

## الوحدة الأولى: تركيب البروتين

### النشاط ٠١ : تذكير بالمكتسبات

- ١- دعامة المعلومة الوراثية: - تتواجد المعلومة الوراثية في الـ ADN ( $C_5H_{10}O_4$ ).  
- كل مورثة يعبر عنها ببروتين واحد.

### النشاط ٠٢ : مقر تركيب البروتين

- مقر تركيب البروتين هو الشبكة الهيولية الفعالة.
- ARNm هو المسؤول عن نقل المعلومة الوراثية من النواة إلى الهيولى.

### المكونات الكيميائية للـ ARNm:

الإماهة الكلية بالـ NaOH :

سكر ريبوز ( $C_5H_{10}O_5$ )، حمض الفوسفوريك  $H_3PO_4$ ، أربع قواعد آزوتية: A, G, C, U.

### الإماهة الجزئية بإنزيم الـ ARNase:

نحصل على أربع نيوكليوتيدات: نيوكليوتيدة اليوراسيل، نيوكليوتيدة السيتوزين، نيوكليوتيدة الأدينين، نيوكليوتيدة السيتوزين.

### - كيفية انتقال نيوكليوتيدة حرة إلى سلسلة من النيوكليوتيدات:

يرتبط المجموع الفوسفوري للنيوكليوتيدة مع السكر الريبوزي للنيوكليوتيدة أخرى في ذرة الكربون رقم ٣ برابطة أستر فوسفاتية محررا في كل مرة جزيئة ماء.

١- مراحل تركيب البروتين: يتم التعبير عن المعلومات الوراثية التي توجد على مستوى جزيئة الـ ADN في مرحلتين هما:

الإستنساخ (في النواة) و الترجمة (في الهيولى)

### النشاط ٠٣ : الاستنساخ:

- مقارنة بين جزيئتي الـ ADN و الـ ARN:

ARN	ADN
- عبارة عن سلسلة واحدة من تتابع النيوكليوتيدات. - ريبوز كامل ذرات الأكسجين $C_5H_{10}O_5$ - يتميز بالقاعدة الأزوتية U.	- عبارة عن سلسلتين من تتابع النيوكليوتيدات - ريبوز منقوص ذرة الأكسجين $C_5H_{10}O_4$ - يتميز بالقاعدة الأزوتية T.

- بما أن المعلومة الوراثية التي تخص البروتين تتواجد في الـ ADN و هي منظمة في صورة مورثات حيث يؤدي التعبير عنها إلى تركيب البروتين و تعتبر هذه الأخيرة مصدر النمط الظاهري، لذلك يتم نسخ تلك المعلومة الوراثية في صورة ARNm.

### - مراحل عملية الاستنساخ:

أ- الانطلاق: يرتبط إنزيم ARNm بوليميراز بمنطقة البداية للمورثة، يكسر الروابط الهيدروجينية و يفتح السلسلتين، ثم يبدأ بقراءة تتابع النيوكليوتيدات على إحدى سلسلتي AND و يربط النيوكليوتيدات الموافقة لها (تعرف بالسلسلة المستنسخة).

ب- الاستطالة: و فيها ينتقل إنزيم ARN بوليميراز على طول المورثة لقراءة المعلومات على جزيء ADN و ربط النيوكليوتيدات الموافقة.

ت- النهاية: يصل الإنزيم إلى نهاية المورثة حيث تتوقف استطالة ARNm الذي ينفصل على ADN و ينفصل الإنزيم و تلتحم سلسلتي ADN.

### ملاحظات:

- الـ ARN بوليميراز ضروري لتشكيل الـ ARNm.
- يمكن لعدة انزيمات من ARN بوليميراز أن تنسخ مورثة واحدة و ذلك لتسريع العملية.
- الـ ARNm بوليميراز هو الذي يأتي بنيوكليوتيدات الـ ARNm و يربطها بالتوافق مع السلسلة المستنسخة من الـ ADN.

**نضج الـ ARNm:** الـ ARNm الناتج بعد الاستنساخ مباشرة بـ ARNm أولي (Prémassager)، حيث في النواة تتدخل انزيمات متخصصة لتحذف منه القطع الغير دالة (Introns) (لا تترجم إلى أحماض أمينية) و تتركب القطع الدالة Exons (المتبقية) (لأنها تترجم إلى أحماض أمينية)، مع العلم أن هذه الظاهرة تحدث فقط في الكائنات الحية حقيقية النواة. بعدها يصبح الـ ARNm ناضجا أي جاهزا لعملية الترجمة، فيخرج من النواة عبر الثقب النووي و يتجه إلى مكان الترجمة في الشبكة الأندوبلازمية.

### النشاط ٠٤ : الترجمة:

يتم فيها التعبير عن اللغة النووية (ARNm) إلى لغة بروتينية (أحماض أمينية)

- تتمثل وحدة الشفرة الوراثية (في ARNm) بالرمزة و هي تتابع لـ ثلاث نيوكليوتيدات.

- كل رامزة تشفر لحمض أميني معين، و عدد الرامزات الثلاثية المكتوبة بـ ٤ قواعد آزوتية هي ٦٤ رامزة يقابلها ٢٠ حمض أميني، و من مجموع هذه الـ ٦٤ رامزة يوجد ٣ رامزات لا تشفر و هي رامزات التوقف (UGA, UAG, UAA)، و هناك أحماض أمينية يشفر لها برامزة واحدة مثل رامزة الانطلاق AUG التي تشفر للحمض الأميني الميثيونين Met.

