المجال التعلمي رقم (01): التخصص الوظيفي للبروتينات

الوحدة التعلمية الأولى تركيب البروتين

النشاط 5: مراحل الترجمة

1- **مقر تركيب البروتين في الهيولى:** (لاحظ الوثيقة (1) ص 24) :

العضيات المتدخلة في تركيب البروتين على مستوى الهيولى هي : متعدد الريبوزوم (البوليزوم)

تعريف البوليزوم : هو ارتباط عدد من الريبوزومات لجزء واحد من الـ ARNm حيث يقوم كل ريبوزوم بإنتاج سلسلة ببيتيدية في آن واحد .

العلاقة بين متعدد الريبوزوم و كمية البروتين المصنعة:

إن متعدد الريبوزوم هو طريقة فعّالة في تركيب البروتين بسرعة لإنتاج كمية معتبرة من نفس البروتين في وقت أقل و يمكن اعتبار عدد الريبوزومات المرتبطة هو وسيلة للتحكم في سرعة و كمية البروتين حسب حاجة الخلية .

ومنه فربط الأحماض الأمينية في متتالية محددة على مستوى ريبوزومات متجمعة في وحدة متمايزة تدعى متعدد الريبوزوم حيث تسمح القراءة المتزامنة للـ ARNm من طرف عدد من الريبوزومات بزيادة كمية البروتين المصنعة .

2- **إثبات دور متعدد الريبوزوم :**

نتائج تجريبية: تم دراسة كمية البروتين المصنعة في مستخلص خلوي يحتوي على كافة مستلزمات الترجمة في وجود متعدد الريبوزوم ، حيث تم إضافة إنزيم ريبونيوكلياز (إنزيم خاص يفكك الـ ARNm) فأظهرت نتائج التجربة اختفاء متعدد الريبوزوم و عدم تشكل البروتين .

نتيجة : تشكل متعدد الريبوزوم ضروري لتركيب البروتين

3- **أنماط الـ ARN الهيولية :** (لاحظ الوثيقة (2) ص 25) :

تبين الوثيقة نتائج فصل الـ ARN الهيولية بطريقة الطرد المركزي

تحتوي الوثيقة على أنابيب الطرد المركزي و البقع التي تم الحصول عليها حسب وزنها (كثافتها) بالإضافة إلى المنحنيات التي توضح كمية الـ ARN في شوكة و تمت القياسات أثناء و خارج أوقات تركيب البروتين .

❖ التحليل المقارن للتسجيلين (أ) و (ب):

يظهر في التسجيل (أ) أثناء فترة تركيب البروتين القمم (1) وَ (2) وَ (3) وَ (4) وَ (5) ، أما التسجيل (ب) فيظهر فيه الدورات (1) وَ (2) وَ (3) وَ (4)

من مقارنة التسجيلين نلاحظ غياب القمة (5) في التسجيل (ب) ، وهذا يعني أنه لا يوجد نوع من الـ ARN الممثل بالقمة (5) أي أنه تشكل فقط في فترة تصنيع البروتين .

نتيجة:

نستنتج أن الذروة (5) تبين ظهور نوع من الـ ARN أثناء تصنيع البروتين و اختفائه خارج فترة تركيب البروتين .

تحليل الوثيقة (3) ص 25 :

يُمثل الجدول الموضح في الوثيقة جدول تم فيه عرض معطيات عامة غير مرتبطة بشروط التجربة الموضحة في الوثيقة (2) حيث أن معطيات الجدول تؤكد و توضح نتائج التجربة .

- **تحديد نوع الـ ARN في كل ذروة :**
- الذروة (1) وَ (2) وَ (3) تمثل الـ ARNr (الـ ARN الريبوزومي) .
- الذروة (4) تمثل الـ ARNt (الـ ARN الناقل) .

بالرغم من تواجد أنواع كثيرة من الـ ARNt فإن هذه الأنواع لها نفس الوزن الجزيئي تقريبًا و هي تختلف في تتابع النيوكليوتيدات و ليس في الوزن مما يؤدي إلى ظهورها في نفس الذروة .

- الذروة (5) تمثل الـ ARNm لاختفائها خارج أوقات تركيب البروتين .

