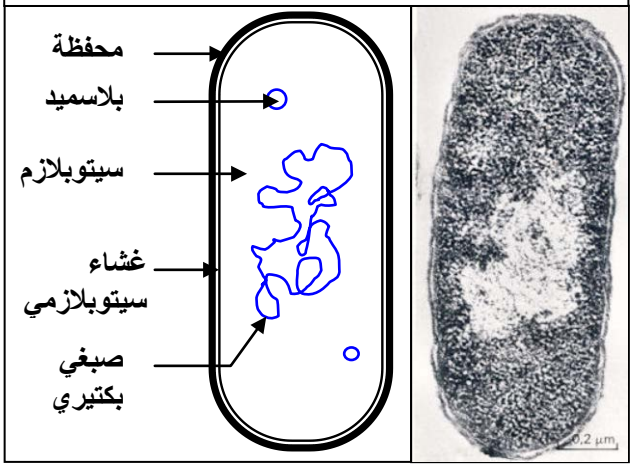
الوحدة الثانية، الفصل الثاني: تعبير الخبر الوراثي

الوثيقة 1: التحول البكتيري عند Escherichia coli.

نقوم بتجربة عند إحدى الكائنات الحية التي لها بنية بسيطة ودورة نمو قصيرة زمنيا مثل بكتريا Echerichia-Coli (الشكل أمامه).

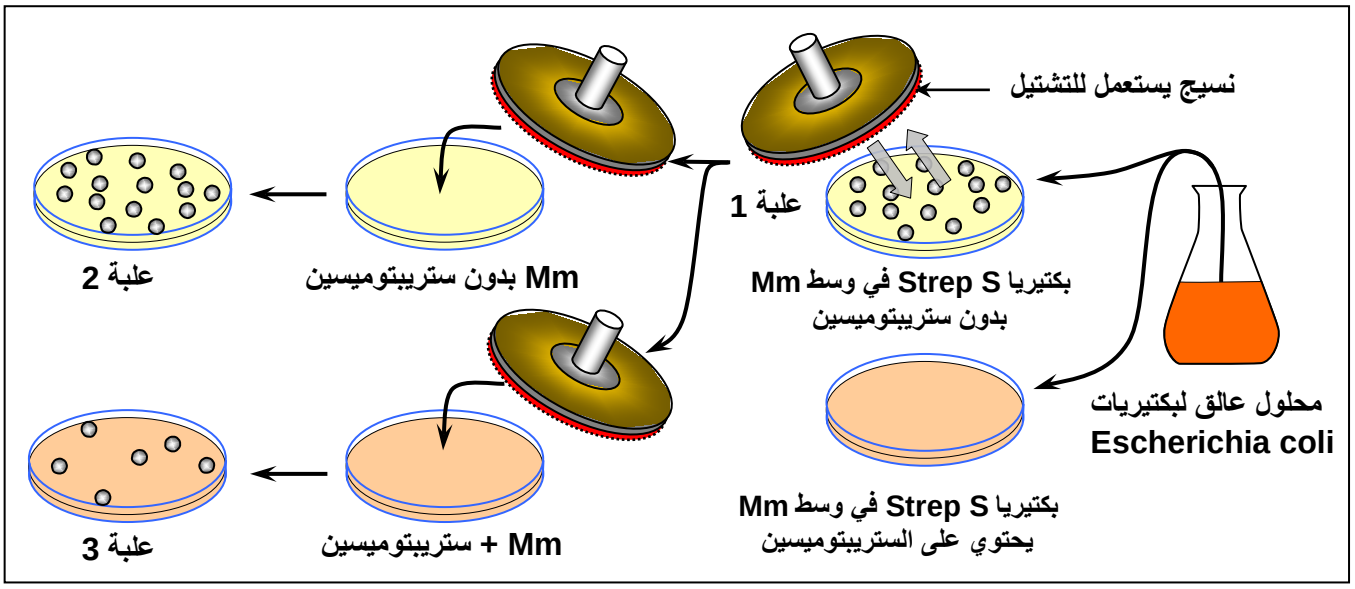
E.coli هي بكتيريا تكون عادة حساسة للمضاد الحيوي ستريبتوميسين Streptomycine Antibiotique، ويصطلح على تسميتها Strep S.