١,٣- **مقر تركيب البروتين:** نعلم أن مقر تركيب البروتين هو الشبكة الهيولية الفعالة، لكن في الشبكة الفعالة توجد عضيات كثيرة، فما هي المسؤولة عن ذلك؟

العضية المسؤولة و المتدخلة في تركيب البروتين هي الريبوزوم، و عندما ترتبط عدة ريبوزومات لسلسلة ARNm تدعى في هذه الحالة بوليزوم Polysome يعني متعدد الريبوزوم.

٢,٣- **دور متعدد الريبوزوم:**

متعدد الريبوزوم هو طريقة فعالة في إنتاج سلاسل بيبتيديّة أكثر في وقت أقل. إذا نستطيع أن نقول أن كمية البروتين المشكلة تتناسب طرذا مع عدد الريبوزومات.

٣,٣- **أنماط ARN الهولي:**

أ- **الـ ARNm الرسول (messenger):**

- الطبيعة الكيميائية: يتكون من تتابع سلسلة واحدة من النيوكليوتيدات من النوع U, G, C, A.

- وصف البنية: عبارة عن سلسلة (خيط)

ب- **الـ ARNt الناقل (transfer):**

- الطبيعة الكيميائية: يتكون من سلسلة واحدة من متعدد النيوكليوتيدات.

- وصف البنية: يلتف ليأخذ شكلا معين (حرف L مقلوب) و يحتوي على موقعين هما: ١- موقع خاص بتثبيت الحمض الأميني، ٢- موقع خاص بالرامزة المضادة Anticodon (الشيفرة المضادة).

ج- **الـ ARNr الريبوزومي:**

- الطبيعة الكيميائية: يتكون من يروتينات و أحماض نوعية من نوع ARNr.

- وصف البنية: يتكون من تحت وحدة صغرى و تحت وحدة كبرى بينهما نفق لتوضع الـ ARNm و انزلاقه أثناء الترجمة، و نفق في تحت الوحدة الكبرى لخروج السلسلة البيبتيديّة المتشكلة، كما تحتوي تحت الوحدة الكبرى على موقعين للـ ARNt: موقع A خاص بالحمض الأميني و موقع P خاص بالبيبتيدي.

د- **تنشيط الأحماض الأمينية:** تعرف عملية ربط الحمض الأميني بالـ ARNt بعملية تنشيط الأحماض الأمينية، حيث يتدخل في هذه العملية إنزيم نوعي يربط الحمض الأميني الـ ARNt و مستهلكا في ذلك طاقة من نوع ATP.

**النشاط ٥: مراحل الترجمة:**

١- **مراحل الترجمة:** بعد أن تعرفنا على العضيات و أنماط الـ ARN المتدخلة في عملية الترجمة، سنتطرق الآن إلى مراحلها:

أ- **الانطلاق:** يتم فيها تشكل معقد الانطلاق: تتوضع تحت وحدة صغرى على خيط الـ ARNm ثم يرتبط الـ ARNt الأول حاملا للحمض الأميني الأول (الميثيونين) رامزة الإنطلاق AUG حيث يعرفه بالرامزة المضادة، ثم ترتبط تحت الوحدة الكبرى بتحت الوحدة الصغرى حيث يكون الـ ARNt الأول في الموقع P و الـ ARNt الثاني في الموقع A. ثم تتشكل رابطة بيبتيدي بين الحمضين الأميين بتدخل إنزيمات متخصصة و طاقة على شكل ATP. ثم ينفصل الحمض الأميني Met.

ب- **الإستطالة:** يتم فيها استطالة السلسلة البيبتيديّة: ينفصل الـ ARNt الأول ثم ينتقل الريبوزوم رامزة واحدة على ARNm فيصبح الـ ARNt الثاني في الموقع P و الموقع A فارغ، فيأتي الـ ARNt الثالث حاملا الحمض الأميني الثالث الموافق للرامزة الثالثة، و بنفس الطريقة تستطيل السلسلة البيبتيديّة.

ت- **النهاية:** انفصال معقد الانطلاق: يصل فيها الريبوزوم إلى إحدى رامزات التوقف (UGA, UAG, UAA) فتتفصل السلسلة البيبتيديّة و ينفصل عنها حمض الميثيونين، ينفصل الـ ARNm و يتفكك و تعود مكوناته إلى النواة و ينفصل الـ ARNt الأخير و تتفصل تحت الوحدتين عن بعضهما.

٢- **مصير البروتين بعد تركيبه:** بعد تركيب البروتين على مستوى البوليزومات المتواجدة بالهولي أو المرتبطة بالشبكة الأندوبلازمية، ينطوي و ينضج و يوجه نحو المقر الذي يؤدي فيه وظيفته داخل أو خارج الخلية. إذا كانت البروتينات المصنعة ستقرز خارج الخلية، فإنها تتجه من الش ه ف عن طريق حويصلات انتقالية إلى جهاز كولجي، هذا الأخير يضعها في حويصلات إفرازية و يصدرها إلى خارج الخلية بظاهرة الإطراح الخلوي.

**ملاحظة مهمة:** يتم تصنيع البروتين في أوليات النوى في مرحلتين تتمان في نفس المكان، أما عند حقيقيات النوى فتتزمان في مرحلتين منفصلتين و ذلك لوجود الغشاء النووي.