يكون عدد النيوكليوتيدات في الـ ARNm مختلف لتغير طوله بتغير المورثة (عدد الأحماض الأمينية في البروتين التي تم استنساخها) .

ملاحظة :الـ ARNt والـ ARNr يتواجدان بصورة دائمة ، فهي تدخل في تركيب أي بروتين ، أمّا الـ ARNm فيظهر فقط أثناء فترة تركيب البروتين فهو يحمل معلومة وراثية لبروتين معين و يتفكك بعد الانتهاء من تركيب البروتين .

منتدى الدراسة الجزائري www.eddirasa.com

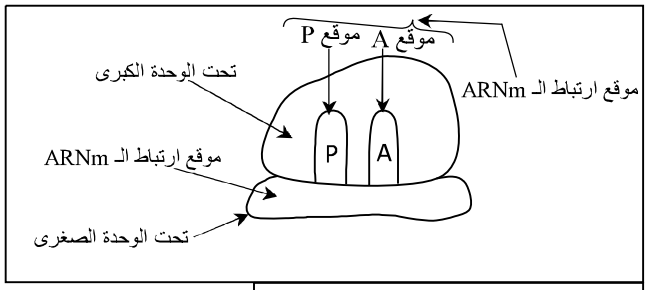
4- **بنية و مكونات الريبوزوم :** (لاحظ الوثيقة (3) وَ (4) ص 26) :

- الطبيعة الكيميائية للريبوزوم : يتكون الريبوزوم من بروتينات و أحماض نووية من نوع الـ ARNr
- وصف بنية الريبوزوم : الريبوزومات هي مقر تركيب البروتين و هي عضيات متكونة من تجمع بروتينات و حمض نووي ريبي ريبوزومي (ARNr) و تتشكل من تحت وحدتين .
  - تحت وحدة صغيرة تحمل وحدة قراءة الـ ARNm
  - تحت وحدة كبيرة تحمل موقعين تحفيزيين :

الموقع (P) موقع بيبتيدي يسمح باتصال الحمض الأميني بالسلسلة البيبتيدية النامية

الموقع (A) موقع الحمض الأميني و هو الذي يستقبل الـ ARNt الحامل للحمض الأميني الجديد (اللاحق في الترتيب) .

- يتعرف الـ ARNt على الرامزة الموافقة على الـ ARNmعن طريق ثلاث نيوكليوتيدات تشكل الرامزة المضادة و المكملة لها .



رسم تخطيطي يوضح بنية الريبوزوم

5- **بنية الـ ARNt :**

الأجزاء الرئيسية في بنية الـ ARNt هي :

- مكان تثبيت الحمض الأميني
- موقع الرامزة المضادة .

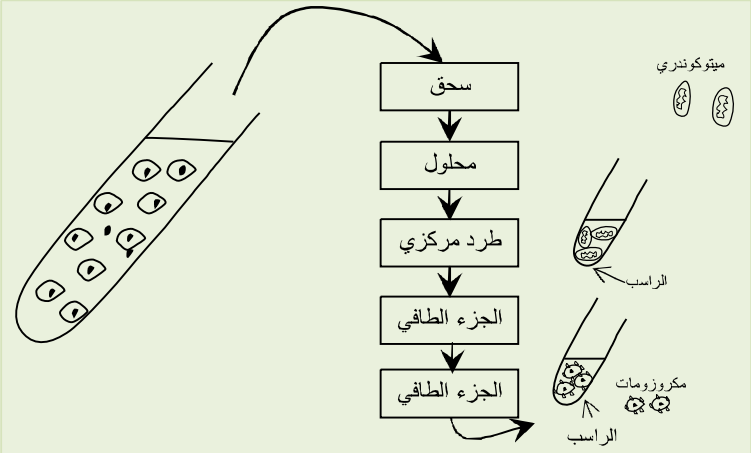
6- **تنشيط الأحماض الأمينية :** (لاحظ الوثيقة (7) وَ (8) ص 28) :

العناصر اللازمة لتنشيط الأحماض الأمينية الضرورية (الأمينية) هي طاقة في شكل ATP و إنزيم نوعي

❖ دراسة نتائج اصطناع البروتين في حمض زجاجي :

تجربة : نستعمل مستخلص لخلايا كبدية تم الحصول عليه بواسطة السحق في وسط يصلح للمحافظة على سلامة و بنية العضيات الخلوية و وظيفتها .