يعطي الشكل أسفله ملاحظة الكترونوغرافية لبكتيريا E.coli مع رسم تخطيطي توضيحي لبنية هذه البكتيريا



التجربة الأولى:

- نزرع بكتيريا حساسة للستريبتوميسين (Strep S) في وسط أدنى (أملاح معدنية + غراء + سكر) = (Mm) بدون ستريبتوميسين (علبة بيتري 1).
- نحضن هذه البكتيريات في حرارة 37°C لعدة ساعات، فنلاحظ ظهور مستعمرات بكتيرية (colonie) = (لمات بكتيرية clone).
- بعد ذلك، تم تشتيلها (نقلها) إلى أوساط مختلفة كما هو مبين على الوثيقة أسفله:



1) انطلاقا من معطيات هذه التجربة، أعط تعريفا للمة.
2) صف هذه التجربة، ثم حدد ما هو المشكل الذي تطرحه هذه النتائج؟
3) اقترح تفسيرا لنتائج هذه التجربة.

التجربة الثانية:

نضع بكتريا Strep S غير قادرة على العيش في وسط لا يحتوي على اللاكتوز (Lactose). وتتطلب هذه البكتريا هذا الأخير للعيش ولهذا يرمز إليها ب (Lac^-)، ادن هذه البكتريا سيرمز إليها ب ($Strep\ s\ ,\ Lac^-$). إذا تتبعنا هذه التجارب فإننا نحصل بالإضافة للبكتريا المذكورة سابقا على أنواع أخرى والتي هي:
($Strep\ r\ ,\ Lac^-$) ، ($Strep\ r\ ,\ Lac^+$) ، ($Strep\ s\ ,\ Lac^+$).

4) ماذا تستنتج من تحليل معطيات التجربة الثانية؟
5) اربط بين نتائج التجربتين وبنية جزيئة ADN ثم استخلص مفهوم المورثة Le gène ومفهوم الحليل.

الوثيقة 2: تجربة Beadle و Tatum 1941.

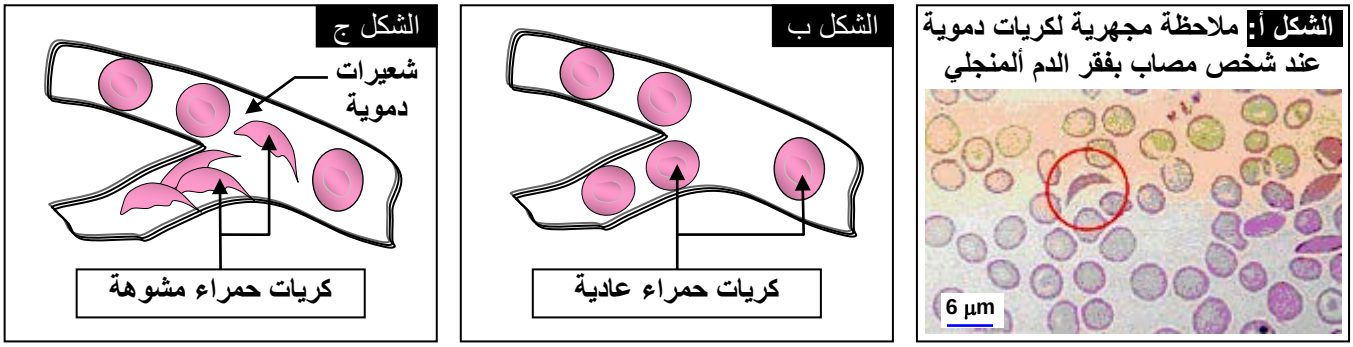
قصد الكشف عن العلاقة صفة – بروتين – مورثة، نعمل على استثمار معطيات تجربة Beadle وTatum:
النوروسبورا Neurospora عفن مجهري على شكل غزل فطري، ينمو عادة على الخبز. يمكن للسلالة المتوحشة أن تعيش في وسط أدنى يحتوي على سكر + ماء + أملاح الأمونيوم. بينما توجد سلالة طافرة غير قادرة على العيش في هذا الوسط.
نقوم بزرع السلالة الطافرة في وسط أدنى + الحمض ألأميني التريبتوفان L'acide aminé Tryptophane فنلاحظ أن هذه السلالة قادرة على العيش والتكاثر في هذا الوسط وحده.

