التخليق الحيوى للبروتينات

Biosynthesis of proteins

التخليق الحيوى للبروتينات

Biosynthesis of proteins

تشير الابحاث الحديثة ان تخليق سلسلة البروتين تمر باربع مراحل رئيسية بمساعدة انزيمات متخصصة وعوامل مرافقة co-factors فى المرحلة الاولى من التنشيط وتحدث فى الستوبلازم

تنشيط الاحماض الامينية وتحتاج هذه العملية الى ATP وانزيم خاص لكل حامض أمينى

E + amino acid + ATP → Enzyme-amino acyl-AMP + Pp

الحامض الامينى المنشط يرتبط مع tRNA الخاص به كما يلى:

Enzyme amino acid~AMP + tRNA →
amino acyl~tRNA +AMP + E

Amino acyl~tRNA + rRNA + mRNA →
amino acid-rRNA-mRNA complex + tRNA

يحتوى الـ tRNA الخاص بحامض امينى معين على كود مقابل Anticodon (تسلسل لثلاث قواعد فى جزيئ tRNA) ويستطيع التعرف والارتباط بثلاث قواعد مقابلة تمثل الكودون فى mRNA وبهذا فإن الـ tRNA يضع الاحماض فى اماكنها طبقا للمعلومات التى على mRNA (المتكون على الـ DNA)

اما ال RNA الريبسومى فيمثل المكان الذى يبنى فيه البروتين

Amino acid-rRNA-mRNA complex → protein chain + rRNA + No. mRNA

تخليق البروتين Biosynthesis of protein

ماهى المركبات التى تشارك فى العملية؟

1- DNA الحمض النووي الديوكسي الريبوزي : مخزن عليه مواصفات البروتينات التي يمكن للخلية أن تكونها والتي تكسب الخلية صفاتها الوراثية.

2- RNA الحمض النووي الريبوزي : سنذكره فيما بعد بالتفصيل

3- الريبوسومات : هي المصنع الذي يقوم بتصنيع سلاسل الببتيد.

4- الإنزيمات : تلعب دوراً في نسخ المعلومات الموجودة على DNA في النواة ، بالإضافة إلى دورها في تكوين الروابط الببتيدية بين الأحماض الأمينية بنزع جزيء الماء لتكوين سلاسل عديدات الببتيد .

عملية تخليق البروتين تحدث من خلال عمليتبن كبيرتين هما :

1- عملية النسخ:

هى عملية بناء جزئ mRNA باستخدام DNA كقالب ويتم في النواة .

2- الترجمة:

هي عملية بناء سلسلة عديد ببتيد باستخدام mRNA كقالب وتتم في السيتوبلازم .

الفرق بين أنواع الأحماض النووية الريبوزية الثلاثة:

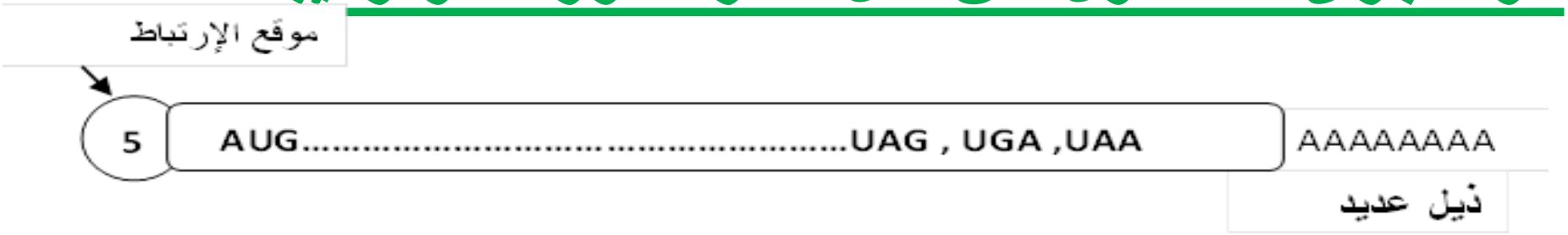
mRNA يحمل الشفرة الوارثية من DNA في النواة إلى الريبوسومات في السيتوبلازم وتركيبة يحدد ترتيب ونوع الأحماض الأمينية في البروتين ، وهو الجزيء الذي يعرف لغة كل من القواعد النيتروجينية على النيوكليوتيدات لل DNA ، الأحماض الأمينية على سلاسل الببتيد

