كلية العلوم

القسم : علم الحياة

السنة : الرابعة

المادة : وراثة جزيئية

المحاضرة : الخامسة/عملي/كتابة

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر(What's app-Telegram)على الرقم 0931497960

مصطلحات علميّة ـ التّرجمة
Translation

١. Genetic Code الشّيفرة الوراثيّة: مجموعة القواعد الّتي تربط تسلسل الكودونات في mRNA بتسلسل الأحماض الأمينيّة في البروتين.

٢. Codon الكودون: ثلاثيّة نيوكليوتيدات في mRNA تُشفّر لحمض أمينيّ معيّن أو إشارة توقّف.

٣. Start Codon كودون البدء: الكودون (AUG) الّذي يبدأ به تخليق البروتين، ويُشفّر للميثيونين.

٤. Stop Codon كودون التوقّف: أحد الكودونات (UAA, UAG, UGA) الّتي تشير إلى نهاية التّرجمة.

٥. Reading Frame إطار القراءة: طريقة تقسيم تسلسل mRNA إلى كودونات متتالية للقراءة.

٦. Ribosome الرّيبوسوم: عضيّة خلوية (مكوّنة من rRNA وبروتينات) حيث تحدث التّرجمة.

٧. A Site موقع A: موقع على الرّيبوسوم يرتبط به aminoacyl-tRNA الحامل للحمض الأمينيّ التّالي.

٨. P Site موقع P: موقع على الرّيبوسوم يحمل peptidyl-tRNA الحامل لسلسلة الببتيد النّامية.

٩. E Site موقع E: موقع على الرّيبوسوم يغادره deacetylated tRNA بعد منح حمضه الأمينيّ.

١٠. Anticodon المضاد كودون: ثلاثية نيوكليوتيدات في tRNA مكمّلة ومقابلة لكودون في mRNA.

١١. Initiation Complex معقّد البدء: التّجمع الّذي يتكوّن من الوحدة الرّيبوسومية الصّغيرة، mRNA،والرنا النّاقل الأوّليّ tRN ، وهو جاهز لبدء التّرجمة.

١٢. Peptidyl Transferase ببتيديل ترانسفيراز: نشاط إنزيميّ (في الرّيبوسوم) يحفّز تكوين الرّابطة الببتيديّة بين الأحماض الأمينيّة.

١٣. Translocation الانتقال: حركة الرّيبوسوم على mRNA بمقدار كودون واحد، ممّا ينقل الـ tRNA من موقع A إلى P ومن P إلى E.

١٤. Release Factor عامل التّحرير: بروتين يتعرّف على كودون التوقّف ويحفّز تحرير سلسلة الببتيد من الرّيبوسوم.

١٥. Post-Translational Modification التّعديلات ما بعد التّرجمة: التّعديلات الكيميائيّة على البروتين بعد صنعه (مثل إضافة الفوسفات، الجليكوزيلاشن) لتنشيطه أو تغيير وظيفته.