1) ماذا تستنتج من هذه التجربة؟
يتم تركيب التريبتوفان عبر سلسلة من التفاعلات الأنزيمية، يمكن تلخيصها فيما يلي:

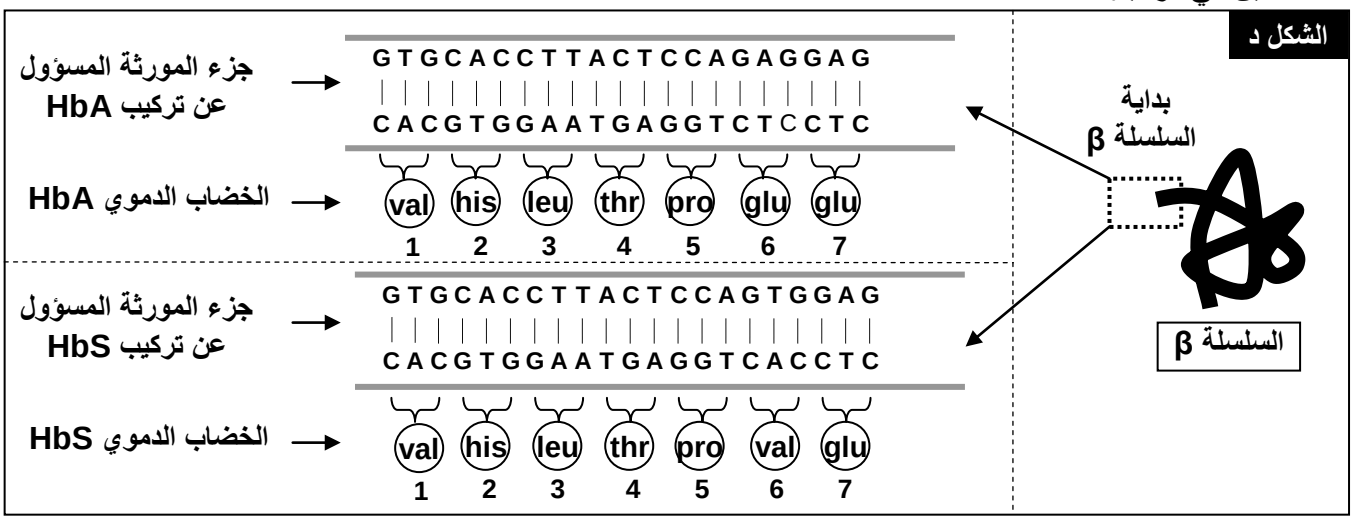
2) ماذا تستخلص إذا علمت أن بعض السلالات الطافرة يكفيها وجود حمض أنترانيليك في الوسط لكي تعيش وتتكاثر؟

الوثيقة 3: فقر الدم المنجلي L'anémie falciforme.

الخضاب الدموي L'hémoglobine، بروتين يوجد داخل الكريات الحمراء وله دورين: دور وظيفي يتجلى في نقل الغازات التنفسية، ودور بنيوي يتجلى في إعطاء الشكل الكروي المقعر للكريات الحمراء.
فقر الدم ألمنجلي مرض استقلابي ناتج عن تركيب خضاب دموي غير عادي (تشوه الكريات الحمراء تصبح منجلية الشكل) يرمز له ب (HbS)، بينما يرمز لخضاب الدم العادي ب (HbA). أنظر الشكل أ.
عند تحرير (HbS) للأكسيجين يصبح الخضاب غير دواب ويترسب على شكل ابر تشوه مظهر الكريات الحمراء التي تفقد ليونتها وتسد الشعيرات الدموية، مما ينتج عنه فقر في إمداد الخلايا بالأكسيجين. (الشكل ب والشكل ج)

