكليوتيدات (القواعد النيتروجينية) = عدد الأحماض الأمنية X 3 + 3 (لشفرة التوقف)

عدد الأحماض الأمنية = عدد النيوكليوتيدات (القواعد النيتروجينية) − 3 (شفرة التوقف) ÷ 3

فـــــكر مـــع الأخيـــــــــاء

● اذكر عدد القواعد النيتروجينية (النيوكليوتيدات) لبروتين يتكون من 4 احماض امينية ؟

● بروتين الmRNA المشفر له به 21 قاعدة نيتروجنية احسب عدد الاحماض الامينية المكونه للبروتين ؟

الترجمـــــــة

- هي العملية التي عن طريقها تتحوّل لغة قواعد الأحماض النووية إلى لغة البروتينات (الأحماض الأمينية) .
- أوهي عملية تحدث في الرايبوسومات يتم فيها فكّ الشفرة في mRNA لتكوين سلسلة عديد الببتيد حيث تستخدم الخليّة المعلومات في mRNA لتصنيع سلسلة عديد الببتيد

الرايبـوسـوم

مما يتـركيـب الرايبوسوم ؟

- يتركَّب من أكثر من 50 بروتين مختلف وعدّة أجزاء من rRNA
- يتألَّف الرايبوسوم من وحدتين وحدة كبيرة والأخرى صغيرة ترتبطان ببعضهما بعضًا فقط أثناء عملية الترجمة
- لدى الرايبوسوم موقعين للارتباط متجاورين هما P و A يؤدّيان دورًا مهمًّا في عملية الترجمة إذ يرتبط بكلّ منهما tRNA يحمل حمضًا أمينيًّا خاصًّا به وستشكّل هذه الأحماض في ما بعد سلسلة عديد الببتيد

س: متي تتحد الوحدتين الصغري والكبري للرايبوسوم ؟

ترتبطان ببعضهما بعضًا فقط أثناء عملية الترجمة

علل : الموقعين A , p في الرايبوسوم لهما دورمهم في عملية الترجمة ؟

عملية الترجمة إذ يرتبط بكلّ منهما tRNA يحمل حمضًا أمينيًّا خاصًّا به

س: ما اهمية الموقعين A , p في الرايبوسوم ؟

يؤدّيان دورًا مهمًّا في عملية الترجمة إذ يرتبط بكلّ منهما tRNA يحمل حمضًا أمينيًّا خاصًّا به

مـــلاحظـــة هـامـــــة

تتابع النيوكليوتيدات (القواعد النيتروجينية) في جزيء mRNA تعتبر معلومات توضح الطريقة التي تتّصل بها الأحماض الأمينية بعضها مع بعض لإنتاج سلسلة عديد الببتيد .

فـــكر مـع الأحيـــــاء

الشكل الذي أمامك يوضح شكـل الرايبوسوم بالخلية المطلوب :

- هل الرايبوسوم في وضع الترجمة ؟ ....لا.....
- التفسير : . لان الوحدة الصغرى غير مرتبطة بالكبري

تصنيع البروتين

هي العملية التي يتمّ فيها تجميع الأحماض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد خلال عملية الترجمة

