معلومات ضرورية من السنوات السابقة

1- النمط الظاهري والنمط الوراثي

- **النمط الظاهري:** هو مجموع الصفات التي تميز الفرد، قد تكون هذه الصفات: **مرفولوجية، فيزيولوجية** أو **كيموحيوية**.

- **مستويات النمط الظاهري:** تظهر الصفات مباشرة على **مستوى العضوية** وأيضا على المستويين **الخلوي** و**الجزيئي**.

- **النمط التكويني (الوراثي):** هو مجموع المورثات التي يحملها الفرد.

2- الحمض الريبي النووي منقوص الأكسجين: ADN

- **مقر الـ ADN:** يتواجد الـ ADN في **النواة**، وبالضبط على مستوى الصبغي (الكروموزوم).

- **الصبغين والصبغي:** الصبغين أو الكروماتين هي المادة الوراثية وتتشكل من مجموع الصبغيات.

- **الصبغي:** خيط نووي رفيع يتكون من ADN وبروتين من نوع الهيستون.

- **التركيب الكيميائي للـ ADN**

ينتج عن الإماهة الكلية للـ ADN ثلاث جزيئات بسيطة هي:

- حمض الفوسفور H_3PO_4.

- الريبوز منقوص الأكسجين (ديزوكسي ريبوز): سكر خماسي بسيط صيغته العامة: $C_5H_{10}O_4$.

- أربع (04) أنواع من القواعد الآزوتية:

  - قواعد بيورينية: الأدنين A، الغوانين G

  - قواعد بيريميدينية: التايمين T، السيتوزين C

- ينتج عن الإماهة الكلية للـ ADN أربع أنواع من الوحدات تسمى **النكليوتيدات**، تتركب من ارتباط سكر الريبوز مع حمض الفوسفور وقاعدة آزوتية.

- **بنية الـ ADN: نموذج واطسون وكريك (1953)**

بنية حلزونية تتشكل من سلسلتين من متعدد النكليوتيد، متوازيتين ومتعاكستين في الاتجاه، ومتكاملتين على مستوى القواعد الآزوتية حيث ترتبط A مع T وC مع G بروابط هيدروجينية.

- **دور الـ ADN:** هو **الدعامة الجزيئية للمعلومة الوراثية**، لأنه يحمل المورثات المسؤولة عن صفات الفرد.

- **المورثة:** قطعة من الـ ADN توافق تتابع دقيق لعدد محدد من النكليوتيدات، تشرف على تركيب بروتين واحد.

- تختلف المورثات فيما بينها في **عدد وتتابع** النكليوتيدات (القواعد الآزوتية) المركبة لها.

Bac-plus-online

النشاط 01: تذكير بالمكتسبات

- يتواجد الـ ADN في النواة وهو دعامة الصفات الوراثية.

- **المورثة:** قطعة من الـ ADN وهي الدعامة المادية للصفة الوراثية.

- **التعبير المورثي:** ظاهرة حيوية يتم فيها ترجمة المعلومات الوراثية التي يحملها الـ ADN إلى بروتينات مصدر الصفات الوراثية.

النشاط 02: مقر تركيب البروتين

- يتركيب البروتين على مستوى الهيولى في الشبكة الهيولية الداخلية المحببة.

- **دور جزيئ الـ ARNm:** ينقل المعلومة الوراثية من النواة إلى الهيولى مقر تركيب البروتين.

- **تعليل دور الـ ARNm بأنه:** وسيط كيموحيوي بين المورثة والبروتين.

  - **وسيط:** لأنه ينقل نسخة طبق الأصل عن المعلومة الوراثية المحمولة على المورثة إلى الهيولى لتترجم إلى بروتين نوعي.

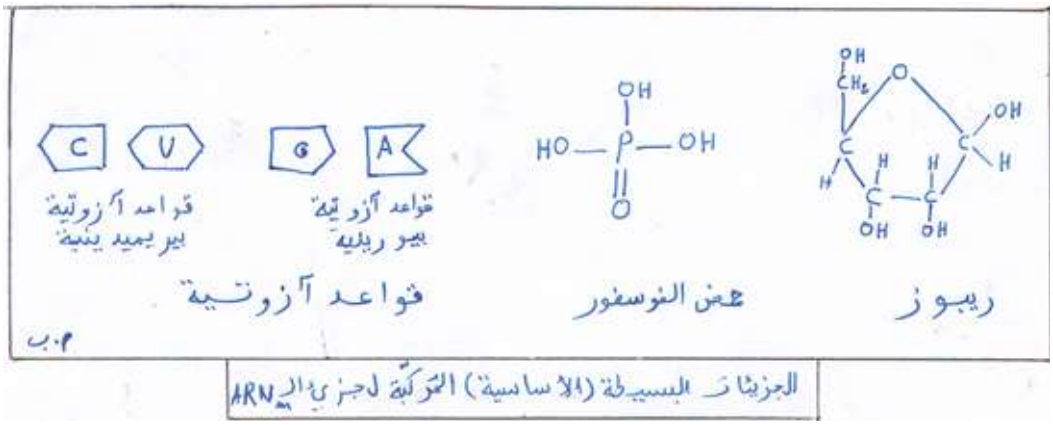
  - **كيموحيوي:** لأنه أحد الجزيئات الأربعة الأساسية المركبة للمادة العضوية (الحية): 1- البروتينات، **2-** السكريات، 3- الدسم، 4- الأحماض النووية (ADN و**ARN**).

معلومة إضافية: المادة العضوية تتركب أساسا من الذرات الأربعة: الكربون C، الهيدروجين H، الأوكسجين O والآزوت N.

- **المكونات الكيميائية للـ ARNm**

- **الإماهة الكلية:** إماهة كيميائية باستعمال القاعدة القوية NaOH وفي درجة حرارة مرتفعة.

- **نتائجها:** ثلاث (٠٣) جزيئات بسيطة: سكر ريبوز ($C_5H_{10}O_5$)، حمض الفوسفور H_3Po_4، أربع أنواع من القواعد الآزوتية: A, G, C, U.

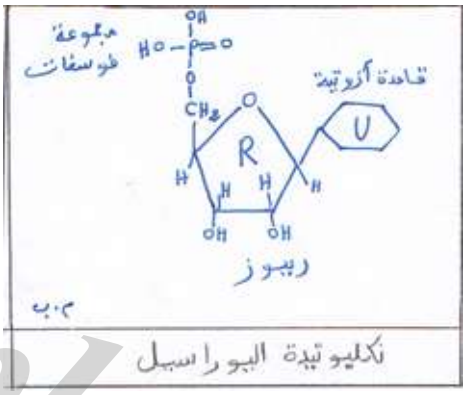


الجزيئات البسيطة (الأساسية) المركبة لجزيء الـ ARN

Bac-plus-Online

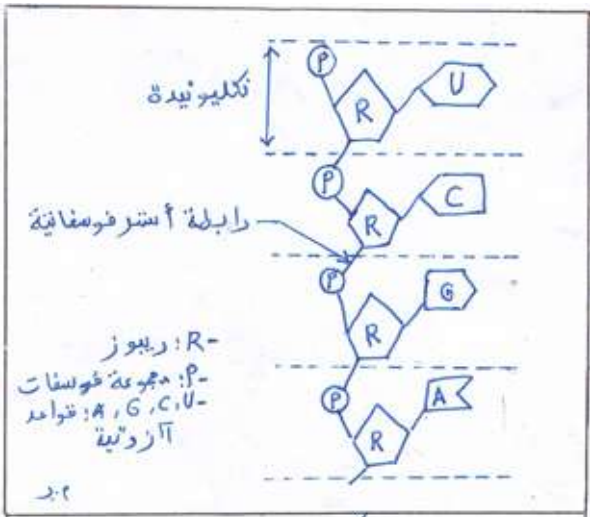
- **الإماهة الجزئية:** إماهة إنزيمية باستعمال الانزيم ARNase.

- **نتائجها:** أربع (04) أنواع من الوحدات تسمى **النكليوتيدات**: نكليوتيدة اليوراسيل، السيتوزين، الأدنين والغوانين.



نكليوتيدة اليوراسيل

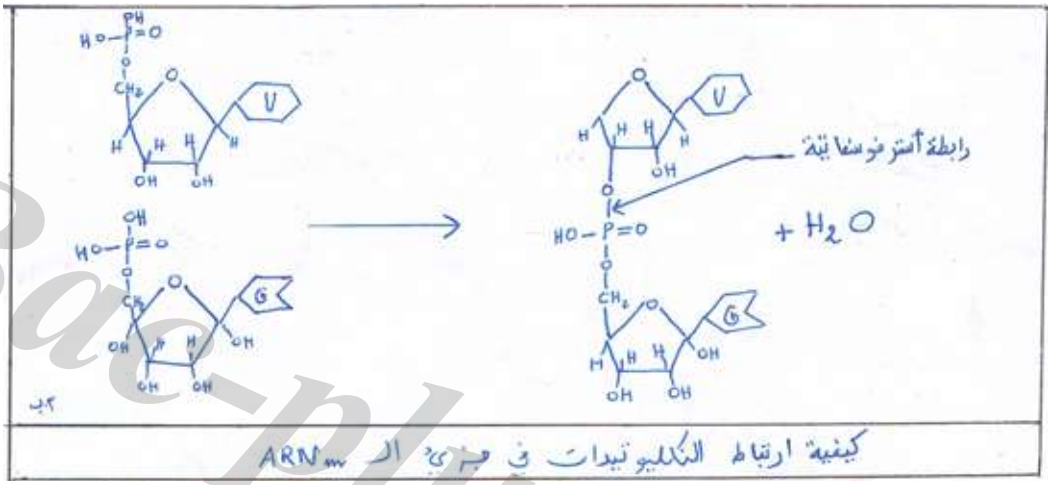
- **بنية جزيء الـ ARNm:** سلسلة واحدة من متعدد النكليوتيد الريبي (نكليوتيد يدخل في بنائه سكر الريبوز).



رسم مبسط لرباعي النكليوتيد (بنية الـ ARN_m)

Bac-plus-online

- **كيفية ارتباط النيوكليوتيدات لتشكيل جزيء الـ ARNm:** يرتبط المجموع الفوسفوري للنيوكليوتيدة (الكربون ٥) مع الريبوز لنيوكليوتيدة أخرى في ذرة الكربون رقم 3 برابطة **أستر فوسفاتية** محررا في كل مرة جزيئة ماء.