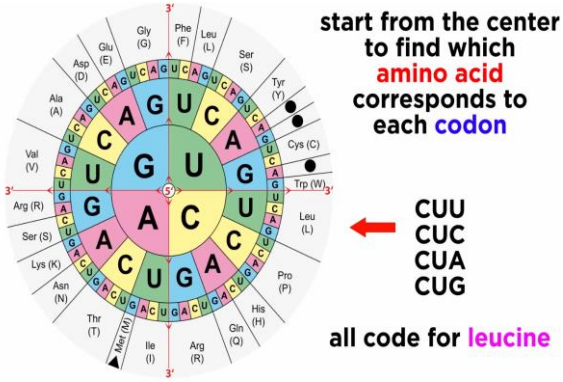
كيف تُشفّر الكودونات الأحماض الأمينيّة؟

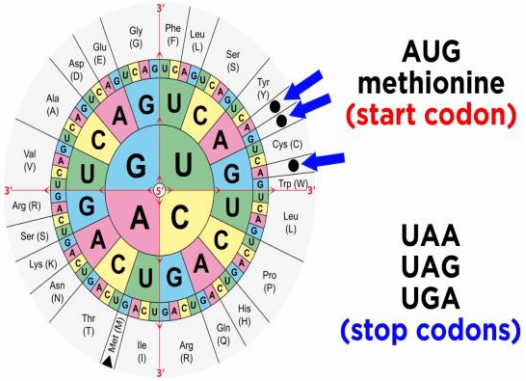
لدينا أربع احتمالات للقواعد النّتروجينيّة وكلّما اجتمع ثلاثة منها مع بعض تشكّل كودون يؤدّي لإعطاء أمر إحضار حمض أمينيّ محدّ وبالتّالي لدينا ٤*٤*٤ =٦٤ كودون.

تُشفر هذه الكودونات لـ ٢٠ حمض أمينيّ، إحدى أهمّ خصائص الشّيفرة الوراثيّة هي تعدّدها، حيث يمكن لعدّة كودونات مختلفة أن تُشفّر لنفس الحمض الأمينيّ، فمثلًا، الحمض الأميني ليوسين يمكن أن يُشفّر له بواسطة الكودونات UUA, UUG, CUU, CUC, CUA, CUG .

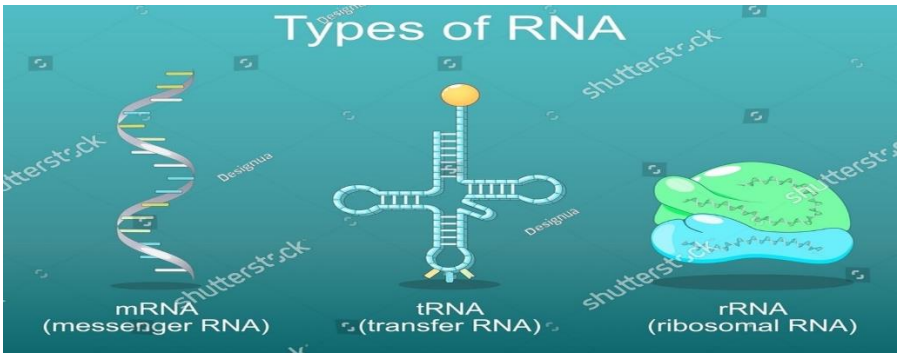
بالإضافة إلى ذلك، توجد كودونات مميّزة لوظائف خاصّة، وهي:

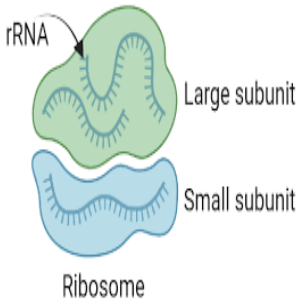
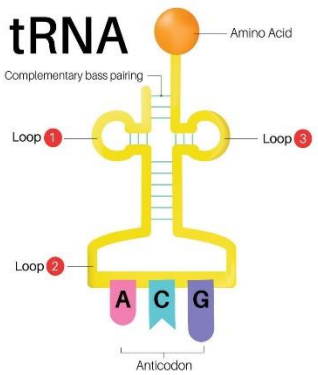
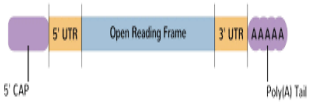
- كودون البدء :(AUG) وهو يشير لبدء عملية التّرجمة ويشفّر للحمض الأمينيّ ميثيونين.
- كودونات التّوقّف :(UAA, UAG, UGA) وهي تشير إلى نهاية التّرجمة ولا ترتبط بأيّ حمض أمينيّ، ممّا يؤدّي إلى تحرير سلسلة عديد الببتيد.