tRNA هو الناقل الذي ينقل الأحماض الأمينية من السيتوبلازم للريبوسوم ويضعها في مكانها الصحيح في سلسلة عديد الببتيد حسب الترتيب على mRNA

rRNA هو جزء من تركيب الريبوسوم وله دور غير معروف طبيعته حيث يرتبط إرتباط غير مفهوم مع tRNA أثناء تخليق البروتين .

أولا: RNA الرسول (mRNA):

هو الجزئ المسئول عن نقل شفرة الوراثة وتركيبه :



1-الطرف 5` : بداية mRNA وهو موقع بداية الارتباط بالريبوسوم .

2-كودون البدء : هو التتابع AUG الذي يوجد في بداية أي mRNA وهو الذي يستدعي الحمض الأميني الميثيونين وهو أول حمض أميني في بداية أي سلسلة عديد ببتيد .

3-كودون الوقف : هو أحد التتابعات التالية (UGA أو UAG أو UAA) و يوجد في نهاية كل جزيء mRNA تتابع واحد فقط من الثلاثة السابقة

ما هو كودون الوقف؟ يعرف كودون الوقف بأنه الكودون الذى ينهي عملية بناء سلسلة عديد الببتيد حيث لا يستدعي حمض أميني و لكن يستدعي بروتين كامل يسمي عامل الإطلاق و هو "الجزيء المسئول عن فك الإرتباط بين الريبوسوم ، mRNA ، tRNA الحامل لآخر حمض أميني ، سلسلة عديد الببتيد المتكونة " عند إنتهاء ترجمة الشفرة الوراثية الخاصة بالجين

4- ذيل عديد الأدنين (الأدينوسين A) : هو حوالي 200 قاعدة نيتروجينية أدنين متتالية مسئول عن حماية mRNA من التحلل بفعل إنزيمات السيتوبلازم .

ثانيا: RNA الريبسومى rRNA

وهو الحمض النووي الذي يدخل في تركيب الريبوسوم ووظيفته غير معروفة بالتحديد في عملية بناء البروتين حيث يحدث إرتباط مجهول طبيعته بينه وبين mRNA أثناء عملية تخليق البروتين ، والريبوسومات: جزيئات " عضيات " دقيقة في الخلية لها دور هام في تكوين البروتين .

يتكون من جزئين هما { تحت الوحدة الكبرى ، تحت الوحدة الصغرى } .

تحت وحدة الريبوسوم الصغرى : هي بادئة تكوين البروتين .

تحت وحدة الريبوسوم الكبرى : يوجد عليها موقعان لهما أهمية كبيرة في بناء البروتين هما : الأمينو أسيل A والببتيديل P .

ثالثا: RNA الريبوزى الناقل rRNA

هو الجزئ المسئول عن نقل الاحماض الأمينية من السيتوبلازم السائل إلى الريبوسوم ، حسب شفرة الأحماض الأمينية الموجودة على mRNA ثم يضع هذه الأحماض في مكانها الصحيح في سلسلة عديد الببتيد .

ويوجد عليه موقعان لهما أهمية كبيرة فى بناء البروتين وهما :

موقع الارتباط بالحمض الأمينى : و هو الطرف 3/ الذي يمثل نهاية الشريط عند التتابع { CCA } وهو الموقع الذي يرتبط عنده الحمض الأميني المناسب لشفرة tRNA مع جزئ tRNA .