*** تقنية التصوير الاشعاعي**

- **مبدأ التقنية:** تصوير الإشعاعات الصادرة من النظائر المشعة (مثل C^{14} و N^{16}) التي تدخل في تركيب العينة المدروسة.

- **استعمالها:** تتبع مصير العنصر الموسوم بنظير مشع: مساره، الجزيئات التي يدخل في تركيبها أو التحولات التي تطرأ عليه.

النشاط 03: استنساخ (نسخ) المعلومة الوراثية

- **مقارنة بين جزيئتي الـ ADN والـ ARN**

	ADN	ARN
عدد السلاسل	سلسلتين من متعدد النكليوتيدات	سلسلة واحدة من متعدد النكليوتيدات.
نوع سكر الريبوز	ريبوز منقوص الأكسجين $C_5H_{10}O_4$ (ديزوكسي ريبوز)	ريبوز كامل ذرات الأكسجين $C_5H_{10}O_5$
القاعدة الآزوتية المميزة	التايمين T	اليوراسيل U
التواجد	النواة	يتركب في النواة ويتواجد في الهيولى

Bac-plus-online

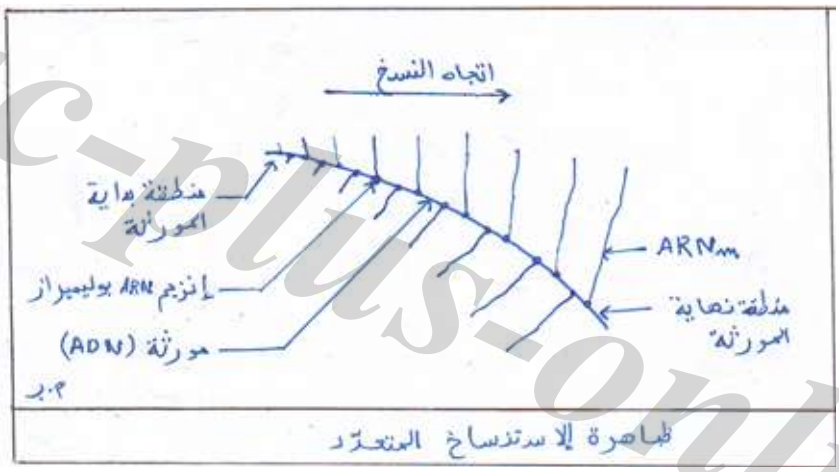
- **الهدف من عملية الاستنساخ:** تركيب نسخة طبق الأصل عن المعلومة الوراثية تتمثل في جزيئة ARNm.

- الإنزيم المسؤول عن عملية الاستنساخ: **الـ ARN بوليميراز**.

- **ظاهرة الاستنساخ المتعدد:** هي ارتباط عدة جزيئات من الانزيم ARN بوليميراز لاستنساخ مورثة واحدة وتركيب عدد كبير من نفس جزيئة الـ ARNm.

- **تعليل حدوث الاستنساخ المتعدد:** يظهر خيط سميك يتمثل في جزيء الـ ADN، تمتد منه خيوط رفيعة عديدة متزايدة الطول تمثل خيوط الـ ARNm المتشكلة (على شكل ريشة).

- **تحديد اتجاه النسخ عند حدوث الاستنساخ المتعدد:** يكون في اتجاه تزايد طول خيوط الـ ARNm.



- **العناصر اللازمة لحدوث عملية النسخ ثلاثة (٠٣) وهي:** المورثة (ADN)، الانزيم ARN بوليميراز، أربع أنواع من النكليوتيدات الحرة، بالإضافة للطاقة (لازمة لنشاط الانزيمات).

- **وصف مراحل عملية الاستنساخ (شرح العملية في نص علمي):** تتم عملية النسخ في ثلاث مراحل وهي:

- **الانطلاق:** يرتبط الإنزيم ARN بوليميراز بمنطقة البداية للمورثة، يكْسِر الروابط الهيدروجينية ويفتح السلسلتين، ثم يبدأ بقراءة تتابع النيكليوتيدات على السلسلة المستنسخة (السلسلة الناسخة، المعبرة) ويربط النيوكليوتيدات الموافقة لها في سلسلة جديدة (ARNm).

- **الاستطالة:** ينتقل الإنزيم ARN بوليميراز على طول المورثة لقراءة تتابع النكليوتيدات على السلسلة المستنسخة ويربط النيكليوتيدات الحرة الموافقة لها فيستطيل جزيء الـ ARNm المتشكل.

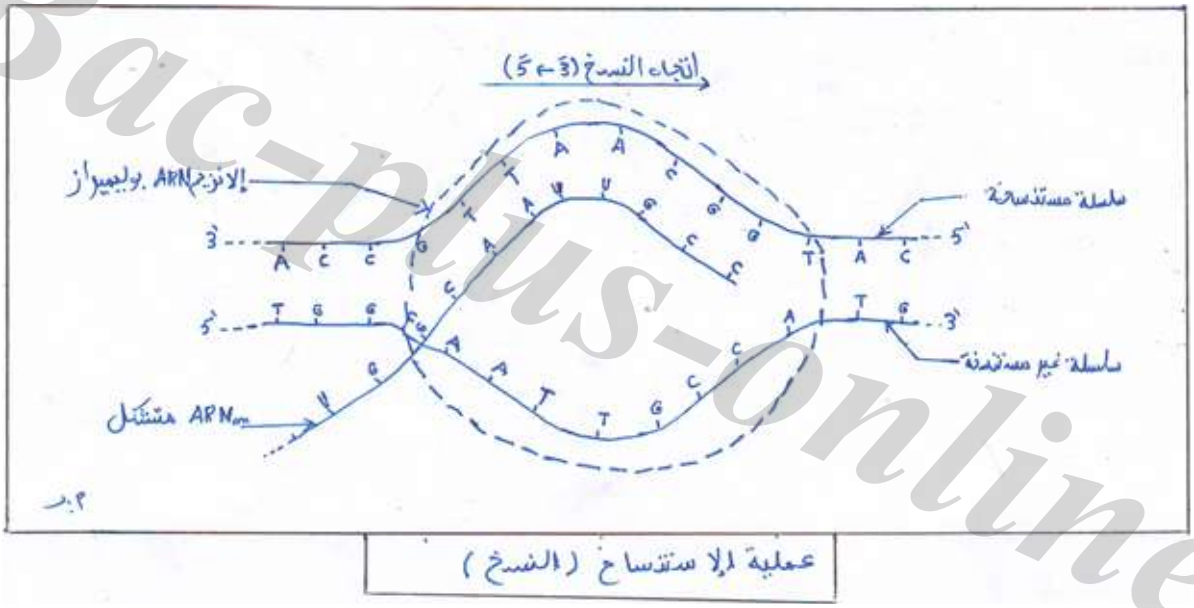
النهاية: يصل الإنزيم إلى نهاية المورثة، تتوقف استطالة الـ ARNm الذي ينفصل عن الـ ADN، ينفصل الإنزيم وتلتحم سلسلتي الـ ADN من جديد.

Bac-plus-online

- **ملاحظـة:** تخضـع عمليـة النسـخ **للتكامـل بيـن القواعـد الآزوتيـة** بيـن السلسـلة المستنسـخة وسلسـلة الـ ARNm المتشـكل.

- **العلاقة بين الـ ADN والـ ARNm: تتكامل** القواعد الآزوتية لجزيء الـ ARNm مع قواعد السلسلة المستنسخة، **وتتماثل** مع قواعد السلسلة غير المستنسخة ما عدا استبدال التايمين T باليوراسيل U.

- **تعريـف عمليـة النسـخ (الاستنسـاخ):** ظاهـرة حيويـة، تحـدث فـي النـواة، يتـم فيهـا تركيـب جزيئـة الـ ARNm انطلاقا مـن إحـدى سلسـلتي الـ ADN (السلسـلة المستنسـخة) بواسـطة الانزيـم ARN بوليميـراز. تخضـع العمليـة لتكامـل القواعـد الآزوتيـة بيـن السلسـلة المستنسـخة وسلسـلة الـ ARNm المتشـكلة.



عملية الاستنساخ (النسخ)

Bac-plus-online

النشاط 04: الترجمة

- اللغة النووية واللغة البروتينية

- اللغة البروتينية: عدد كلمات اللغة البروتينية 20 كلمة، تتمثل في 20 حمض أميني المشكلة للبروتينات.

- اللغة النووية: عدد كلمات اللغة النووية 64 كلمة.

- عدد أحرف اللغة النووية أربعة (04) وهي: A, G, C, U.

- تتكون الكلمة النووية من تتابع ثلاثة قواعد آزوتية (تعتبر 03 أحرف).

- جدول الشفرات الوراثية

- أهميته: قاموس ترجمة اللغة النووية إلى لغة بروتينية.

- تعليل الفرق في عدد الكلمات بين اللغتين: هو

- معلومات من جدول الضفرات الوراثية: خصائص الشفرة الوراثية

- تتكون الشفرة الوراثية من **64 رامزة**.

- توجد **رامزات مترادفة**: عدة رامزات تشفر لحمض أميني واحد.

- الرامزة AUG تشفر للحمض الأميني الميثيونين (**رامزة الانطلاق**).

- توجد ثلاث رامزات لا تشفر لأي حمض أميني و هي: UAA, UAG, UGA وتمثل **رامزات التوقف**.

- توضيح الفرق بين العبارات: المورثة، المعلومة الوراثية، الـ ARNm، الشفرة الوراثية، الرامزة).

- المورثة والـ ARNm المستنسخ منها يحملان نفس المعلومة الوراثية (تعبر عن نفس البروتين).

- المعلومة الوراثية: مشفرة على شكل تتابع دقيق لعدد محدد من النكليوتيدات (قواعد آزوتية).

- الشفرة الوراثية: هي مجموع الرامزات الموضحة في جدول الشفرات، والمحمولة على الـ ARNm.

- الرامزة: وحدة الشفرة الوراثية، وهي تتابع ثلاث قواعد آزوتية على جزيء الـ ARNm، تشفر لحمض أميني واحد.

- شرح كيف تم فك رموز الشفرة الوراثية: تجربة Nirenberg

- التجربة: نستعمل ARNm اصطناعي يتكون من نوع واحد من النكليوتيدات، نضيفه إلى وسط يحتوي على كل العناصر الضرورية لتركيب البروتين ما عدا المعلومات الوراثية (ADN او ARNm).

Bac-plus-online

- **الملاحظة:** يتشكل متعدد ببتيد يتكون من نوع واحد من الأحماض الأمينية.