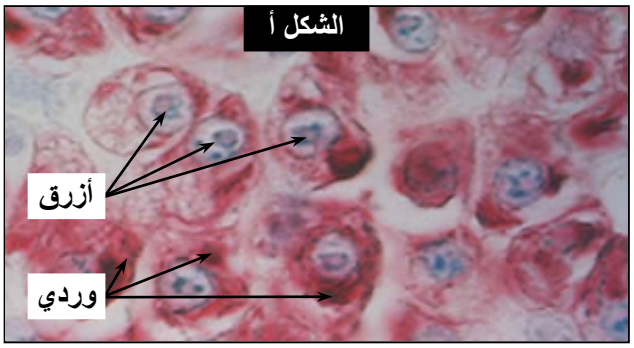


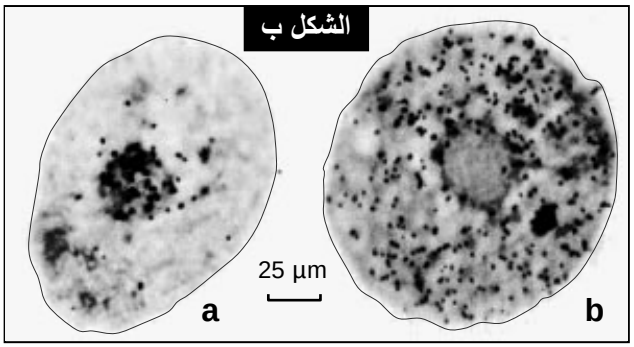
يعطي الشكل د تسلسل الأحماض الأمينية المكونة لجزء من جزيئة الخضاب الدموي مع جزء من المورثتين المتحكمتين في تركيبهما.



1) قارن سلسلتي HbA وHbS من جهة ومورثة HbA وHbS من جهة أخرى.
2) ماذا تستنتج؟

الوثيقة 4: الكشف عن الوسيط بين النواة والسيتوبلازم.





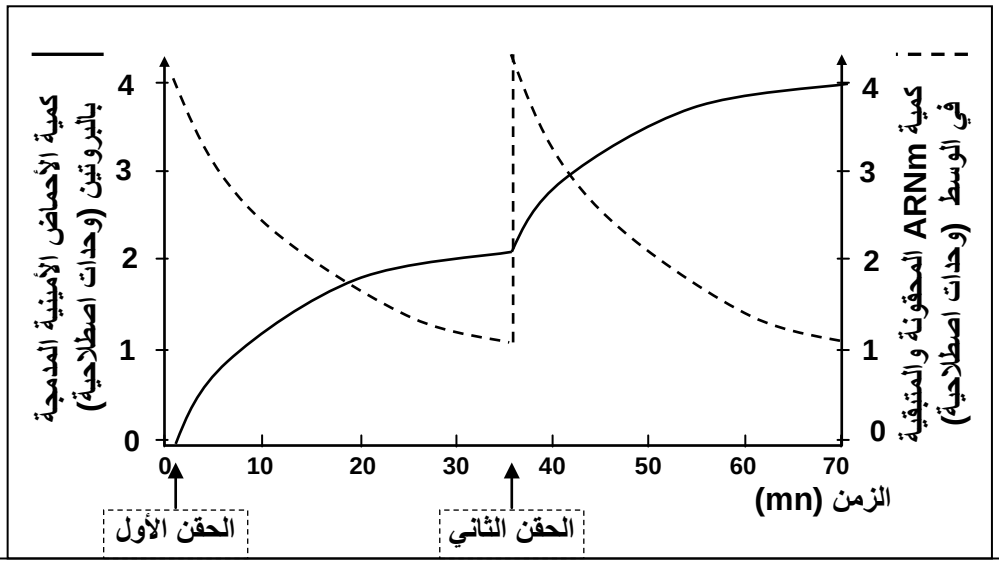
تضم الخلايا جزيئات يقارب تركيبها الكيميائي تركيب ADN، وتسمى ARN. نكشف عن تموضع الجزيئتين معا في خلايا البنكرياس التي تنتج كمية كبيرة من البروتينات، باستعمال خليط من ملونين: أخضر الميتيل الذي يلون ADN بالأزرق المخضر، والبيرونين الذي يلون ARN بالوردي. أنظر الشكل أ من الوثيقة.