يخضع المستخلص السابق لعملية الطرد المركزي و بسرعات متزايدة تسمح العملية بالفصل التدريجي لمختلف المكونات حسب الثقل و الشكل التالي يمثل نتائج الفصل:



الوثيقة (1) نتائج فصل المعلق الخلوي بالطرد المركزي

لإثبات قدرة مختلف العضيات على تركيب البروتين توضع كل عضية على حدا في وسط زجاجي يضاف إليه أحماض أمينية مشعة و مركب غني بالطاقة و إنزيمات متخصصة ، وبعد عملية حضن لمدة كافي تقدر كمية الإشعاع للبروتينات المصنعة في مختلف الأوســـاط .

محتوى كل أنبوب و نتائجه ممثلة في الجدول التالي :

العضيات	إشعاع البروتينات و كميتها (وحدة دولية)
مستخلص كلوي كامل	10,8
ميتوكوندري	1,3
ميكروزومات (ريبوزومات + أغشية خلوية)	1,1
المحلول الطافي النهائي	0,4
ميتوكوندري + مكروزومات	10,2
ميتوكوندري + المحلول الطافي	1,5
ميتوكوندري + مكروزومات بعد غليها	1,2

موقع الدراسة الجزائري www.eddirasa.com

مناقشة النتائج التجريبية:

تسمح نتائج هذه التجربة بتحديد شروط و مقر تركيب البروتين حيث يتم تركيب البروتين في الريبوزومات في وجود مستخلص خلوي يحتوي على إنزيمات أنواع الـ ARN و أنواع الحموض الأمينية و في وجود الطاقة .

7- **مراحل حدوث الترجمة:** (لاحظ الوثيقة (9) ص 29 :

توضح الوثيقة مراحل و آلية حدوث الترجمة التي تتم في ثلاث مراحل و هي : الانطلاق ، الاستطالة ، النهاية

العناصر الضرورية لانطلاق الترجمة هي : تحت الوحدة الصغرى للريبوزوم ، الـ ARNt الخاص بالميتيونين ، و تحت الوحدة الكبرى .

❖ الظواهر التي تحدث في نهاية الترجمة هي :
- انفصال السلسلة الببتيدية المتشكلة .
- انفصال الـ ARNt الأخير .
- انفصال الـ ARNm ثم تفككه .
- انفصال تحت وحدتي الريبوزوم .
- انفصال الميتيونين عن بداية السلسلة الببتيدية .

❖ تتم عملية الترجمة في ثلاث مراحل هي :

أ) مرحلة الانطلاق (البداية) :
- يثبت الـ ARNm على تحت الوحدة الصغرى للريبوزوم .
- تثبت الرامزة الأولى للـ ARNm (AUG) و تدعى الرامزة البادئة للتركيب على مضاد الرامزة الموجودة على الـ ARNt الأول .
- يتم تعرف الـ ARNtعلى الرامزة الثلاثية الموجودة على الـ ARNm عن طريق الرامزة المضادة .
- يتم ارتباط تحت الوحدة الكبرى للريبوزوم و بذلك يتشكل معقد الانطلاق .

ب) مرحلة الاستطالة :
- يتم توضع الـ ARNt الحامل للحمض الأميني الثاني في الموقع A للريبوزوم وفق الرامزة الثانية على جزيء الـ ARNm
- يتم تكوين الرابطة الببتيدية بين الحمض الأميني الأول و الثاني بتدخل إنزيمات خاصة و طاقة.
- ينفصل الحمض الأميني الأول عن الـ ARNt الذي ينفصل بدوره عن الموقع P للريبوزوم .
- يسمح تقدم الريبوزوم ثلاث نيوكليوتيدات بانتقال الـ ARNt الثاني من الموقع A إلى الموقع P ليحل محله ARNt جديد حامل لحمض أميني ثالث و الذي يملك رامزة مقابلة للرامزة الثالثة للـ ARNm ثم تتشكل رابطة ببتيدية بين الحمض الأميني الثالث و ثنائي الببتيد السابق .