مثال: إذا استعملنا ARNm مكون من متعدد اليوراسيل U فقط، فإنه ينتج متعدد ببتيد مكون من نوع واحد من الأحماض الأمينية وهو فينيل ألانين.

- **الاستنتاج:** الرامزة UUU تشفر للفينيل ألانين.

وبنفس الطريقة تم فك رموز كل الرامزات الموضحة في جدول الشفرات.

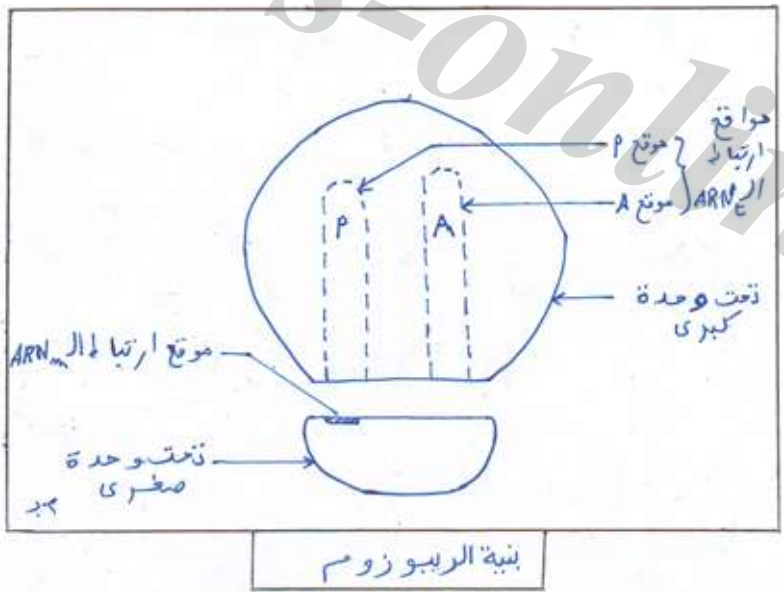
النشاط 05: مراحل الترجمة

- العضية المسؤولة عن تركيب البروتين بشكل مباشر هي: **الريبوزوم**.

- **متعدد الريبوزوم:** هو ارتباط عدد من الريبوزمات بجزيء واحد من ARNm ويركب كل منها سلسلة ببيتيدية في آن واحد.

- **دور متعدد الريبوزوم:** إنتاج كمية معتبرة من نفس البروتين في وقت قصير لتلبية حاجة الخلية.

- **وصف بنية الريبوزوم:** عضية تتكون من تحت وحدتين: تحت وحدة صغرى وتحت وحدة كبرى. تحتوي تحت الوحدة الصغرى على موقع تثبيت الـ ARNm، وتحتوي تحت الوحدة الكبرى على موقعين تحفيزيين لارتباط الـ ARNt: الموقع A والموقع P.



بنية الريبوزوم

Bac-Plus-Online

- أنواع الـ ARN

- الـ ARNm الرسول (messager)

- **بنيته:** سلسلة واحدة من تتابع النكليوتيدات الريبية.

- **طبيعته الكيميائية:** يتكون من أربع أنواع من النكليوتيدات من نوع U, G, C, A، و كل نكليوتيدة تتكون من ثلاث مركبات : سكر ريبوز، حمض الفوسفور و قاعدة آزوتية.

- **دوره:** ينقل المعلومة الوراثية من النواة إلى الهيولى.

- الـ ARNr الريبوزومي

- **طبيعته الكيميائية:** نفس الطبيعة الكيميائية للـ ARNm.

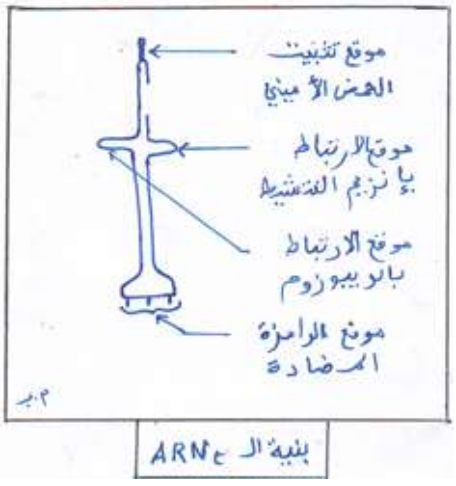
- **الدور:** يدخل الـ ARNr الريبوزومي في تركيب الريبوزوم، العضية المسؤولة عن تركيب البروتين (الترجمة).

- الـ ARNt الناقل (transfer)

- **بنيته:** سلسلة واحدة من متعدد النكليوتيد الريبي، تلتف على شكل حرف L مقلوب. يحتوي على موقعين هامين: موقع تثبيت الحمض الأميني، وموقع الرامزة المضادة.

- **طبيعته الكيميائية:** نفس الطبيعة الكيميائية للـ ARNm.

- **دوره:** احتوائه على موقعين يكسبه دورا مزدوجا يتمثل في: 1- تنشيط الأحماض الأمينية، 2- قراءة تتابع القواعد الآزوتية على الـ ARNm بواسطة الرامزة المضادة خلال عملية الترجمة.



بنية الـ ARNt

Bac-plus-online

ملاحظة: الأحماض النووية الريبية الريبوزومي ARNr والناقل ARNt تنستنسخ من مورثات خاصة وثابتة في الـ ADN بنفس الطريقة التي يستنسخ بها الـ ARNm، إلا أنها لا تترجم إلى بروتين مثل الـ ARNm، بل توجه للقيام بدورها في تركيب البروتين.

- تنشيط الأحماض الأمينية

هي عملية ربط الحمض الأميني بالـ ARNt الخاص به.

- العناصر اللازمة لتنشيط الحمض الأميني: الـ ARNt، انزيم نوعي (أمينو أسيل ARNt سنتتاز)، ATP (جزيئات طاقوية).

- آلية تنشيط الحمض الأميني: يتوضع الحمض الأميني والـ ARNt النوعي الخاص به على موقعين خاصين في إنزيم التنشيط، فيتشكل معقد يقوم بفسفرة الحمض الأميني انطلاقا من الـ ATP الذي يتحلل إلى AMP. يتحرر الـ ARNt مرتبطا به الحامض الأميني المنشط.

توضيح عملية التنشيط بمعادلة:

$$\mathbf{E + AA + ARNt + ATP \rightarrow E\text{-}ARNt\text{-}AA \rightarrow E + AA\text{-}ARNt + AMP}$$

E: إنزيم (Enzyme)

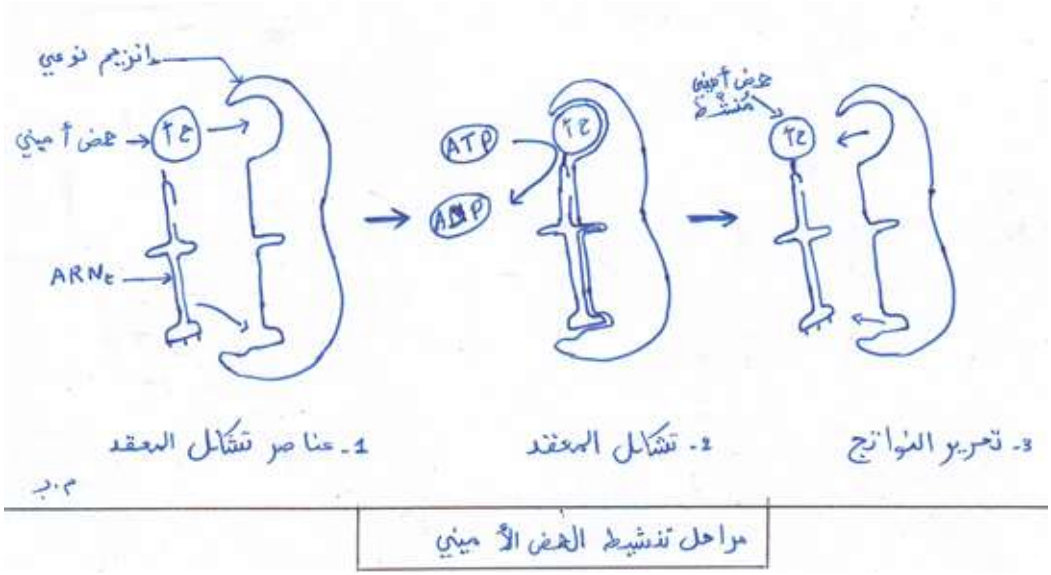
AA: حمض أميني (Acide aminé)

E-ARNt-AA: المعقد انزيم-ARNt-حمض أميني

AA-ARNt: حمض أميني منشط

ATP: أدينوزين ثلاثي الفوسفات، جزيئة عضوية طاقوية (غنية بالطاقة).

AMP: أدينوزين أحادي الفوسفات، تنتج من إماهة الـ ATP، وهي جزيئة عضوية طاقوية (فقيرة من الطاقة).



مراحل تنشيط الحمض الأميني

Bac-plus-online

*** تقنية الطرد المركزي**

- **مبدأ التقنية:** تخريب الخلايا وترسيب مكوناتها (عضيات وجزيئات) حسب وزنها الجزيئي.

- **الاستعمال:** فصل المكونات الخلوية حسب وزنها الجزيئي.

- **ملاحظة:** المكونات الخلوية ذات أوزان جزيئية متناهية الصغر، لذا نستعمل **الكثافة**، أو **معامل الترسيب S** للتعبير عن أوزانها.

1- العناصر الضرورية لعملية الترجمة: ثلاثة (03) وهي الـ ARNm، الريبوزوم، أحماض أمينية منشطة. بالإضافة للإنزيمات النوعية والطاقة.