كما يمكن أن يضاف إلى وسط زرع الخلايا مكون نوعي لجزيئة ARN مشع، ثم نلاحظ تطور الإشعاع داخل الخلية، فنحصل على النتائج المبينة على الشكل ب من الوثيقة:
a: صورة إشعاعية ذاتية لخلية زرعت مدة 15min بشير مشع نوعي لـ ARN.
b: صورة إشعاعية ذاتية لخلية مماثلة عرضت مدة 15min لنفس البشير المشع، ثم زرعت مدة 1h 30min في وسط يحتوي على بشائر أخرى عادية (غير مشعة).
تمثل النقطة السوداء في الصور أمكنة وجود ARN المشع.

ماذا تستنتج من هذه المعطيات التجريبية؟ حدد الخاصية المميزة لـ ARN معللا نعته بـ ARN الرسول.

الوثيقة 5: تجربة تركيب البروتينات في الزجاج.

انطلاقا من عصيات كولونية نعد مستخلصا يحتوي على جميع المكونات السيتوبلازمية اللازمة لتركيب البروتينات، ماعدا ADN. بعد ذلك نضيف لهذا المستخلص كميتين من ARNm وأحماض أمينية، خلال فترتين مختلفتين.

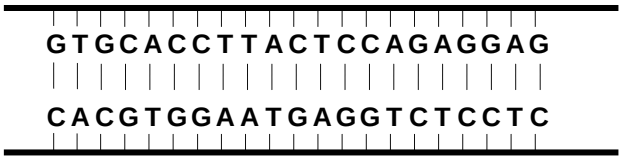


يعطي المبيان أمامه، تطور كمية ARNm والأحماض الأمينية المدمجة في البروتينات بعد كل حقن لـ ARNm وأحماض أمينية.

ماذا تستنتج من تحليل معطيات هذه التجربة؟

الوثيقة 6: مقارنة جزيئة ADN وجزيئة ARN.

تعطي الرسوم التخطيطية أسفله جزء المورثة المسؤولة عن تركيب الخضاب الدموي HbA و جزيئة ARNm المناسب له. انطلاقا من مقارنة الجزيئتين وبالاعتماد على معطيات الوثيقة 7، استنتج بنية جزيئة ARN.

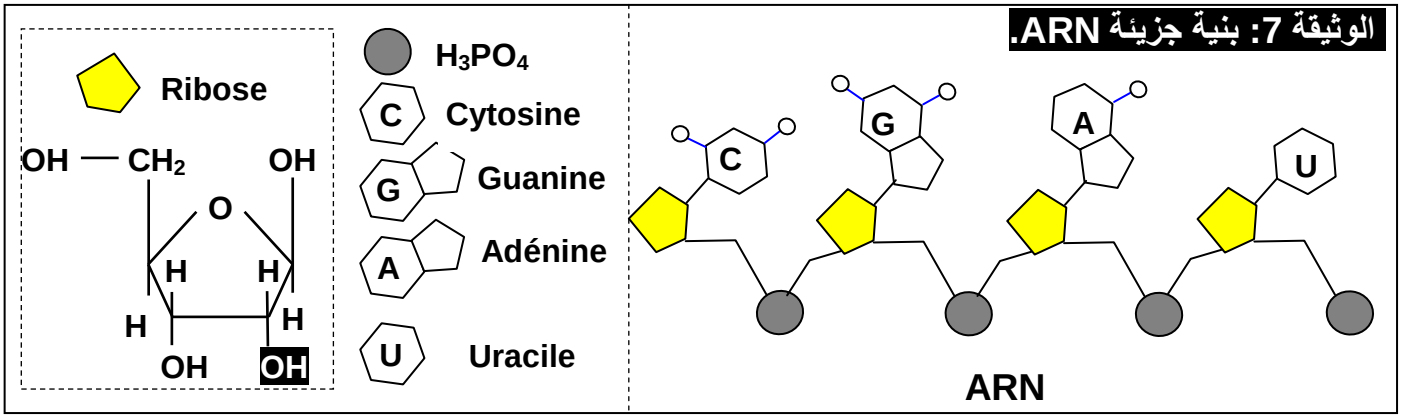


جزء من ADN المسؤول عن تركيب HbA

ARNm المناسب لـ ADN المسؤول عن تركيب HbA

U = قاعدة ازوتية هي الأوراسيل (Uracile)

الوثيقة 7: بنية جزيئة ARN.