أنواع الـ RNA



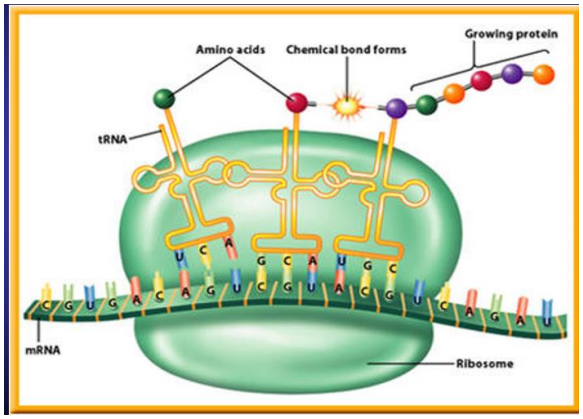
الرنا الرّيبوسومي (rRNA) Ribosomal RNA	الرنا النّاقل (tRNA) Transfer RNA	الرنا المرسال (mRNA) Messenger RNA
له شكل طويل ومتشابك، له بنية ثانوية ثلاثيّة الأبعاد معقّدة للغاية. وهو المكوّن الأساسيّ للرّيبوسوم، حيث يُعدّ المكوّن البنيويّ والتّحفيزيّ له. لا يحمل معلومات وراثيّة، ويحتوي الـ rRNA في الوحدة الكبيرة على مركز ببتيديل-ترانسفيراز ذو نشاط ريبوزيمي أي أنّه يعمل كإنزيم، يسمّى ريبوزيم Ribozyme وهو الّذي يحفّز تكوين الرّابطة الببتيديّة بين الأحماض الأمينيّة. يشكّل حوالي ٦٠٪ من كتلة الرّيبوسوم، أكثر أنواع RNA وفرة في الخلية.	الشكل قصير، له بنية ثانويّة مميزة تشبه ورقة البرسيم (Clover leaf)، والّتي تنطوي لاحقًا لتشكّل بنية ثلاثيّة الأبعاد على شكل حرف L . يقوم بنقل الأحماض الأمينية المناسبة إلى الريبوسوم أثناء عملية الترجمة. يعمل كـ "شاحنة" تورد المواد الخام (الأحماض الأمينية) إلى موقع البناء (الريبوسوم). يحتوي tRNA على منطقة anticodon التي تتزاوج مع الكودون المحدّد فيmRNA . لكل حمض أميني نوع واحد أو أكثر من tRNA المخصص له. شديد الثبات في البنية.	له شكل شريط خطي واحد طويل نسبيًا. في حقيقيات النوى، يكون له هيكل خاص: قلنسوة (Cap) عند الطّرف ٥ ' و ذيل عديد الأدينين (Poly-A Tail) عند الطّرف ٣'، وظيفته: نقل الشفرة الوراثيّة من الحمض النووي (DNA) في النّواة إلى الرّيبوسومات في السّيتوبلازم ليتمّ تصنيع البروتين بناءً عليها، يعمل كـ "قاعدة أو مخطّط" لترتيب الأحماض الأمينيّة. عمره قصير (يتمّ تحليله بعد التّرجمة). تسلسله يحدّد تسلسل الأحماض الأمينيّة في البروتين.
		

ما معنى (لـ RNA بنية ثانويّة)

هي شكل الجزيء النّاتج عن التفاف شريط الـ RNAعلى نفسه وتكوين سيقان وحلقات بسبب تكامل القواعد، وهي ضروريّة لثبات ووظيفة كل نوع من أنواع الـRNA.

تركيب الرّيبيوسوم

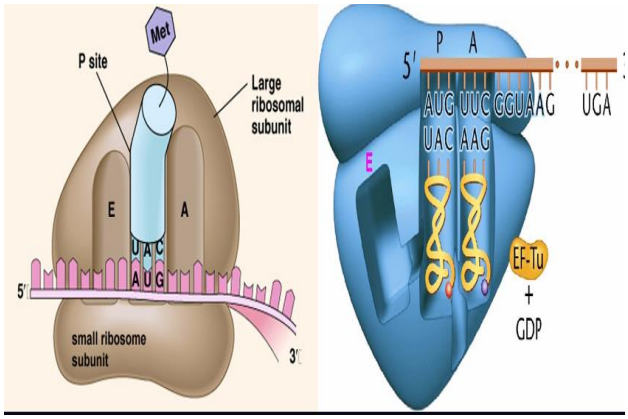
الرّيبوسوم هو مصنع البروتين في الخلية، وهو عبارة عن مركب بروتيني-ريبي (ريبونوكليوبروتين) كبير ومعقّد، ويتكوّن الرّيبوسوم الوظيفيّ من جزأين أو وحدتين فرعيّتين، تلتفان حول جزيء mRNA أثناء التّرجمة.