- **مراحل الترجمة:** تتم عملية الترجمة في ثلاث (03) مراحل:

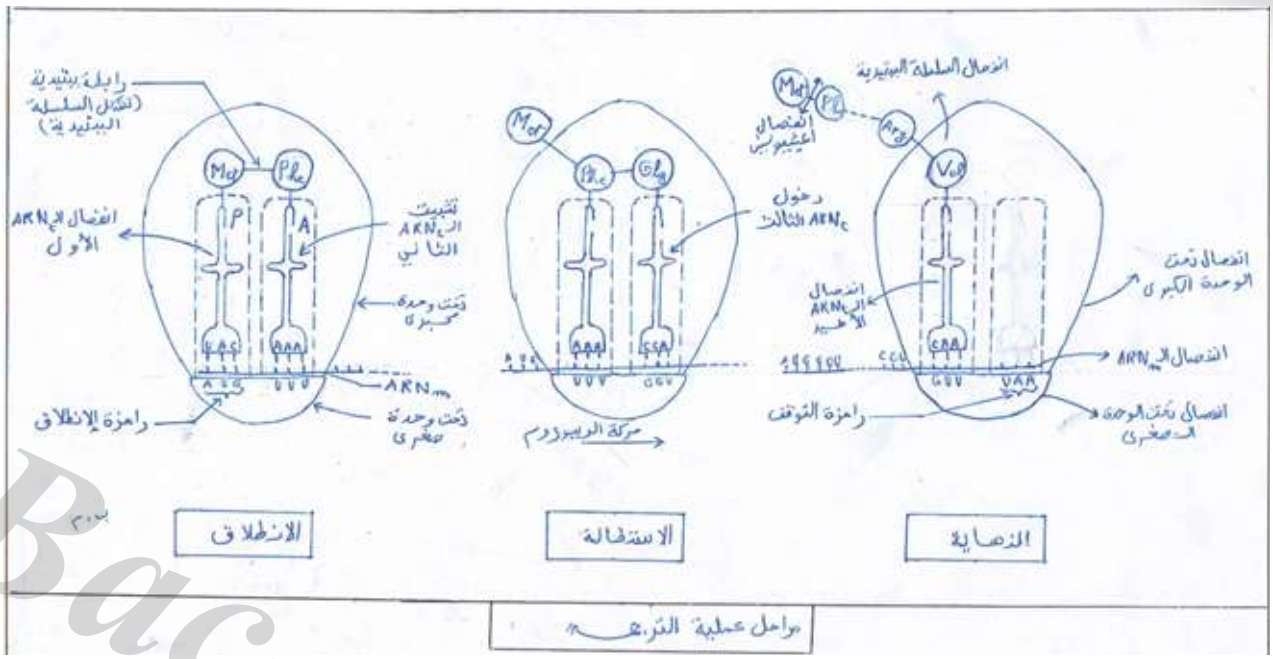
- **الانطلاق:** تتوضع تحت وحدة صغرى على خيط الـ mNRA، ثم يرتبط الـ tNRA الأول الحامل للحمض الأميني الأول (الميثيونين) على رامزة الإنطلاق GUA حيث يعرفه بالرامزة المضادة. ثم ترتبط تحت الوحدة الكبرى بتحت الوحدة الصغرى حيث يكون الـ tNRA الأول في الموقع P والـ tNRA الثاني في الموقع A. ثم تتشكل رابطة ببتيدية بين الحمضين الأمينيين.

- **الإستطالة**: ينفصل الـ tNRA الحامل للحمض الأميني teM، وينتقل الريبوزوم رامزة واحدة على الـ mNRA فيصبح الـ tNRA الثاني في الموقع P والموقع A فارغ، فيأتي الـ tNRA الثالث حاملا الحمض الأميني الثالث الموافق للرامزة الثالثة، وبنفس الطريقة تستطيل السلسلة البيبتيدية.

- **النهاية:** يصل الريبوزوم إلى إحدى رامزات التوقف (AGU, GAU, AAU) فتنفصل السلسلة الببتيدية و ينفصل عنها حمض الميثيونين، ينفصل الـ mNRA ويتفكك و تعود مكوناته إلى النواة و ينفصل الـ tNRA الأخير و تنفصل تحت الوحدتين عن بعضهما.

- **تعريف عملية الترجمة:** آلية حيوية تحدث في الهيولى بواسطة الريبوزومات، يتم فيها ترجمة المعلومة الوراثية المشفرة في جزيء الـ ARNm إلى بروتين.

BacPlus-online



الطاقة (الـ ATP) ضرورية في عملية التعبير المورثي

الطاقة ضرورية لنشاط الانزيمات، ففي عملية الاستنساخ نشاط الانزيم ARN بوليميراز المسؤول عن النسخ يتطلب الطاقة، وفي عملية الترجمة الطاقة لازمة لتنشيط الحمض الأميني، ولحركة الريبوزوم، وكذلك لتشكيل الرابطة الببتيدية وربط الأحماض الأمينية.

- مصير البروتين بعد تركيبه

يتركب البروتين في **الشبكة الهيولية الداخلية المحببة** والتي ترتبط بها عضيات الريبوزومات المسؤولة عن تركيب البروتين، ثم ينقل في حويصلات انتقالية إلى **جهاز كولجي ليكمل نضجه** (يكتسب بنيته الوظيفية) كأن ترتبط به أجزاء غير بروتينية (سكريات، دسم، معادن ...)، أو تحذف منه بعض القطع الببتيدية، أو ترتبط عدة قطع ببتيدية... بعد ذلك يغلف البروتين في **حويصلات إفرازية** تنقله خارج الخلية بظاهرة **الإطراح الخلوي**.

Bac-plus-online

خلاصة شاملة للوحدة

التعبير المورثي (تركيب البروتين): الشرح، التلخيص في نص علمي، الآلية

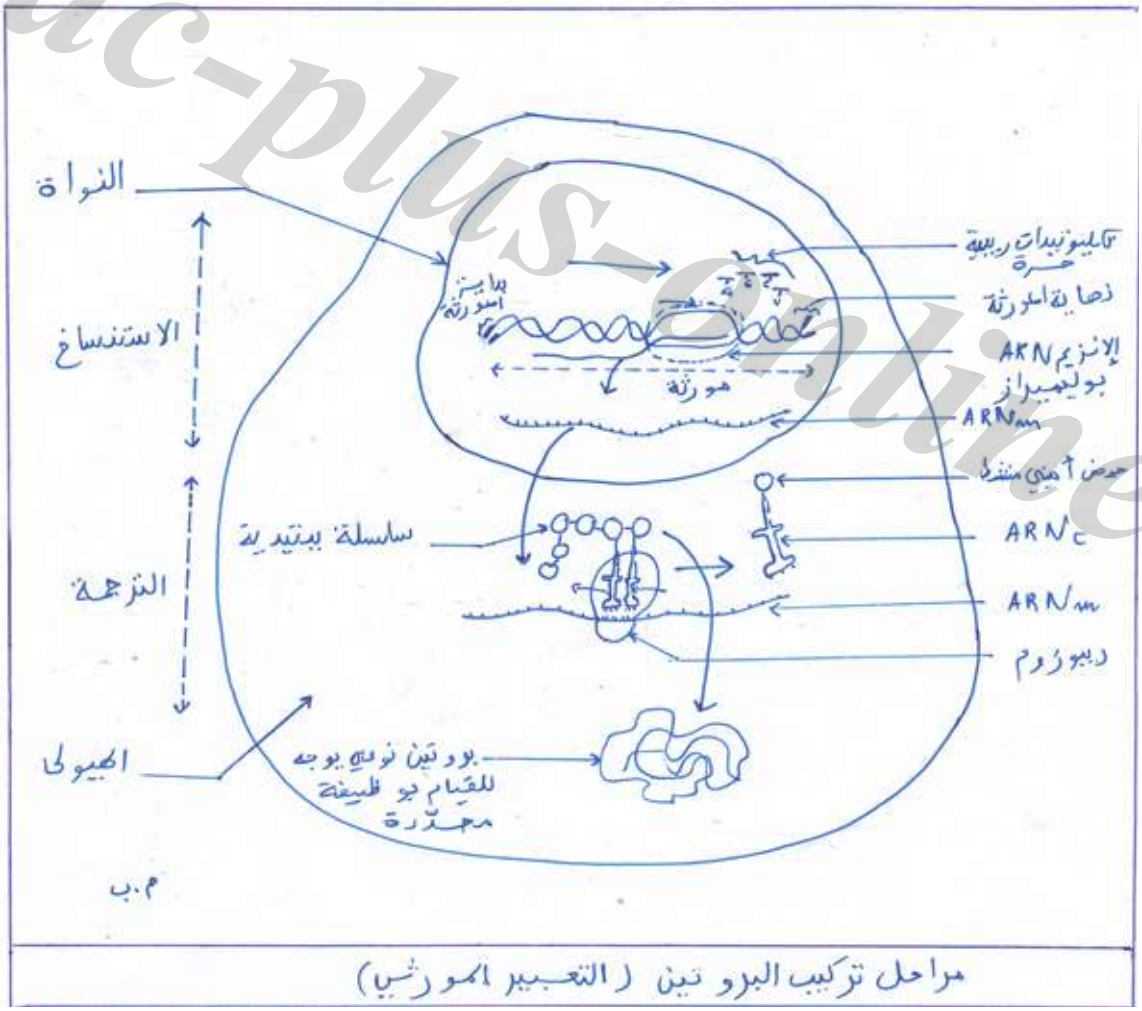
تتواجد المعلومات الوراثية في النواة محمولة على الـ ADN (المورثات).

انطلاقا من إحدى سلسلتي الـ ADN (**السلسلة المستنسخة**)، يقوم الإنزيم **ARN بوليميراز** بتركيب نسخة عن المعلومة الوراثية تتمثل في جزيئ الـ ARNm، تسمى العملية **بالاستنساخ**، ميزتها الأساسية أنها تخضع **للتكامل بين القواعد الآزوتية**.

الـ ARNm الناتج يحمل المعلومة الوراثية **مشفرة** على شكل **تتابع عدد محدد** بدقة من القواعد الآزوتية.

ينتقل الـ ARNm عبر الثقب النووي إلى الهيولى حيث ترتبط به عضية تسمى الريبوزوم وتترجمه إلى بروتين نوعي: يقرأ الريبوزوم **رامزات الشفرة الوراثية** ويربط **الأحماض الأمينية** الموافقة لها لتركيب البروتين.

ينضج البروتين الناتج (يكتسب بنية فراغية) ويوجه للقيام بوظيفته داخل الخلية أو خارجها. قد يكون البروتين بنائيا يدخل في بناء مختلف أجزاء الخلية، أو وظيفيا كالإنزيمات والهرمونات.



مراحل تركيب البروتين (التعبير المورثي)

الحمد لله رب العالمين وصلّى الله وسلم وبارك على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه إلى يوم الدين

Bac-plus-Online

مقر تركيب البروتين

√- يُترجم التعبير المورثي على المستوى الجزيئي، بتركيب بروتين مصدر النمط الظاهري للفرد.

√- يركب البروتين على مستوى هيولى الخلايا انطلاقا من الأحماض الأمينية الناتجة عن الهضم .