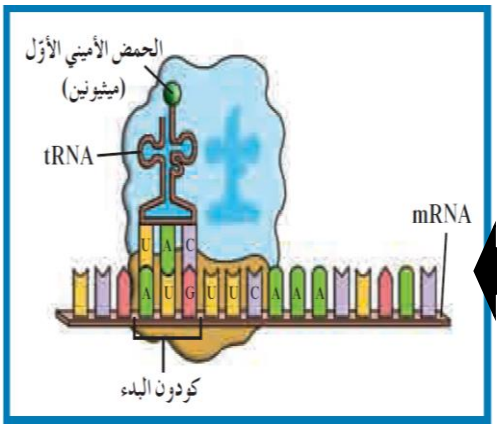
مراحل تصنيع البروتين

- مرحلة البـــدء
- مرحلـــة الأستطالة
- مرحلـــة الأنتـــهـــاء

أولا: مرحلة البـــدء

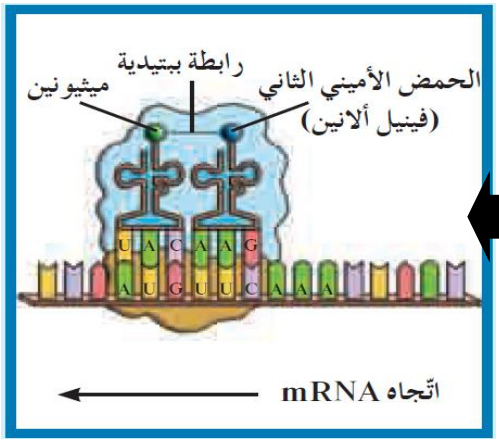
1

- في السيتوبلازم تبدأ عملية الترجمة بارتباط mRNA بالوحدة الرايبوسومية الصغري
- mRNA فيه يتمركز كودون البدء AUG الذي يشفر الحمض الاميني ميثيونين عند الموقع P بالرايبوسوم
- يرتبط بكودون mRNA جزيء tRNA الاول الذي يحمل في إحدي طرفية مقابل الكودون UAC والطرف الاخر الحمض الاميني الميثيونين



2

- عند اكتمال تركيب الرايبوسوم المفعل (ارتباط الوحدتين الرايبوسوميتين الكبرى والصغرى مع mRNA وأوّل tRNA) يصبح الموقع A علي الريبوسوم جاهز لتلقي tRNA التالي حامل مقابل الكودون المتكامل مع الكودون الشاغر في الموقع A
- يصبح الموقعين A, B علي الرايبوسوم حاملين لحمضيين امينين
- يساعد أنزيم معين في الربط الحمضيين برابطة ببتيدية مكونة اول حمضيين في سلسلة الببتيد



الرايبوسوم المفعل

هوارتباط الوحدتين الرايبوسوميتين الكبرى والصغرى مع mRNA وأوّل tRNA

tRNA الأول في عملية الترجمة

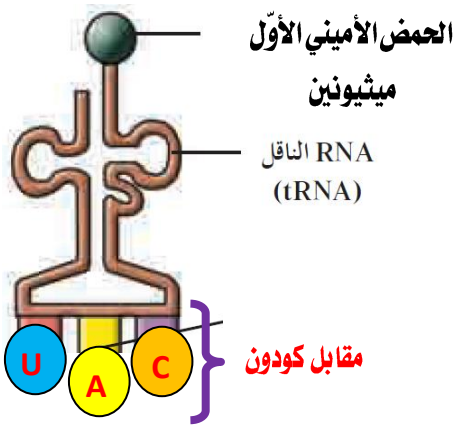
هو الجزيء الذي يحمل في إحدي طرفية مقابل الكودون UAC والطرف الاخر الحمض الاميني الميثيونين

علل : الأنزيمات لـه دور في مرحلـــة البـــدء عند تصنيع البروتين ؟

لان أنزيم معين في مرحلة البدء يساعد علي ربط الحمضيين الأمينين برابطة ببتيدية مكونة اول حمضيين في سلسلة الببتيد