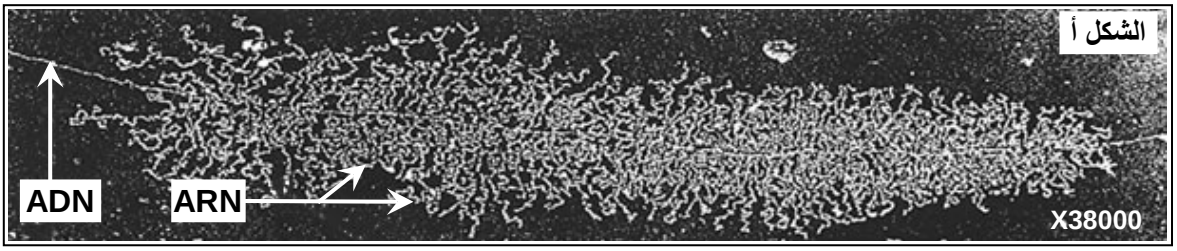


الوثيقة 8: بنية جزيئة ARN.

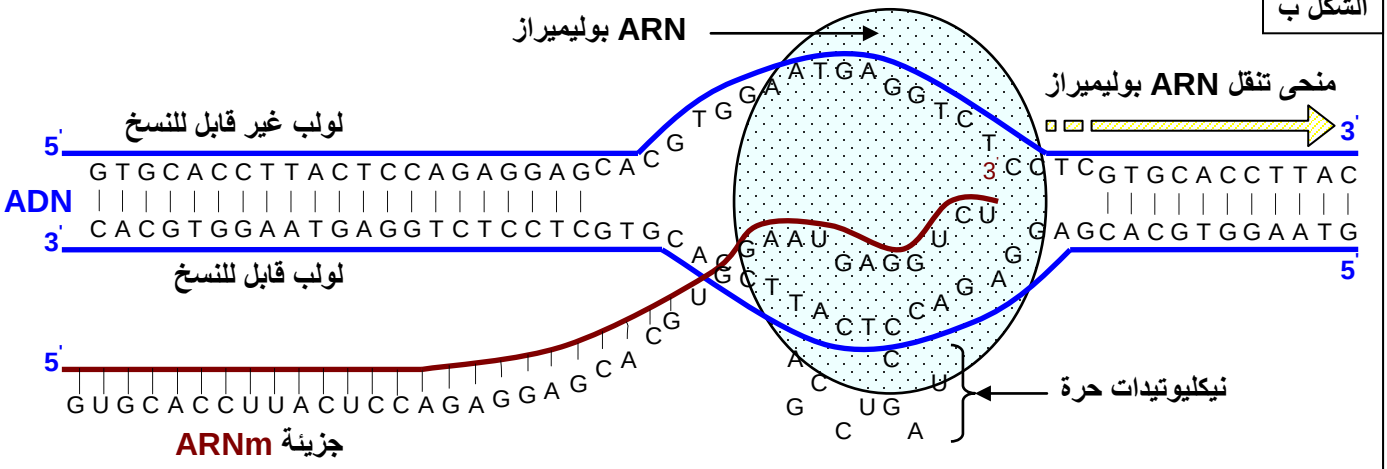
للـ ARNm والـ ADN بنية متشابهة نسبيا، حيث أنهما معا يتشكلان من متتالية نيكليوتيدات. وتلعب جزيئة ARNm دور الوسيط بين الـ ADN في النواة وتركيب البروتينات في السيتوبلازم، اذ يعمل على نقل الرسالة الوراثية من ADN بشكل متطابق. تسمى هذه العملية بالاستنساخ (النسخ الوراثي) La transcription.

يعطي الشكل أ من الوثيقة صورة الكترونوغرافية لنواة خلية بيضية عند الضفدعة أثناء عملية النسخ.

يعطي الشكل ب رسما تخطيطيا توضيحيا لآلية نسخ جزيئة ARN الرسول (ARNm).



الشكل ب



اعتمادا على معطيات هذه الوثيقة حدد مراحل تركيب جزيئة ARNm انطلاقا من ADN.