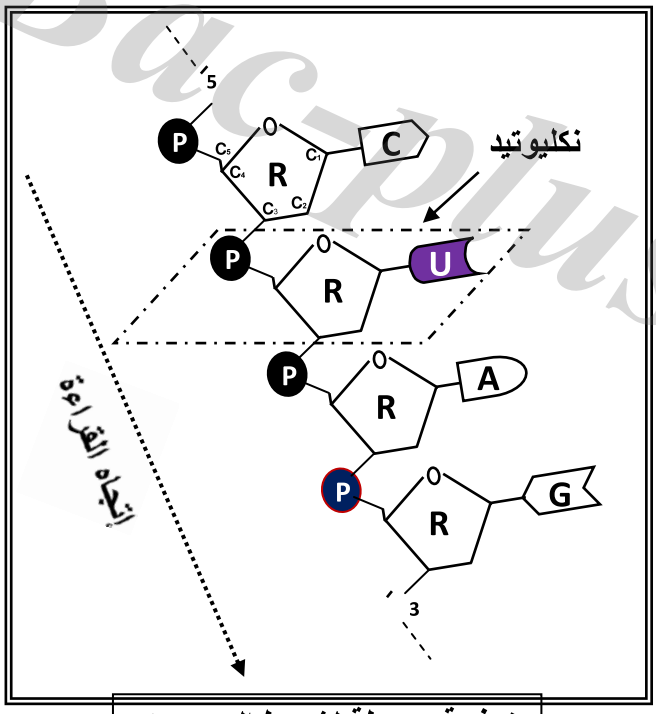
√- يؤمن انتقال المعلومة الوراثية من النواة إلي مواقع تركيب البروتينات الحمض الريبي النووي الرسول (ARN_m).

التركيب الكيميائي للـ ARN

√- الحمض الريبي النووي ARN : عبارة عن جزيئة قصيرة تتكون من خيط مفرد واحد متشكل من تتالى نيكليوتيدات ريبية تختلف عن بعضها حسب القواعد الآزوتية الداخلة في تركيبها (الأدنين، الغوانين، السيتوزين ، اليوراسيل).

√- النكليوتيد الريبي هو النيكليوتيد الذي يدخل في بنائه سكر الريبوز

√- اليوراسيل (U) : قاعدة آزوتية مميزة للـ ARN .



نمذجة مبسطة لشريط الـ ARN

النكليوتيد = قاعدة آزوتية + R + P

G أو C أو U أو A	سكر ريبوز	حمض الفوسفوريك

Bac-plus-Online

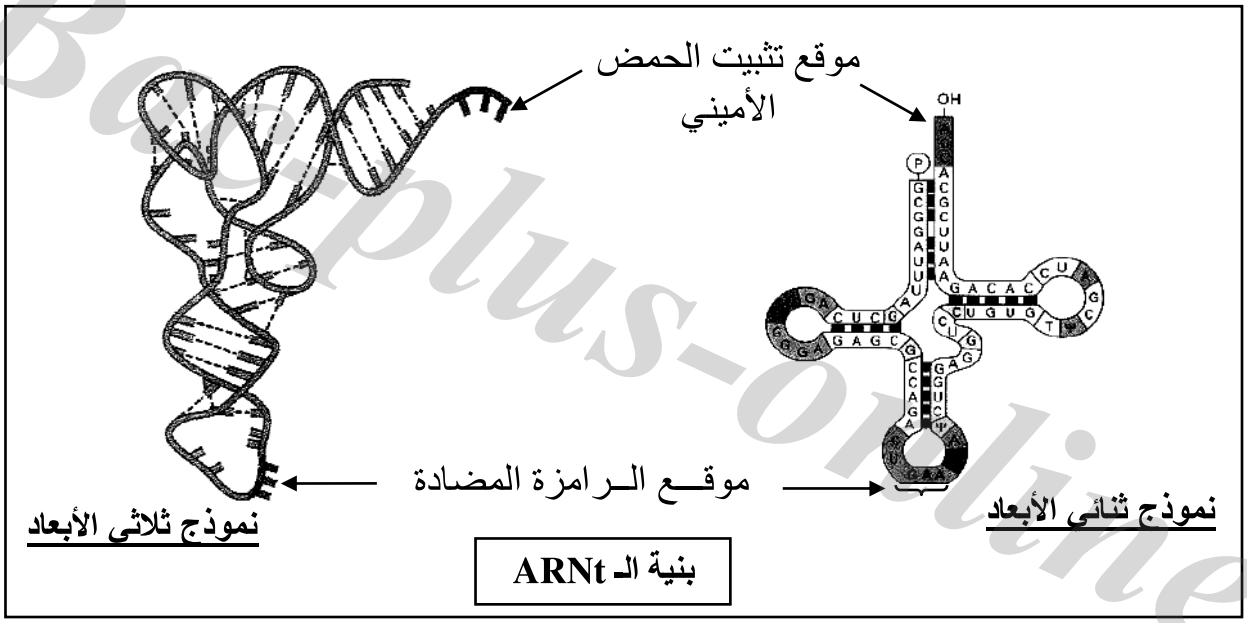
أنماط الـ ARN الهيولي

√- يوجد ثلاث أنماط من الـ ARN الهيولي وهي :

1- ARNr (الريبوزومي) : نميز فيه ثلاث أوزان جزيئية ، يدخل في تركيب الريبوزوم .

2- ARNt (الناقل) : متخصص في التثبيت و النقل النوعي للأحماض الأمنية من الهيولى إلى الريبوزومات .

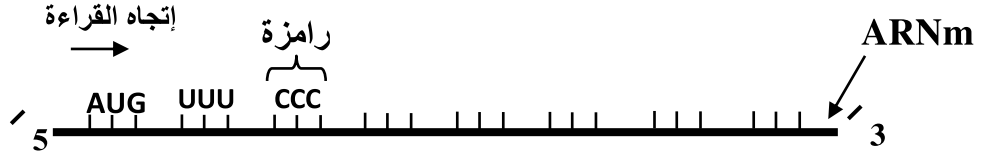
3- ARNm (الرسول) : يحمل و ينقل نسخة عن المعلومة الوراثية من النواة إلى الهيولى .



الشفرة الوراثية

√- تُنسخ المعلومة الوراثية بشفرة خاصة تدعى الشفرة الوراثية يحملها الـ ARNm .

√- إن وحدة الشفرة الوراثية هي ثلاثية من القواعد الأزوتية تدعى " الرّامزة " تُشفر لحمض أميني



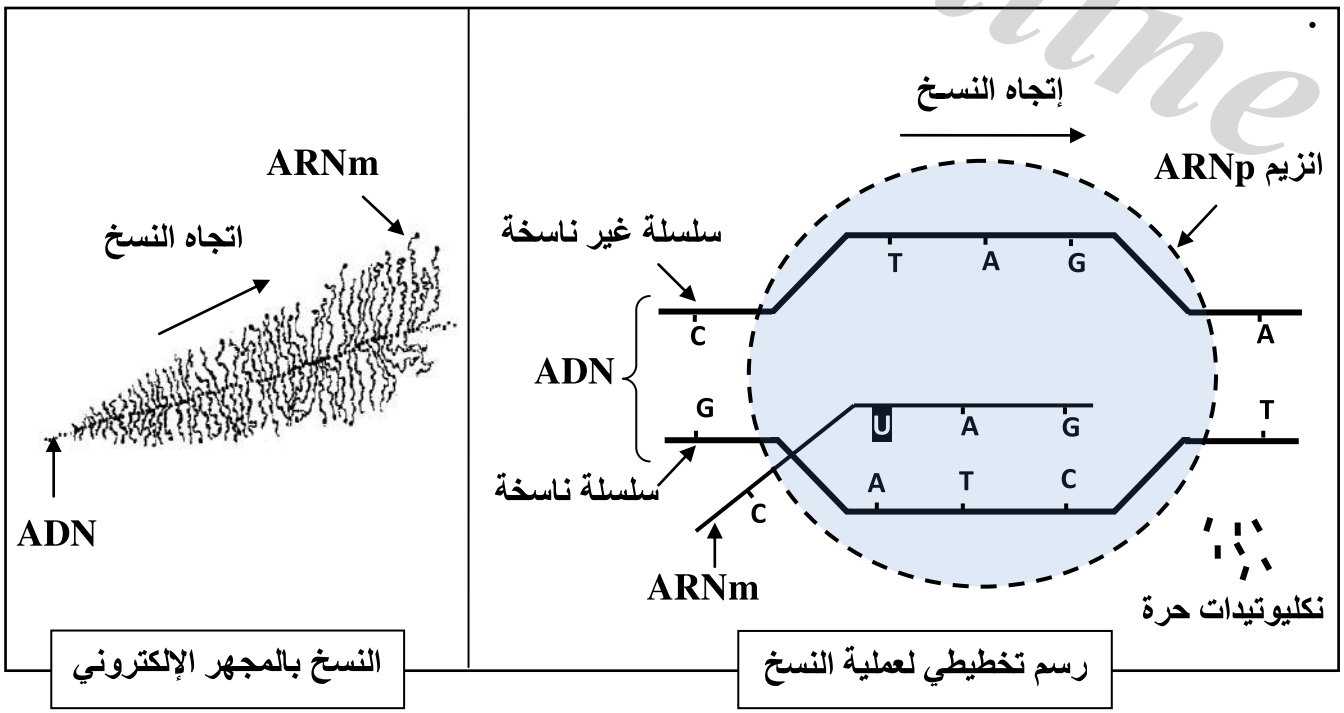
إحتمالات التوافق بين اللغة النووية و اللغة البروتينية

- كل نكليوتيدة تشفر لحمض آميني أي $4^1 = 4$ (تغطي فقط 4 أحماض آمينية).
- كل نكليوتيدتين تشفر لحمض آميني أي $4^2 = 16$ (تغطي فقط 16حمض آميني).
- كل ثلاث نكليوتيدات تشفر لحمض آميني أي $4^3 = 64$ (كافية لتشفير 20 حمض آميني و زيادة).

مراحل تركيب البروتين (التعبير المورثي)

√- يتم التعبير عن المعلومة الوراثية التي توجد في ADN على مرحلتين : "النسخ و الترجمة " .