ملاحظة هامـــة

الرابطة بين الأحماض الأمينية رابطة ببتيديـــة



tRNA الأول

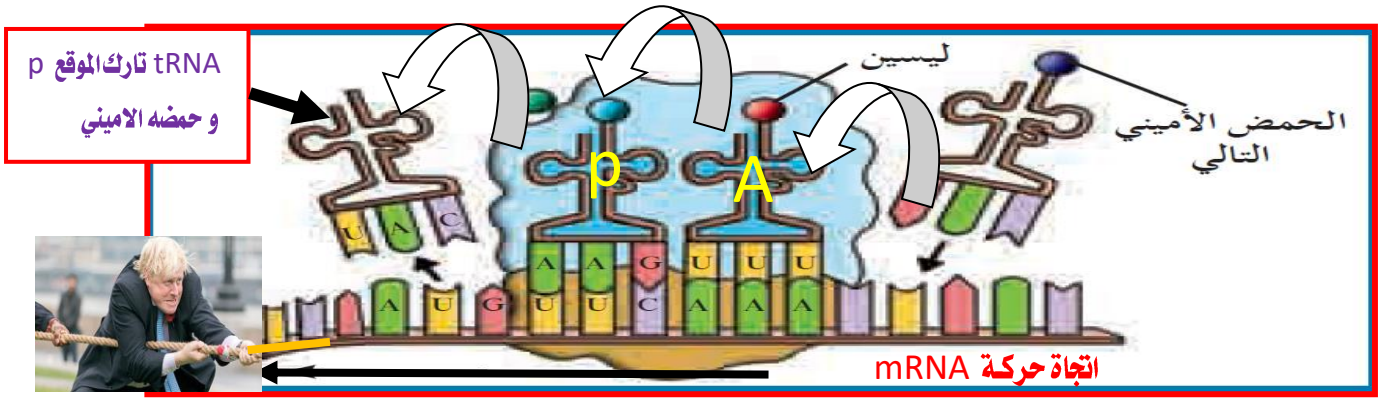
ملاحظات هامة جدا !!!!!

- تصنيع بروتين يبدأ بشفرة AUG
- ♥ السلسلة البيتيدية للبروتين دائما تبدأ بالحمض الاميني الميثيونين
- في عملية الترجمة جزيء الtRNA الاول دائما يحمل :
الحمض الاميني الميثيونين ومقابل الكودون له UAC
- ♥ بناء البروتين يبدأ عند الموقع p في الرايبوسوم وينتهي بناء البروتين عند الموقع A في الرايبوسوم

	الكودون	مقابل الكودون
نوع RNA الذي يحمله	mRNA	tRNA
المفهوم / التعريف	هي مجموعة من ثلاثة نيوكليوتيدات على mRNA تُحدِّد حمضًا أمينيًّا معيَّنًا	وهو مجموعة من ثلاثة نيوكليوتيدات يحملها tRNA في خلال عملية الترجمة وتكون متكاملة مع الكودون الذي يحمله mRNA

ثانيا : مرحلة الأستطالة

- بعد ربط الحمضين الامينيين الاول والثاني ينفصل جزيء tRNA الموجود في الموقع p تاركا وراءه حمضه الاميني ومكانه فارغ فيندفع جزيء tRNA الموجود في الموقع A ليحل في المكان لشاغر P
- بما ان مقابل الكودون على tRNA يبقي مرتبط بالكودون على mRNA فان جزيء tRNA وmRNA يتحركان عبر الرايبوسوم الي الموقع p كوحدة واحدة
- نتيجة لما سبق يظهر كودون جديد في الموقع A ويكون جاهز لتلقي جزيء tRNA التالي مع الحمض الاميني الخاص به بهذه الطريقة يتم نقل الاحماض الامينية الي الموقع A ويتم ربطها بسلسلة البيتيد بواسطة رابطة ببتيدية حتي يتم الوصول الي نهاية mRNA



علل : يظهر كودون جديد في الموقع A اثناء مرحلة الاستطالة ؟

لان مقابل الكودون في tRNA الموجود بالموقع A يبقي مرتبط بالكودون على mRNA / ثم جزيء tRNA الموجود بالموقع A وmRNA يتحركان معا عبر الرايبوسوم الي الموقع p كوحدة واحدة فيظهر كودون جديد في الموقع A

ثالثا : مرحلة الأنتهاء

- تنتهي عملية الترجمة حين يصل كودون التوقف إلى الموقع A على الرايبوسوم وهو كودون ليس له مقابل كودون ولا يشفَّر (لا يُترجَم) ويؤدّي إلى انتهاء عملية تصنيع البروتين
- ثم يتم تجميع الأحماض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد في خلال عملية الترجمة وتكون سلسلة ببتيدية (البروتين)
- بعد ذلك يتفكَّك الرايبوسوم إلى وحدتيه الأساسيتين وينفصل عديد الببتيد (البروتين) ويُطلَق في الخليّة

	مرحلة الأنتهاء	تصنيع البروتين
التعريف / المفهوم	هي مرحلة تنتهي فيها عملية الترجمة حين يصل كودون التوقف إلى الموقع A وهو كودون ليس له مقابل كودون ولا يشفَّر (لا يُترجَم) ويؤدّي إلى انتهاء عملية تصنيع البروتين	عملية يتم فيها تجميع الأحماض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد في خلال عملية الترجمة

ماذا يحدث :

● للرايبوسوم بعد تكوين البروتين ؟

يتفكَّك الرايبوسوم إلى وحدتيه الأساسيتين الصغري والكبري

● السلسلة عديدة الببتيد بعد عملية الترجمة ؟

تنفصل سلسلة عديد الببتيد (البروتين) وتطلَق في الخليّة

لتصنيع البروتين تنسخ الخلية حمض DNA إلى حمض mRNA الذي يتوجّه إلى مواقع تصنيع البروتين في السيتوبلازم أي الرايبوسومات ويبقى DNA بالنواة

الجينـــات والبروتينات

الجينـات تحمل شفرة (تعليمـات) لصنـع البروتيـن وهذا البروتـيـن تظهر أهميته في أن له علاقة بألوان الأزهار وأشكال أوراقها وفصيلة دمّ الإنسان أو تحديد جنس الطفل

البروتينات هي مفاتيح معظم ما تقوم به الخليّة من وظائف

الجينات والبروتينات تتحكم في لون الازهـار !!!!!

لان الجين يحمل شفرة او تعليمات ليصنع إنزيم (بروتين) يحفّز تفاعل إنتاج صبغة يمكنه أن يتحكّم بلون الزهرة .

الجينات والبروتينات تحدد فصيلة الدمّ !!!!!

لان الجين يحمل شفرة أو تعليمات ليصنع إنزيم (بروتين) يختصّ بإنتاج الأنتيجنات التي تُحدّد فصيلة الدمّ على سطح كريّات الدمّ الحمراء .

الجينات والبروتينات تتحكّم بحجم الكائن وشكله !!!!!

لان الجين يحمل شفرة أو تعليمات ليصنع بروتينات معيّنة تنظّم معدّل النموّ ونمطه في الكائن فتتحكّم بحجم هذا الكائن وشكله ،

الأنـزيمـات

هي بروتينات تحفّز التفاعلات الكيميائية

فـــــكر مـع الأحيـــــــــاء

الشكل الذي أمامك يوضح مرحلة البدء من مراحل تصنيع البروتيـن المطلـوب :

- مقابل الكودون لـ tRNA الموجود في الموقع p هو UAC
- مقابل الكودون لـ tRNA الموجود في الموقع A هو AAG .
- الرابطة بين الحمض الاميني الميثيونين والفنيل ألانين رابطة ببتيدية ....

الشكل الذي أمامك يوضح مرحلة من مراحل تصنيع البروتيـن المطلـوب :

- المرحلة التي أمامك هي .. الانتهاء ...
- هل تتوقع أن يأتي tRNA ويحمل حمض أميني في الموقع A مع التفسير العلمي ؟ الأجابة : .لا

وذلك لان كودون التوقف لايشفر ولا يترجم لحمض أميني

- ماذا يحدث للرايبوسوم بعد إنتهاء تصنيع البروتين ؟

يتفكّك الرايبوسوم إلى وحدتيه الأساسيتين الصغري والكبري