ج) مرحلة النهاية : تنتهي الترجمة بوصول موقع القراءة للريبوزوم إلى إحدى رامزات التوقف و هي (UGA) ، (UAG) ، (UAA) .
- ينفصل الـ ARNt لآخر حمض أميني ليصبح عديد الببتيد المتشكل حرًا .
- تنفصل تحت وحدتي الريبوزوم عن بعضهما البعض .
- انفصال الـ ARNm .
- يتحرر البروتين المتشكل و ينفصل الميتيونين عن أول السلسلة الببتيدية .

8- **مصير البروتين المتشكل :** (لاحظ الوثيقة (10) ص 31) :

تمثل الوثيقة المسار الذي يسلكه البروتين من مكان التركيب (الريبوزومات) إلى مكان النضج (جهاز غولجي) ، ثم طرح البروتين خارج الخلية عن طريق الحويصلات الإفرازية في حالة البروتينات الإفرازية .

أي أن البروتين بعد تركيبه ينضج و يوجه إلى المقر الذي يؤدي فيه وظيفته داخل أو خارج الخلية .

- يمثل المنحنى البياني في الوثيقة (11) النشاط الإشعاعي في عضيات الخلية

في البداية يكون النشاط الإشعاعي مرتفع في الشبكة الهيولية الفعّالة و منخفض في جهاز غولجي و الحويصلات الإفرازية .

خلال التجربة ينخفض الإشعاع في الشبكة الهيولية و يزداد في جهاز غولجي و يرتفع في الحويصلات الإفرازية .

في نهاية التجربة يصبح الإشعاع منخفض جدًا في الشبكة الهيولية الفعّالة و جهاز غولجي في حين يبلغ قيمته القصوى في الحويصلات الإفرازية .

- الغرض من تواجد البروتين في كل عضية :
  - الريبوزوم : مقر تركيب البروتين .
  - جهاز غولجي: مقر اكتمال و نضج البروتين .
  - الحويصلات الإفرازية : هي وسيلة نقل البروتين إلى خارج الخلية عن طريق الإطراح الخلوي .

9- **مقارنة التعبير المورثي عند حقيقيات و بدائيات النوى :** (لاحظ الوثيقة ص 35) :

حقيقيات النوى	بدائيات النوى
- يوجد غلاف نووي يعزل المورثات المحمولة على الصبغيات في النواة . - يتم الاستنساخ في النواة و بعدها تتم الترجمة في الهيولى لذلك يستغرق وقت طويل. - النسخ و الترجمة غير متزامنتان . - الـ ARNm النهائي الذي يترجم أقص من الـ ADN . - المورثات موزعة على عدة صبغيات . - المادة الوراثية تستنسخ كليًا و لا تترجم كليًا .	- لا يوجد غلاف نووي ، لدى توجد المورثات في السيتوبلازم . - تبدأ الترجمة قبل انتهاء النسخ و تحدث الآليتين في نفس الوقت و الموقع لذلك سرعة التركيب الحيوي كبيرة . - النسخ و الترجمة متزامنتان . - الـ ARNm وَ الـ ADN بنفس الطول . - كل المورثات موجودة على نفس الصبغي . - النسخ و الترجمة كليًا .

الخلاصة

- الترجمة : هي تحويل اللغة النووية إلى لغة بروتينية و يتم خلالها ترجمة المعلومات الوراثية التي يحملها الـ ARNm إلى متتالية من الأحماض الأمينية في الهيولى .
- يتم ربط الأحماض الأمينية في متتالية محددة على مستوى الريبوزومات .
- تتطلب الترجمة العناصر التالية:

ريبوزومات ، ARNt ، ARNm ، الطاقة (ATP) ، إنزيمات خاصة ، الأحماض الأمينية .

- تتضمن الترجمة ثلاث مراحل :

الانطلاق ، الاستطالة ، النهاية .

- تركيب البروتين عند بدائيات النوى يتم في مرحلتين تحدثان في نفس المكان و في آن واحد ، أي تنطلق الترجمة قبل الاستنساخ .

أما عند حقيقيات النوى فآليتي النسخ و الترجمة منفصلتان تمامًا في الزمان و المكان و هذا راجع لوجود نواة معزولة عن الهيولى .