مضاد الكودون {Anticodon}: هو موقع من 3 ريبونيوكليوتيدات قواعدها النيتروجينية تتكامل مع القواعد النيتروجينية التي تمثل شفرة الحمض الأميني على mRNA

الشفرة الوراثية:

هي ترتيب النيوكليوتيدات على DNA و التي يتم نسخها في صورة تتابع مقابل (معكوس) في جزيء mRNA الذي يذهب إلى الريبوسوم حيث يترجم إلى تتابع الأحماض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد الذي يكون بروتين معين يظهر صفة وراثية معينه .

و لكن ما سندرسه هو صورة الشفرة الوراثية التي يتم تسجيلها على جزيء mRNA المنسوخ من DNA .

خصائص الشفرة الوراثية :

1- مكونة من 4 حروف هي (A – U – G – C) و تمثل أنواع القواعد النيتروجينية التي تعبر عن أنواع الريبونيوكليوتيدات التي تدخل في تركيب RNA .

2- تتكون الشفرة من كلمات تسمي الكودونات .

3- كل كودون يعبر عن حمض أميني من (20 نوع) .

4- كل كودون مكون من 3 حروف أي أن الشفرة الوراثية ثلاثية

فسر : الشفرة الوراثية ثلاثية و ليست ثنائية أو أحادية

1- لا يمكن أن تكون أحادية ؛ حيث يصبح لدينا 4 كودونات فقط لا تكفي لإستدعاء الأحماض الأمينية (20 نوع) .

2- ولا يمكن أن تكون ثنائية حيث سيصبح لدينا (4^2) كودون أي 16 كودون وهي لا تكفي لإستدعاء 20 حمض أميني .

لذلك الشفرة ثلاثية ليصبح لدينا (4^3) كودون أي 64 كودون تكفي لإستدعاء الـ 20 حامض أميني خاصة إذا علمنا أن لكل حمض أكثر من إسم ، و هو أصغر حجم نظري لكل شفرة .

كودون البدء و كودون الوقف

- يوجد كودون يسمى كودون البدء { هو أول كودون في أي جزيء mRNA } ، و هو (AUG)، يستدعي الحمض الأميني المثيونين ، و هو { أول حمض أميني في أي سلسلة عديد ببتيد } .
- توجد 3 كودونات لا تستدعي أي أحماض أمينية و هي كودونات الوقف و هي { UAA أو UGA أو UAG } و يستدعي أحدهم عامل الإطلاق و هو { المادة البروتينية التي توقف عملية بناء البروتين } .

- **الشفرة الوراثية عالمية عامة: أي أن أي كودون يستدعي نفس الحمض الأميني المناسب في أي نوع من خلايا الكائنات الحية ، مما يثبت أن جميع الكائنات الحية من أصل واحد " بداية من الفيروسات وحتي الإنسان "**
- **الشفرة الوراثية نشأت فى بداية الخليقة ولم يطرأ عليها أي تغيرات تذكر .**

ما هي أنواع tRNA التي يستحيل وجودها في الخلية ؟ ولماذا ؟

يستحيل وجود tRNA مضاد كودونه هو : AUU, ACU , AUC لأن هذه المضادات تقابل الشفرات الخاصة بكودونات الوقف التي لا تستدعي أحماض أمينية ولكنها تستدعي بروتين كامل هو عامل الإطلاق لوقف بناء البروتين .

Codons: Codons are the instructional codes used by cells to identify which amino acids are to be used to assemble proteins. They are three nucleotides in length, and are read by the cell as its machinery moves down the strand of the gene. Some example codons are listed in the following table along with the amino acid they represent.

Codons الكودونات

Nucleotide codons and their corresponding amino acids.

1- Codon - Amino Acid

2- TGC = Cysteine

3- CTG = Leucine

4- AGT = Serine

5- GCA = Alanine

علل : يمكن نقل tRNA من خلية أاي كائن حي إلى أي خلية أخري في أي كائن آخر من أي نوع آخر؟

..لأن الشفرة الوراثية عالمية عامة ، و نفس الكودونات تمثل نفس الشفرات لنفس الأحماض الأمينية في كل الكائنات الحية التي تمت دراستها حتى الآن من الفيروسات إلى الإنسان

مراحل تخليق البروتين:

التخليق يتم من خلال عمليتين كبيرتين هما :

1- النسخ : خلالها ينسخ جزئ mRNA الحامل لشفرة البروتين باستخدام أحد أشرطة DNA عند موقع الجين كقالب .

2- مرحلة الترجمة : خلالها يتم البناء الفعلى لجزئ البروتين

و تنقسم إلى 4 مراحل هي :

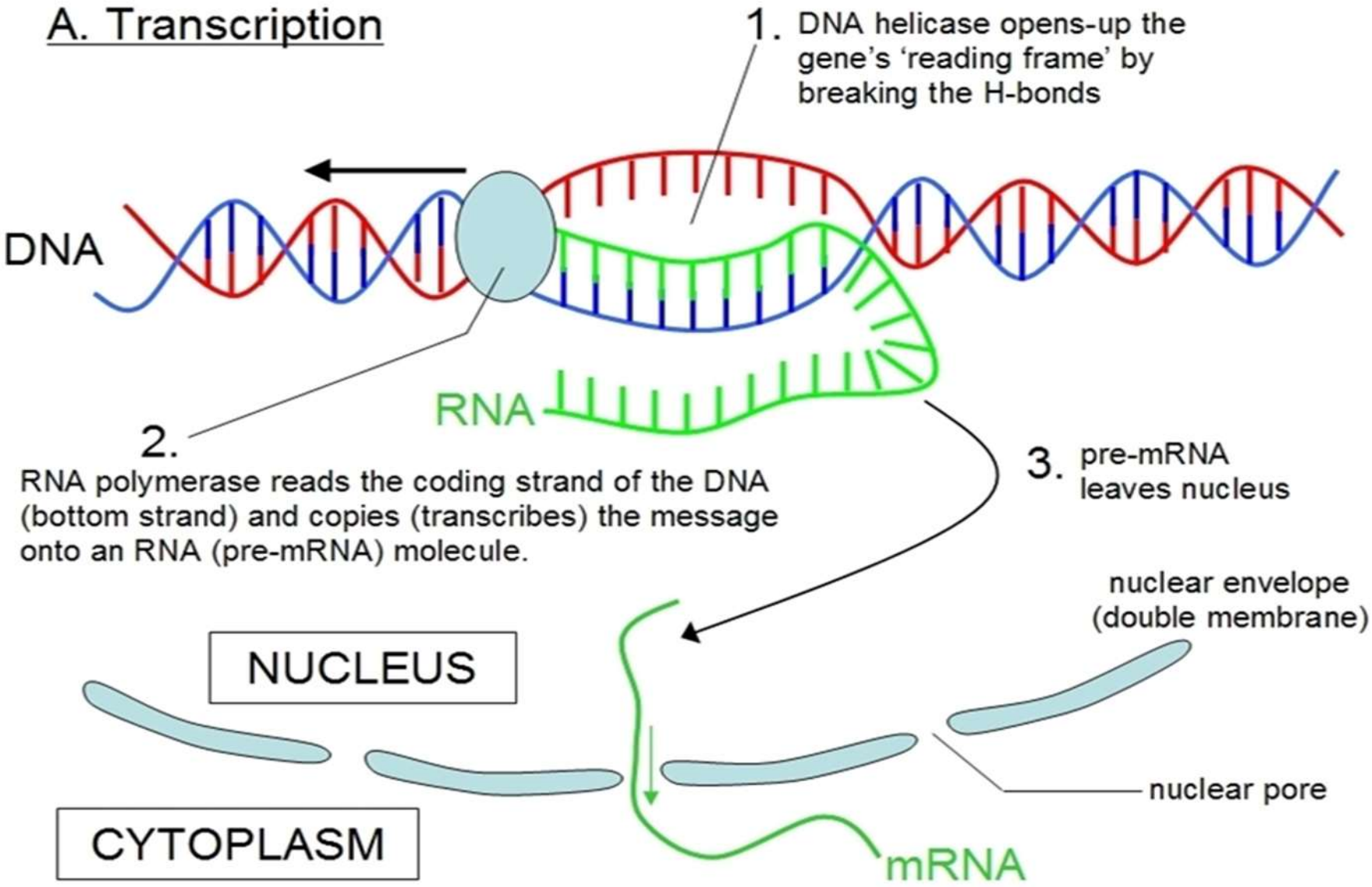
1- مرحلة تنشيط الحامض الامينى

2- الحامض الامينى المنشط يرتبط مع tRNA الخاص به 3- مرحلة البداية أو بدء بناء البروتين : Initiating stage

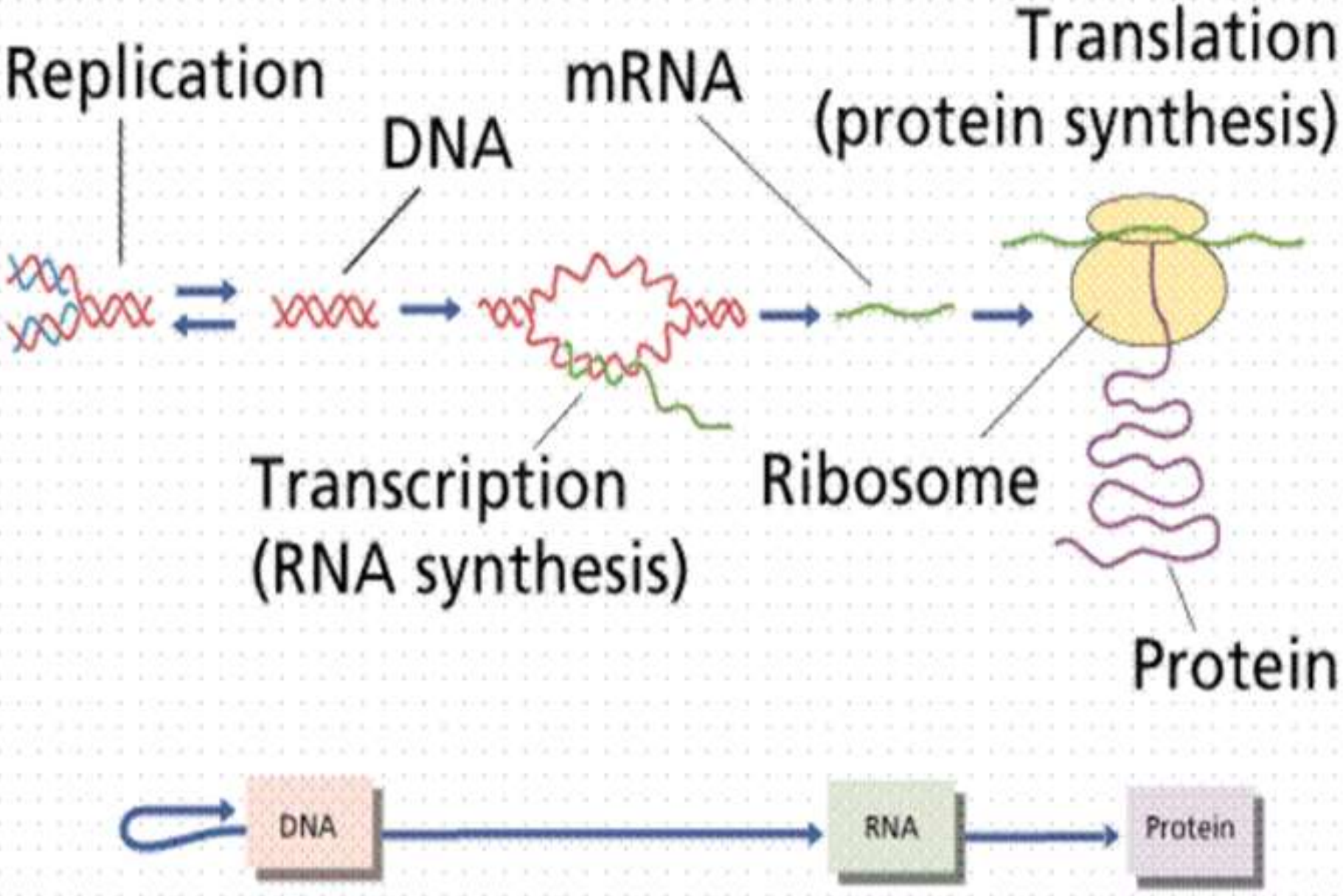
4- مرحلة استطالة سلسلة عديد الببتيد : Elongation process

5- عملية انتهاء السلسة الببتيدية أو إنهاء عملية بناء البروتين

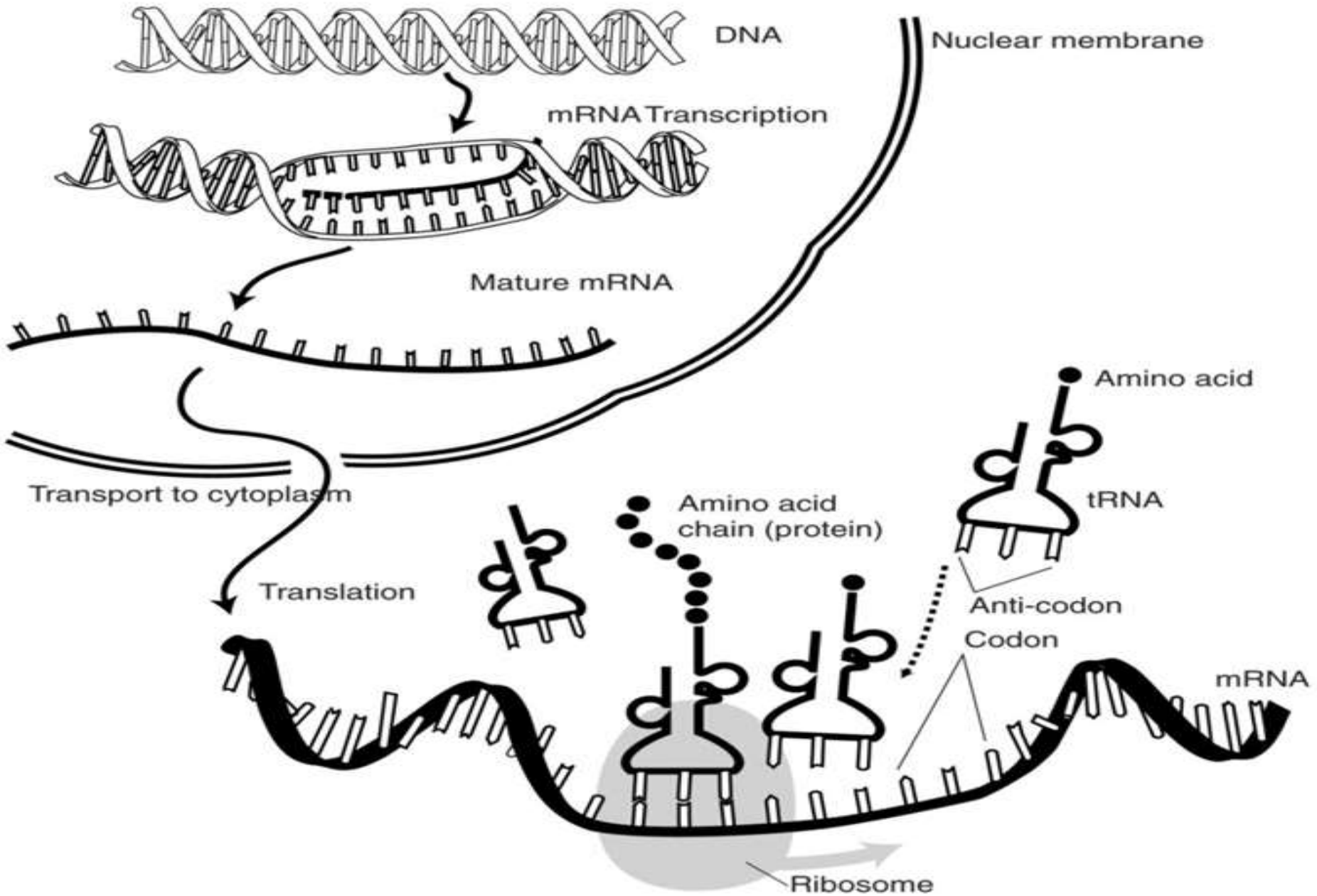
Transcription عملية النسخ



ملخص لعملية بناء البروتين



والرسم التالى يوضح بالتفصيل مراحل بناء البروتين:



اولا: مرحلة تنشيط الحامض الامينى

تتم هذه العملية فى السيتوبلازم حيث تتحول الاحماض الامينية الى استرات يرتبط كل منها مع tRNA مناسب بملامسة انزيمات متخصصة وكل انزيم متخصص لحمض امينى معين Amino acyl-tRNA synthtase وكذلك لحامض نووى معين tRNA مقابل له كما ذكر سابقا

حيث يتفاعل الحمض الامينى مع ATP اولا ليتكون Amino acyl adenylic acid ثم يتفاعل بعد ذلك مع الـ tRNA ليتكون الحمض الامينى النشط Amino acyl-tRNA ويحدث هذا بواسطة الانزيم الخاص

ثانيا: مرحلة البداية أو بدء بناء البروتين :

Initiating

- قبل بدء تخليق البروتين يتفكك الريبوسوم 70S الى وحدتين هما صغرى 30S وكبرى 50S لأن كلا من mRNA و aminoacyl-tRNA لا يمكنه الارتباط مباشرة مع 70S ولكن يرتبط اولا مع الوحد الصغيرة ثم تتحد بدورها بالوحدة الكبرى من الريبوسوم ويتم ذلك فى وجود انواع معينة من البروتينات تسمى عوامل البداية Inatiation factors (IF1, IF2, IF3)

-إرتباط تحت وحدة الريبوسوم الصغرى مع جزئ mRNA عند الطرف 5/ و تكون القواعد النيتروجينية لـ mRNA متجهه لأعلى { و هو الوضع الصحيح للترجمة } ، و يرتبط معهم جزئ tRNA الحامل للحمض الأميني مثيونين مثلا. ودخول تحت وحدة الريبوسوم الكبرى : بحيث يصبح tRNA الحامل للمثيونين على الموقع (p) الببتيديل

ثالثا: مرحلة الاستطالة او استطالة سلسلة عديد الببتيد: Elongation process

فى هذه المرحلة يتكون معقد من amino acyl-tRNA التالى فى السلسلة مع مركب GTP وعامل الاستطالة Elongation factor حيث تهاجم مجموعة أمين NH2 للحمض الداخل رابطة استر لمجموعة COOH للحمض البادئ وبذلك تنشأ الرابطة الببتيدية الاولى فى السلسة peptide linkage ويساعد فى هذا التفاعل انزيم peptidyl transferase وينفصل tRNA البادئ ويتوالى دخول الاحماض الامينية حيث ترتبط مجموعة امين لحمض جديد مع كربوكسيل الحامض الامينى السابق ويفصل فى كل مرة tRNA السابق

رابع: إنهاء عملية بناء البروتين :

كيف تتوقف عملية بناء البروتين ؟

بمجرد إنتهاء الريبوسوم من ترجمة شفرة mRNA يظهر أحد كودونات الوقف { UAA أو UGA أو UAG } ، فستدعي بروتين كامل يسمى عامل الإطلاق يؤدي ظهوره إلى :

- توقف بناء البروتين .
- فك الإرتباط بين وحدات الريبوسوم الكبرى والصغرى و mRNA و آخر tRNA وسلسلة عديد البتيد .

عامل الإطلاق : هو بروتين يوجد في السيتوبلازم يستدعى عند ظهور أحد كودونات الوقف { UAA أو UGA أو UAG } ويؤدي إلى توقف بناء البروتين وفك الإرتباط بين مكونات بناء البروتين { تحت وحدتي الريبوسوم ، mRNA ، tRNA ، سلسلة عديد الببتيد } .