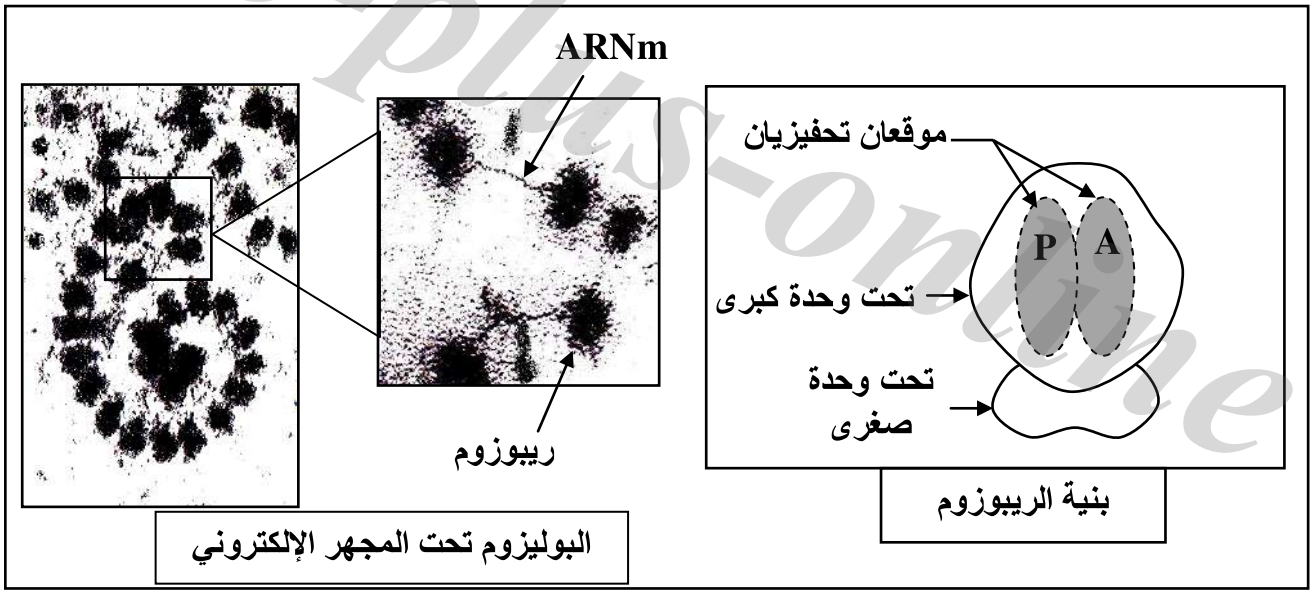
1- <u>مرحلة النسخ</u> : تحدث في مستوى النواة ويتم خلالها التصنيع الحيوي لجزيئة الـ ARN_m انطلاقا من إحدى السلسلتين (السلسلة الناسخة للـADN) في وجود إنزيم الـ ARN بوليمراز و تخضع لتكامل النكليوتيدات بين سلسلة الـ ARNm و السلسلة الناسخة .



BacPlus-Online

2- مرحلة الترجمة :

- تُشفر عادة لنفس الحمض الأميني عدة رامزات ماعدا الرامزات التالية : UAA ; UAG ; UGA التي لا تُشفر لأي حمض أميني وتمثل رامزات التوقف (STOP) .
- تُشفر الرامزة AUG لحمض أميني واحد هو الميثونين Met و تسمى رامزة الإنطلاق .
- تُشفر الرامزة UGG لحمض أميني واحد هو التربتوفان Trp.
- يتم ربط الأحماض الأمينية في متتالية محددة على مستوى ريبوزومات متجمعة في وحدة متمايزة واحدة تدعى متعدد الريبوزوم (البوليزوم) .
- تسمح القراءة المتزامنة لنفس الـ ARN_m من طرف عدد كبير من الريبوزومات بزيادة كمية البروتين المصنعة .



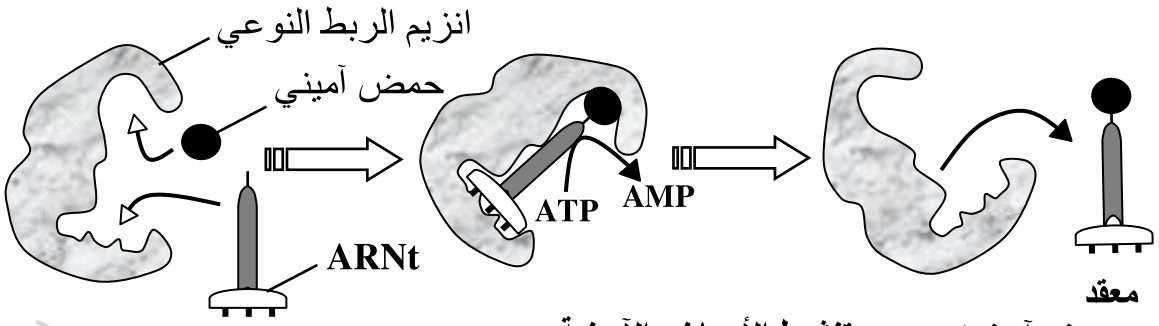
√- متعدد الريبوزوم (البوليزوم) : هو مجموعة من الريبوزومات مرتبطة بنفس الـ ARNm في شكل وحدة متمايزة

√- الريبوزومات عضيات متكونة من تجمع بروتينات وحمض ريبي نووي ريبوزومي (ARNr) وتتشكل من تحت وحدتين : تحت وحدة صغيرة تحمل موقع قراءة الـ ARN_m وتحت وحدة كبيرة تحمل موقعين تحفيزيين (A و P) للإرتباط بـ ARNt .

Bac-plus-online

تنشيط الأحماض الأمينية

√- قبل أن تبدأ مراحل عملية الترجمة يجب أن تنشط الأحماض الأمينية .



تنشيط الأحماض الآمينية

√- العناصر المتدخلة في التنشيط هي :

– احماض أمينية – انزيمات – ARNt – طاقة (ATP)

- **مراحل عملية الترجمة :** تتم في الهيولى وفق ثلاث مراحل هي :

1- البداية :

- تبدأ الترجمة دائما في مستوى الرامزة AUG للـ ARN_m و تدعى الرامزة البادئة للتركيب بارتباط تحت وحدة صغرى للريبوزوم بالـ ARN_m

- يتوضع ARNt الحامل للحمض الأميني المثيونين بالتوافق مع الرامزة AUG في ARN_m .

- تتوضع بعد ذلك تحت وحدة كبرى ويصبح الموقع المحفز A شاغرا .

- يتوضع ARNt ثان حامل لحمض أميني آخر في الموقع المحفز A .

2- الإستطالة :

- ينفصل ARNt الحامل للمثيونين و تتشكل رابطة ببتيدية بين المثيونين و الحمض الأميني الثاني .

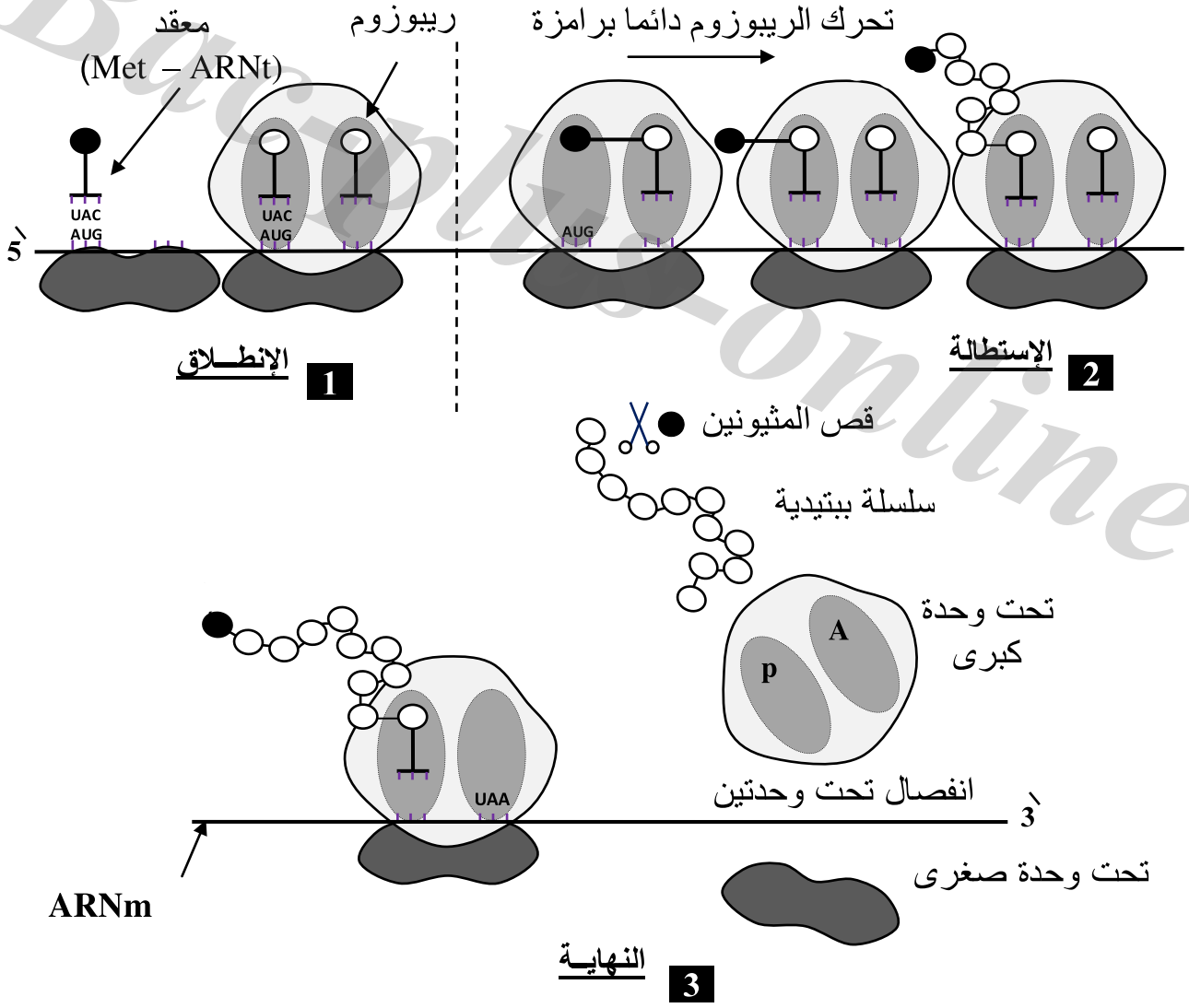
- ينزلق الريبوزوم على الـ ARN_m بمقدار رامزة واحدة ويصبح الموقع المحفز A شاغرا ليتوضع فيه ARNt ثالث حامل لحمض أميني آخر و هكذا تدريجيا تدمج الأحماض الأمينية لتتطاول السلسلة الببتيدية .

BacPlusOnline

ملاحظة : إن ترتيب الأحماض الأمينية في السلسلة الببتيدية (نوع البروتين) يفرضه تتالى رامزات الـ ARN_m .

3- النهاية :

- تنتهي الترجمة بوصول موقع القراءة للريبوزوم إلى إحدى رامزات التوقف و هي : (UAA،UAG،UGA) .
- ينفصل ARNt لآخر حمض أميني و تنفصل تحت وحدتين لتصبح السلسلة الببتيدية المتشكلة حرة و يقص أول حمض آميني دمج و هو المثيونين .
- تكتسب السلسلة الببتيدية المتشكلة تلقائيا بنية ثلاثية الأبعاد.



رسم تخطيـــــطي لمراحل الترجمـة

Bacplus-online

- **العناصر الضرورية لحدوث الترجمة و دورها :**

° جزيئات الحمض الريبي النووي الناقل (ARNt) : متخصص في التثبيت والنقل النوعي للأحماض الأمينية من الهيولى إلى الريبوزومات .

° أنزيمات : تدخل في تنشيط الأحماض الأمينية و بناء و كسر الروابط .

° طاقة (ATP): تدخل في تنشيط الأحماض الأمينية وبناء الروابط و النشاطات الإنزيمية.

° الريبوزومات : قراءة رامزات الـ ARNm وترجمتها إلى متتالية أحماض أمينية .

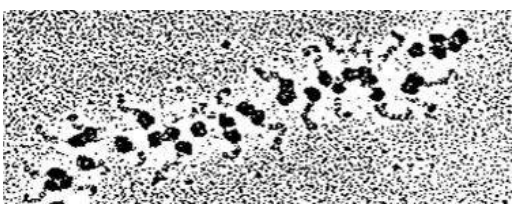
° ARNm : حمل و نقل نسخة عن المعلومة الوراثية من النواة إلى الهيولى .

° الأحماض الأمينية : تعتبر الوحدات البنائية الأساسية المشكلة للبروتين .

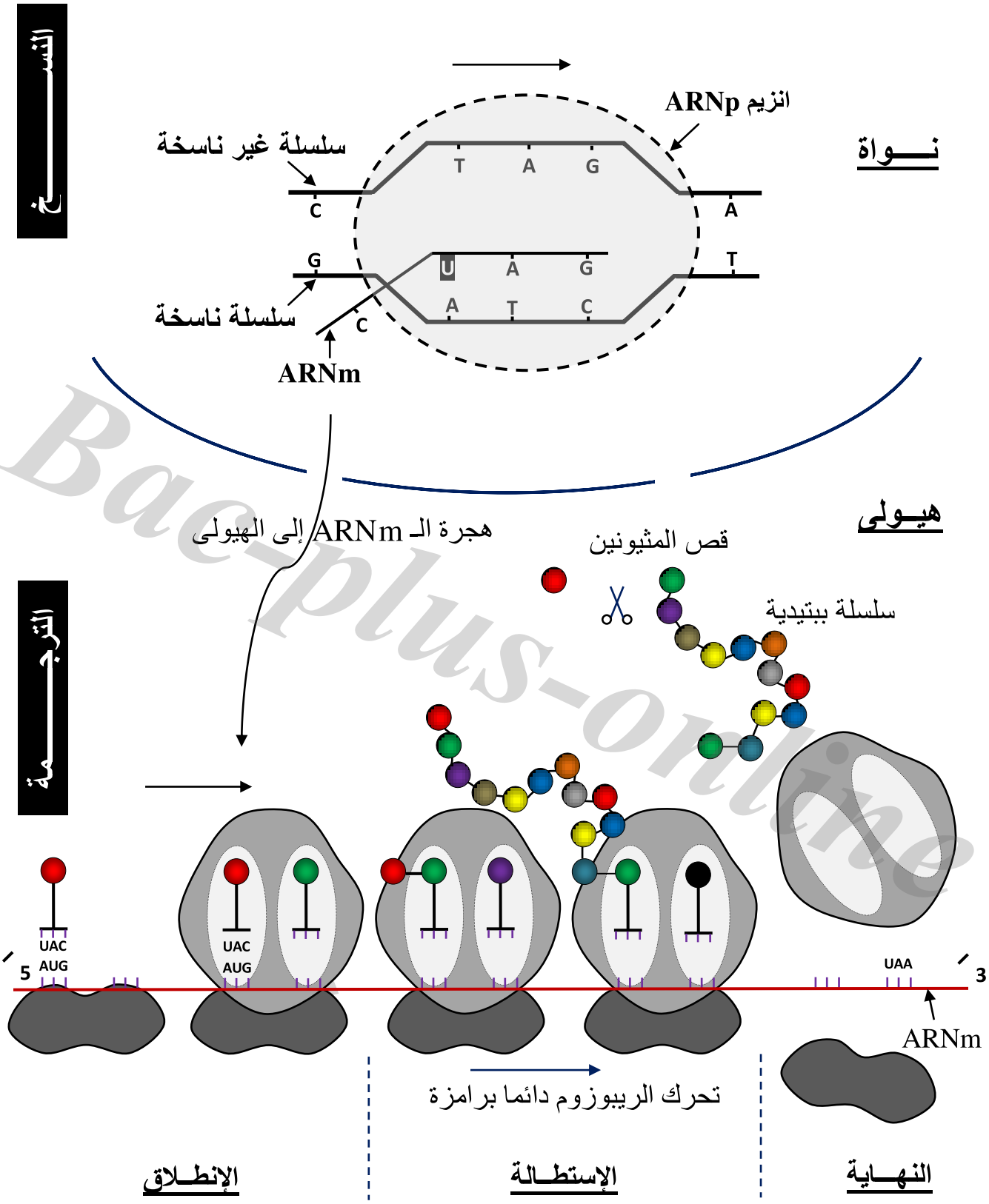
اعلم عزيزي الطالب أنّ :

- البروتينات الداخلية (التي تبقى داخل الخلية) تركب في مستوى البوليزوم الحر في الهيولى ويكون شكل البوليزوم تحت المجهر الالكتروني في الغالب

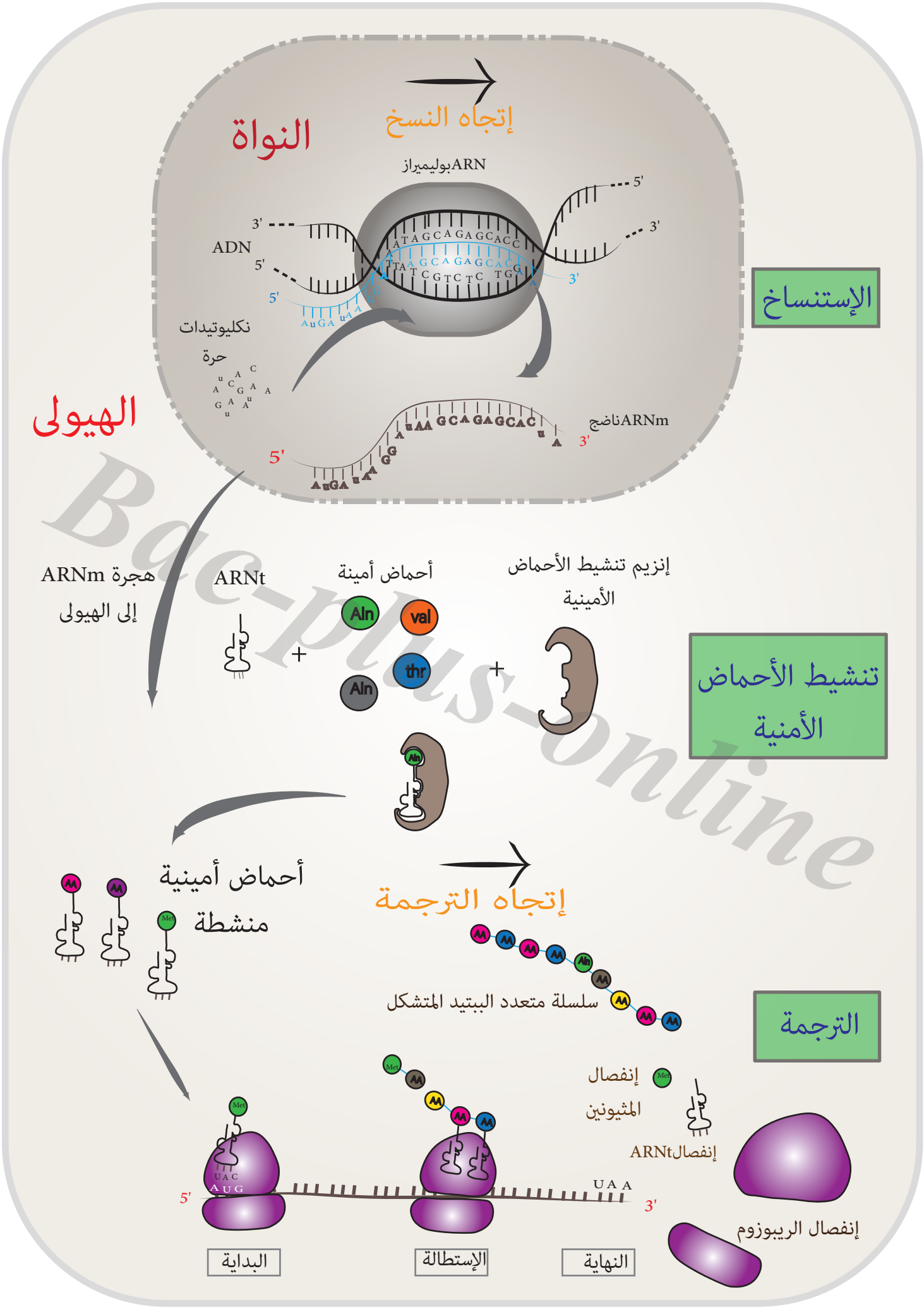
- البروتينات الخارجية (التي تطرح خارج الخلية) تركب في مستوى البوليزوم المرتبط بالشبكة الهيولية الفعالة لينتقل البروتين المصنع الى جهاز غولجي أين ينضج ثم يطرح الى خارج الخلية عبر الحويصلات الافرازية (حويصلات غولجي) ويكون شكل البوليزوم تحت المجهر الالكتروني في الغالب :



Bac-plus-Online



رسم تخطيطي تحصيلي لمراحل تصنيع البروتين (التعبير المورثي)



Bac-plus-online

اللوحة 1: مراحل تركيب البروتين عند حقيقيات النواة

من اعداد الأستاذ بلمداني وليد

مخطط الوحدة الأولى تركيب البروتين

مهم

الاستنساخ و الترجمة عند حقيقيات النواة تتمان في مكانين مختلفين فالاستنساخ في النواة و الترجمة في الهيولى و غير متزامنتين يحدث الاستنساخ أولا يليها الترجمة و يتوسط العمليتين نضج ARNm في النواة