- النسخ و الترجمة آليتان منظمتان حسب حاجيات العضوية و التي تشرف عليها إنزيمات متخصصة (نوعية) .
- البروتين المركب ينقل على جهاز غولجي لاكتمال نضجه ثم إلى الحويصلات الإفرازية في حالة الخلية الإفرازية ، أو يوجه إلى المقر الذي يؤدي فيه وظيفته داخل أو خارج الخلية .

تمريـــن :

1- تمثل الوثيقة (1) تتالي النيوكليوتيدات في الـ ARNm المسؤول عن تركيب الأحماض الأمينية الأخيرة لجزيء الأنسولين

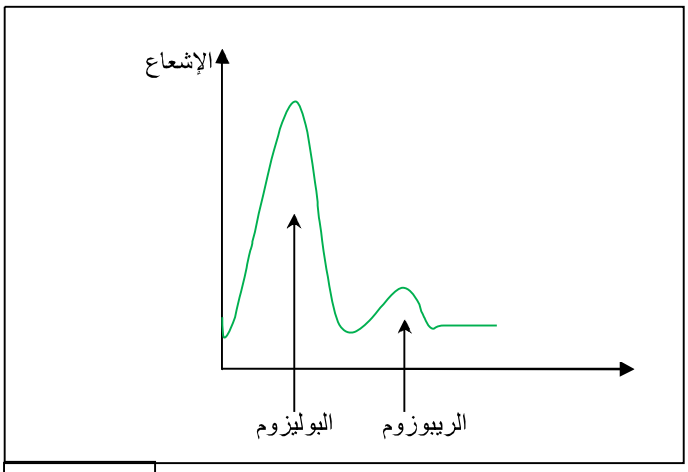
أ) باستعمال جدول الشفرة الوراثية حدد تركيب السلسلة البيبتيدية للأحماض الأمينية الأخيرة و الموافقة لقطعة الـ ARNm .

ب) مثل جزء من المورثة المسؤول عن تركيب سلسلة الأحماض الأمينية الأخيرة .

الوثيقة (1)

2- بتقنية خاصة تعتمد على استعمال الأحماض الأمينية المشعة نتبع تركيب البروتين على مستوى بوليزوم و على مستوى الريبوزوم الحر

النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2) :



الوثيقة (2)

أ. ما هي المعلومات التي تقدمها الوثيقة (2) فيما يخص تركيب البروتين ؟

ب. حدد المراحل الأساسية في تركيب البروتين ، و ما هي العناصر التي تتدخل في ذلك ؟ .

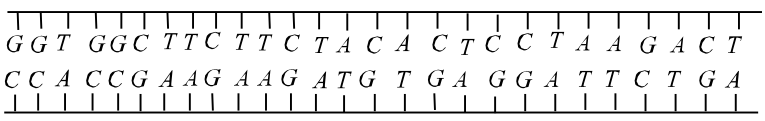
ج. إن عملية تركيب البروتين تتطلب تدفق المعلومة و المادة و الطاقة . وضح ذلك .

الحل:

1- أ) متعدد البيبتيد (البروتين) :

Gly – Gly – Phe – Phe – Tyr – Thr – Pro – Lys – Thr

ب) سلسلة الـ ADN :



2- أ) المعلومة التي تقدمها الوثيقة (2) فيما يخص تركيب البروتين هي :

ب) المراحل الأساسية في تركيب البروتين هي :
الاستنساخ و الترجمة
العناصر التي تتدخل في تركيب البروتين في مرحلة الاستنساخ هي :
الـ ARNm ، ريبوزومات ، إنزيمات نوعية ، طاقة (ATP) ، ARNt .
ت) إن عمليتي الترجمة و الاستنساخ عمليات حيوية يتم فيها استعمال المادة (نيوكليوتيدات و أحماض أمينية) في تركيب مركبات جديدة تتمثل في حمض نووي ريبي جديد و بروتينات نوعية ، ويتطلب هذا النشاط تدفق للطاقة على شكل ATP تنتجها الميتوكوندري وتستعمل في تنشيط و نقل الأحماض الأمينية و كل النشاطات الإنزيمية المتدخلة في التركيب .

عن موقع www.eddirasa.com

البريد الإلكتروني: info@eddirasa.com