الوثيقة 9: معطيات حول الطفرات:

كشفت دراسة الطفرات عن ما يلي:

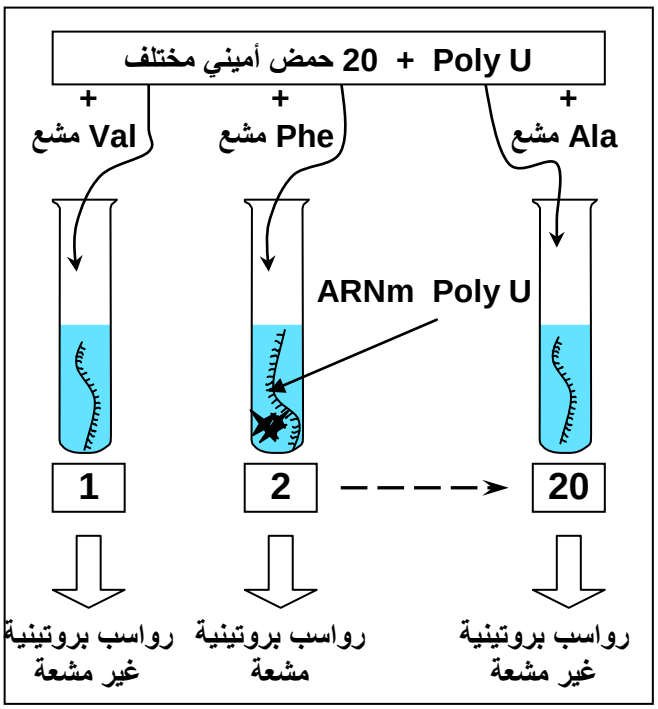
- يؤدي تغيير نيكليوتيد واحد أو اثنان أو ثلاثة نيكليوتيدات متتالية في المورثة، إلى تغيير متتالية النيكليوتيدات في ARNm، وبالتالي تغيير حمض أميني واحد في البروتين.
- يؤدي تغيير أربعة أو خمسة أو ستة نيكليوتيدات متتالية في المورثة، إلى تغيير متتالية النيكليوتيدات في ARNm، وبالتالي تغيير حمضين أمينيين في البروتين.
- يؤدي تغيير سبعة أو ثمانية أو تسعة نيكليوتيدات متتالية في المورثة، إلى تغيير متتالية النيكليوتيدات في ARNm، وبالتالي تغيير ثلاثة أحماض أمينية في البروتين.

عن ماذا تكشف هذه المعطيات ؟

الوثيقة 10: تجارب Nirenberg و Matthaei (1962):

في بداية الستينات تمكن الباحثون من عزل أنزيم قادر على بلمرة النيكليوتيدات وتركيب جزيئة مشابهة لجزيئة ARNm (عديد نيكليوتيد اصطناعي)، الشيء الذي مكن Nirenberg وMatthaei من انجاز التجارب التالية:
عزل مستخلص خلوي من بكتيريا E.coli يتوفر على كل العناصر السيتوبلازمية اللازمة لتركيب البروتينات (أنزيمات، ريبوزومات، ATP، GTP، وMg^{2+}) لكن بدون ADN وبدون ARNm.

وضع المحتوى الخلوي تحت حرارة 37°C في 20 أنبوب اختبار، ثم أضيف لكل أنبوب اختبار 20 حمض أميني. حيث أن كل أنبوب يتميز بكون حمض أميني واحد موسوم بالكربون المشع ^{14}C. بعد ذلك تضاف إلى كل وسط جزيئات ARNm اصطناعية، ذات متتالية نيكليوتيدية معروفة، مثلا متتالية مكونة من نيكليوتيدات لا تحتوي إلا على قاعدة ازوتية واحدة هي الأوراسيل -U- وبذلك يرمز له بـ ARNm Poly U.



في آخر التجربة وسط واحد من هذه الأوساط يظهر سلسلة عديد الببتيد مشعة، هذا الوسط يتميز بتوفره على الحمض الأميني الفينيلالانين.