١. الوحدة الصّغيرة (Small Subunit)
وظيفتها ربط جزيء mRNA والتحقّق من التطابق بين كودون mRNA ومضاد الكودون على tRNA.

٢. الوحدة الكبيرة (Large Subunit)
وظيفتها: تحفيز تكوين الرّابطة الببتيديّة بين الأحماض الأمينيّة.

المواقع الوظيفية على الريبوسوم
تتكون المواقع الوظيفية عند ارتباط الوحدتين الصغيرة والكبيرة معًا، وتوجد بشكل رئيسي في الوحدة الكبيرة، لكنها تعتمد على تفاعل الوحدتين:



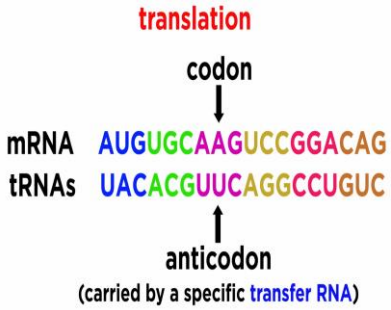
١. موقع A (Aminoacyl-site): يدخل منه الحمض الرّيبي الناقل المُحمّل (tRNA الحامل للحمض الأمينيّ التّالي).

٢. موقع P (Peptidyl-site): يحمل الحمض الرّيبي الناقل الحامل لسلسلة الببتيد النّامية.

٣. موقع E (Exit-site): يغادره الحمض الرّيبي النّاقل **deacylated tRNA** أي tRNA غير مشحون أو فارغ (أي فقد الحمض الأميني) بعد منح حمضه الأمينيّ للسّلسلة.

ترجمة الـ RNA RNA Translation

تبدأ عمليّة التّرجمة في السيّتوبلازم حيث يُستخدم جزيء mRNA النّاضج كتعليمات لتركيب سلسلة عديد الببتيد (البروتين)، حيث تُقرأ شيفرة الـ mRNA بواسطة الريبوسوم، وتقوم جزيئات الـ tRNA بحمل الأحماض الأمينيّة المناسبة باستخدام أنتي كودون مكمّل لـ كودونات الـmRNA .

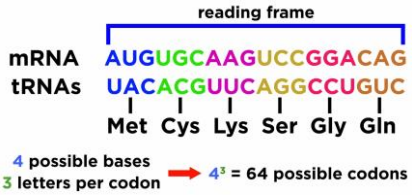


الكودون :(Codon) هو تسلسل مكوّن من ثلاث قواعد نيتروجينية على جزيءmRNA ، يمثّل شيفرة محدّدة لحمض أمينيّ معيّن أو إشارة توقّف.

الأنتي كودون :(Anticodon) هو تسلسل مكوّن من ثلاث قواعد نيتروجينيّة على جزيءtRNA، يكون مكمّلاً وتقابلِياً للكودون على mRNA، مما يضمن إحضار الحمض الأمينيّ الصّحيح.

كل جزيءtRNA يرتبط مع حمض أمينيّ محدّد.

طريقة تسلسل الكودونات على mRNA تُسمّى Reading Frame إطار القراءة.

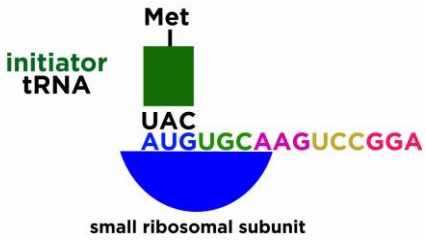


لدينا ٦٤ احتمال للكودونات.

البدء (Initiation)

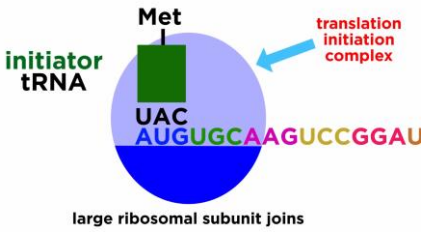
ترتبط الوحدة الرّيبوسومية الصّغيرة بجزيء mRNA عند طرفه ٥′ وتنزلق حتى تجد كودون البدء (AUG).

يرتبط جزيء tRNA الحامل للحمض الأمينيّ الميثيونين (initiator tRNA) بكودون البدء AUG على mRNA.



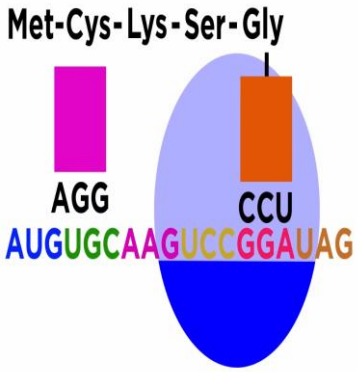
ترتبط الوحدة الرّيبوسومية الكبيرة بالوحدة الصّغيرة مكوّنة الرّيبوسوم الوظيفيّ، حيث يكون الـ tRNA البادئ متواجدًا في موقع P.

وتتمّ عمليّة شحن جزيئات الـ tRNA بالحمض الأمينيّ الصّحيح بواسطة إنزيمات خاصة تُسمّى aminoacyl-tRNA synthetases ، وهي المسؤولة عن الدقّة العالية في عمليّة التّرجمة، لأنّها تتعرّف على الحمض الأمينيّ والـ tRNA المطابق له بدقّة شديدة.



الاستطالة (Elongation)

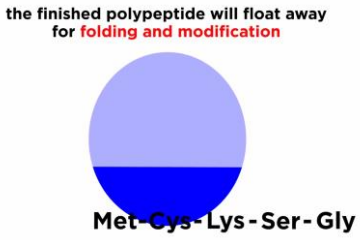
يدخل جزيء aminoacyl-tRNA الحامل للحمض الأمينيّ التّالي إلى موقع A على الريبوسوم، بشرط أن يكون مضاد الكودونAnticodon الخاصّ به مكمّلًا للكودون الموجود في موقع A على mRNA.
يحفّز النّشاط الإنزيمي ببتيديل ترانسفيراز (Peptidyl Transferase) الموجود في الوحدة الكبيرة للرّيبوسوم تكوين رابطة ببتيديّة بين الحمض الأمينيّ الموجود في موقع P (الميثيونين في البداية) والحمض الأمينيّ الموجود في موقع A.
تنقل سلسلة الببتيد النّامية من جزيء tRNA في موقع P إلى الحمض الأميني الموجود على جزيء tRNA في موقعA ، مما يؤدي إلى elongatingالسلسلة برابط ببتيدي جديد. نتيجة لذلك، تصبح سلسلة الببتيد الآن مرتبطة بـ tRNA في موقع"A. تحدث عملية الانتقال (Translocation)، حيث يتحرك الريبوسوم على mRNA بمقدار كودون واحد (ثلاث قواعد) إلى الأمام.



الإنهاء (Termination)

تستمر عمليّة الاستطالة حتى يصل الرّيبوسوم إلى أحد كودونات التوقّف (UAA, UAG, UGA) في موقع A.
لا يوجد tRNA مضاد كودون لهذه الكودونات.

بدلاً من ارتباط tRNA بكودون التّوقّف يرتبط عامل التّحرير (Release Factor).
يحفّز عامل التّحرير تحرير سلسلة الببتيد الكاملة من الـtRNA الموجود في موقع P.



تنفصل الوحدتان الرّيبوسوميتان (الصّغيرة والكبيرة) عن بعضهما البعض وعنmRNA ، ليعاد استخدامها في دورة ترجمة جديدة.، ويتمّ تحرير سلسلة البروتين الحديثة التّصنيع.

مع تمنّياتنا بالتّوفيق

د. ريما الموعي د. ميسون زياده

مكتبة A to Z