ADN

- سلسلتين
- دعامة المعلومات الوراثية (نمط وراثي)

الاستنساخ في النواة عند حقيقيات النواة — الخطوات: الانطلاق، الاستطالة، التوقف

العناصر الضرورية : ADN-نيكليوتيدات ريبية حرة-طاقة-أنزيم ARN بوليمـــيراز

ARNm

- سلسلة واحدة
- اللغة النووية 4 أحرف (A-U-C-G)
- وسيط يحمل و ينقل نسخة من المعلومات الوراثية من النواة للهيولى

الترجمة في الهيولى على مستوى الريبوزومات المرتبطة بالشبكة الاندوبلازمية الفعالة عند حقيقيات النواة — الخطوات: الانطلاق، الاستطالة، التوقف

العناصر الضرورية : ARNm-ريبوزوم-طاقة-أنزيم التنشيط-الاحماض الامينية- ARNt

بروتين

- اللغة البروتينية 20 كلمة (20 حمض أميني)
- وظائف الخلايا الحية (نمط ظاهري)

مصير البروتين بعد تركيبه

حويصلات.ا ← افراز ← ج. غولجي ← نضج ← ش.هـ.ف ← انطواء

يكتسب البروتين بنية فراغية محددة و وظيفة محددة

Bac-plus.me

كل ما يجب حفظه
تركيب البروتين

النشاط ١ : تذكير بالمكتسبات

- يتواجد الـ ADN في النواة وهو دعامة الصفات الوراثية.
- المورثة، قطعة من الـ ADN وهي الدعامة المادية للصفة الوراثية.
- يحدث التعبير المورثي على المستوى الجزيئي، وهو ترجمة المعلومات الوراثية التي يحملها الـ ADN إلى بروتينات (مصدر الصفات الوراثية).

النشاط ٢ : مقر تركيب البروتين

- **تقنية التصوير الاشعاعي**

المبدأ: تصوير الإشعاعات الصادرة من النظائر المشعة (C^{14}،N^{16}، O^{18}، H^3) التي تدخل في تركيب العينة المدروسة: عضية، خلية، ورقة...

الهدف: تتبع مصير المركب الموسوم بنظير مشع و المركبات التي يدخل في تركيبها أول التحولات التي تطرأ عليه.

- يتركب البروتين في الشبكة الهيولية الفعالة في الهيولى انطلاقا من الأحماض الأمينية الناتجة عن هضم الأغذية.
- جزيئ الـ ARNm هو المسؤول عن نقل المعلومة الوراثية من النواة إلى الهيولى.
- **المكونات الكيميائية للـ ARNm**

الإماهة الكلية بالقاعدة القوية NaOH : سكر ريبوز ($C_5H_{10}O_5$)، حمض الفوسفوريك H_3Po_4، أربع قواعد آزوتية: A, G, C, U.

الإماهة الجزئية بالإنزيم ARNase : أربع أنواع من النكليوتيدات: نيوكليوتيدة : اليوراسيل، السيتوزين، الأدنين، السيتوزين.

- **كيفية انتقال نيوكليوتيدة حرة إلى سلسلة من النيوكليوتيدات:** يرتبط المجموع الفوسفوري للنيوكليوتيدة مع السكر الريبي لنيوكليوتيدة أخرى في ذرة الكربون رقم ٣ برابطة أستر فوسفاتية محررا في كل مرة جزيئة ماء.
- **مراحل تركيب البروتين:** يتم التعبير المورثي في مرحلتين هما: الإستنساخ (في النواة) والترجمة (في الهيولى).

النشاط ٣ : استنساخ المعلومة الوراثية

- **الهدف من عملية الاستنساخ:** الحصول على نسخة من المعلومة الوراثية مشفرة على شكل جزيئة ARNm ليتم نقلها وترجمتها في الهيولى إلى بروتين.
- **مقارنة بين جزيئتي الـ ADN والـ ARN**

ADN	ARN
- عبارة عن سلسلتين من تتابع النكليوتيدات - يتركب من سكر ريبوز منقوص ذرة الأكسجين $C_5H_{10}O_4$ - يتميز بالقاعدة الآزوتية التايمين T.	- عبارة عن سلسلة واحدة من تتابع النكليوتيدات. - يتركب من سكر ريبوز كامل ذرات الأكسجين $C_5H_{10}O_5$ - يتميز بالقاعدة الآزوتية اليوراسيل U.

- الإنزيم المسؤول عن تركيب نسخة من المعلومة الوراثية (أي الـ ARNm) هو: الـ ARN بوليميراز، حيث يركب جزيئة الـ ARNm انطلاقا من السلسلة الناسخة (المستنسخة) للمورثة.
- **مراحل عملية الاستنساخ:** تتم عملية الاستنساخ في ثلاث مراحل

أ- **الانطلاق:** يرتبط الإنزيم ARN بوليميراز بمنطقة البداية للمورثة، يكْسِر الروابط الهيدروجينية ويفتح السلسلتين، ثم يبدأ بقراءة تتابع النيكليوتيدات على السلسلة المستنسخة ويربط النيوكليوتيدات الموافقة لها.

ب- **الاستطالة:** ينتقل الإنزيم ARN بوليميراز على طول المورثة ويقرأ تتابع النكليوتيدات على السلسلة المستنسخة ويربط النيكليوتيدات الحرة الموافقة لها فيستطيل جزيء الـ ARNm المتشكل.

ت- **النهاية:** يصل الإنزيم إلى نهاية المورثة، تتوقف استطالة الـ ARNm الذي ينفصل عن الـ ADN، ينفصل الإنزيم وتلتحم سلسلتي الـ ADN من جديد.

- **الاستنساخ المتعدد:** هو ارتباط عدة انزيمات من ARN بوليميراز لاستنساخ مورثة واحدة لتركيب عدد كبير من نفس جزيئات الـ ARN.
- **نضج الـ ARNm:** الـ ARNm الناتج بعد الاستنساخ مباشرة يدعى بـ ARNm أولي (ما قبل الرسول). في النواة، تتدخل انزيمات متخصصة وتحذف منه قطع غير دالة (انترونات) لا تحمل معلومات وراثية، وتركب القطع الدالة (اكسونات) التي تحمل معلومات وراثية، فينتج ARNm ناضج (جاهز لعملية الترجمة)، يخرج من النواة عبر الثقب النووي إلى الهيولى مقر الترجمة.

Bac Plus Online

النشاط ٤ : الترجمة

- يتم فيها ترجمة اللغة النووية (الشفرة الوراثية) إلى لغة بروتينية (متتالية أحماض أمينية).
- المعلومة الوراثية قد استنسخت في النواة بشفرة خاصة تدعى: الشفرة الوراثية والمتمثلة في جزيء الـ ARNm.
- تتمثل وحدة الشفرة الوراثية بالرامزة وهي تتابع لـ ثلاث نيوكليوتيدات (ثلاثية من القواعد الآزوتية).

النشاط ٥ : مراحل الترجمة

تقنية الطرد المركزي: الهدف: فصل المكونات الخلوية (عضيات وجزيئات) حسب وزنها الجزيئي (كثافتها أو معامل ترسيبها S).
المبدأ: ترسب المكونات الخلوية حسب وزنها الجزيئي.
- **مقر تركيب البروتين:** في الهيولى على مستوى الشبكة الهيولية الفعالة. والعضيات المتدخلة بشكل مباشر هي الريبوزومات.
- **دور متعدد الريبوزوم:** هو إنتاج سلاسل ببتيدية أكثر في وقت قصير لتلبية حاجات العضوية.

أنماط ARN الهيولي

أ- الـ ARNm الرسول (messager)

- الطبيعة الكيميائية: يتكون من أربع أنواع من النكليوتيدات من نوع U, G, C, A، و كل نكليوتيدة تتكون من ثلاث مركبات : سكر ريبوز كامل ذرات الأكسجين، حمض الفوسفور و قاعدة آزوتية.
- وصف البنية: عبارة عن سلسلة واحدة من تتابع النكليوتيدات (خيط مفرد).

ب- الـ ARNt الناقل (transfer)

- الطبيعة الكيميائية: نفس الطبيعة الكيميائية للـ ARNm.
- وصف البنية: ملتف على شكل حرف L مقلوب، ويحتوي على موقعين: موقع خاص بتثبيت الحمض الأميني، و موقع خاص بالرامزة المضادة.

ج- الـ ARNr الريبوزومي

- الطبيعة الكيميائية: نفس الطبيعة الكيميائية للـ ARNm.

يدخل الـ ARNr الريبوزومي في تركيب الريبوزوم، العضية المسؤولة عن تركيب البروتين (الترجمة).
- الطبيعة الكيميائية للريبوزوم : تتكون تحت الوحدة الكبرى من ٣١ نوع من البروتينات الخاصة و نوعين من الـ ARNr (23S، 5S). وتتكون تحت الوحدة الصغرى من ٢١ نوع من البروتينات الخاصة وARNr من نوع 16S.

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

د- تنشيط الأحماض الأمينية: هو عملية ربط الحمض الأميني بالـ ARNt بواسطة إنزيم نوعي الذي يستهلك في ذلك طاقة على شكلATP.

١- **مراحل الترجمة:** تتم عملية الترجمة في ثلاث مراحل

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 والـ ARNt الثاني في الموقع A. ثم تتشكل رابطة ببتيدية بين الحمضين الأمينيين بتدخل إنزيمات متخصصة وطاقة على شكل ATP. ثم ينفصل الحمض الأميني Met.

ب- **الإستطالة:** يتم فيها استطالة السلسلة الببتيدية: 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 البيبتيدية.

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

مصير البروتين بعد تركيبه: ينضج في جهاز كولجي ويوجه نحو المقر الذي يؤدي فيه وظيفته داخل أو خارج الخلية. إذا كانت البروتينات المصنعة ستفرز خارج الخلية، فإنها تتجه من الش هـ ف عن طريق حويصلات انتقالية إلى جهاز كولجي، هذا الأخير يضعها في حويصلات إفرازية ويصدرها إلى خارج الخلية بظاهرة الإطراح الخلوي.
يتم تصنيع البروتين في أوليات النوى في مرحلتين تتمان في نفس المكان، أما عند حقيقيات النوى فتتمان في مرحلتين منفصلتين وذلك لوجود الغشاء النووي.

Bac-Plus-Online