1) ماذا تستنتج من هذه المعطيات ؟

عندما نستعمل ARNm Poly C نحصل على متتالية من البرولين Pro.
عندما نستعمل ARNm Poly A نحصل على متتالية من الليزين Lys.
عندما نستعمل ARNm Poly GU نحصل على متتالية من حمضين أمينيين السيستين-الفالين Val-Cys.

2) حدد الوحدة الرمزية التي تطابق كل حمض أميني من الأحماض الأمينية التي تكشف عنها هذه التجارب.

الوثيقة 11: جدول الرمز الوراثي Code génétique:

يسمى نظام التطابق بين الوحدات الرمزية التي يحملها ARNm، وبين الأحماض الأمينية التي ترمز لها، بالرمز الوراثي، ويلخص الجدول أسفله، الأحماض الأمينية المقابلة لكل وحدة رمزية.

الحرف الأول	الحرف الثاني U		الحرف الثاني C		الحرف الثاني A		الحرف الثاني G		الحرف الثالث
U	UUU	Phe الفينيلالنين	UCU	Ser سيرين	UAU	Tyr تيروزين	UGU	Cys سيستيين	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	Leu لوسين	UCA		UAA	STOP بدون معنى	UGA	STOP بدون معنى	A
	UUG		UCG		UAG		UGG	Trp تريبتوفان	G
C	CUU	Leu لوسين	CCU	Pro برولين	CAU	His هستدين	CGU	Arg أرجينين	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	Gln غلوتامين	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	Ileu ازولوسين	ACU	Thr تريونين	AAU	Asn أسبارجين	AGU	Ser سيرين	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	Lys ليزين	AGA	Arg أرجينين	A
	AUG	Met ميثيونين	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	Val فالين	GCU	ala ألنين	GAU	Asp حمض أسبارتيك	GGU	Gly غليسين	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	Glu حمض الغلوتاميك	GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G

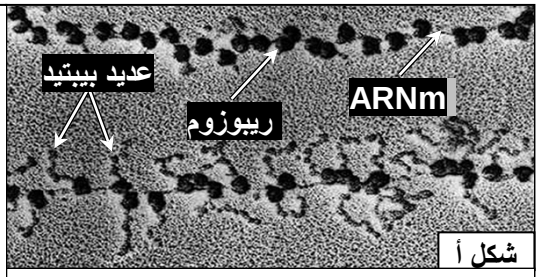
الوثيقة 12: العناصر المتدخلة في تركيب البروتينات:

تتم عملية تركيب البروتينات بتواجد ARNm، لكن هناك عدة عناصر أخرى تتدخل خلال هذه العملية، لتُحول الرسالة المحمولة على ARNm، إلى سلسلة أحماض أمينية. توضح الوثائق أمامه أهم هذه العناصر:

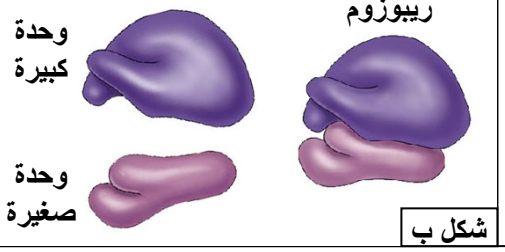
★ الشكل أ: ملاحظة الكترونوغرافية تظهر ارتباط الريبوزومات ب ARNm.

★ الشكل ب: رسم تخطيطي يوضح بنية الريبوزوم.

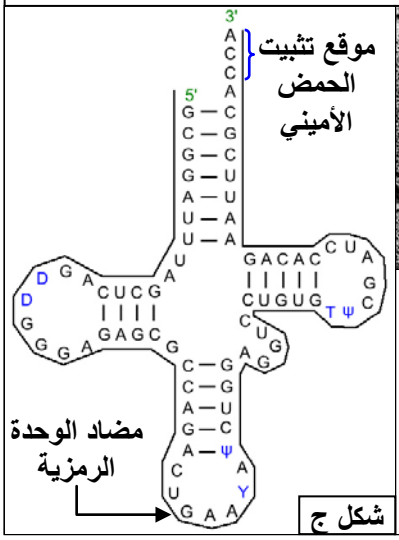
★ الشكل ج: جزيئة ARNt



شكل أ



شكل ب



شكل ج

الوثيقة 13: مراحل الترجمة La traduction: