ماهي الخطوات النهائية بعد انتهاء عملية الاستنساخ؟

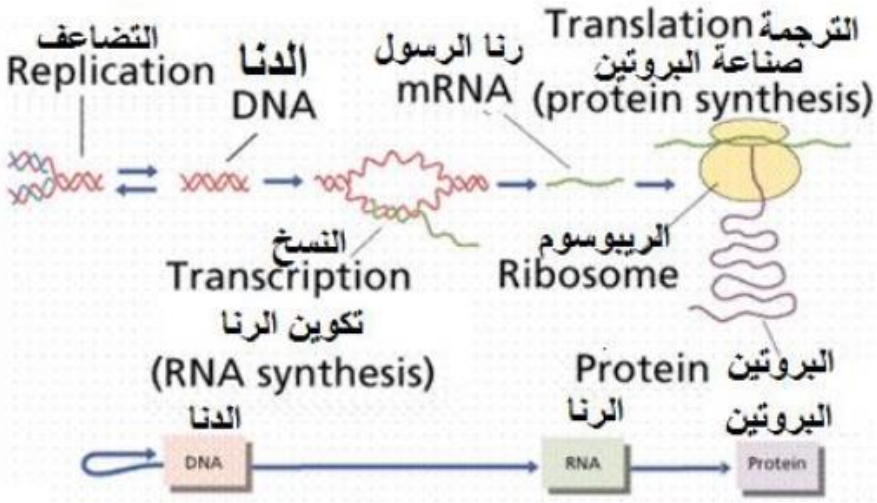
بعد انتهاء عملية النسخ في النواة يكون شريط الحامض النووي mRNA غير مكتمل و ذلك لأن النسخ يحصل للمناطق المشفرة من DNA و هي الاكسونات في حين تبقى المناطق غير المشفرة وهي الانترونات و لذلك يسمى RNA Premature و حتى يترك شريط mRNA النواة و يتوجه للسايتوبلازم كي تتم عملية الترجمة يتطلب الأمر الخطوات التالية:

- **1 ـ إزالة أجزاء من السلسلة رنا الرسول لا يتضمن شيفرات لبناء سلسلة عديد الببتايد ويسمى هذا الجزء انترون Intron.**
- **2ـ التحام الأجزاء الفعالة من رنا الرسول بعد قطع وفصل الانترونات والجزء الذي يحتوي على شيفرات ستترجم إلى سلاسل يسمى إكسون Exon وتسمى سلسلة رنا الرسول بعد قطع الانترونات والتحام الإكسونات سلسلة رنا الرسول الناضجة، وتنتقل عبر النواة إلى السيتوسول لترتبط بالرايبوسومات.**

عملية الترجمة و تصنيع البروتين : Translation and protein syntheses

أهمية عملية الترجمة و تصنيع البروتين في الكائنات الحية

يتم تصنيع البروتينات في جميع الكائنات الحية لتؤدي وظائف مهمة في عملية النمو و التطور كما في جميع النباتات و الحيوانات اذ أن جميع الصفات الوراثية تظهر نتيجة وجود بروتينات ناتجة عن جينات وراثية و تسمى البروتينات البنائية. و توجد كذلك البروتينات الأيضية تعتبر ضرورية في كل التفاعلات الأيضية التي تحدث في الكائن الحي و هي بروتينات خاصة بإنتاج الانزيمات . و هناك أيضا البروتينات الهرمونية التي تدخل في تخليق جميع الهرمونات التي تؤدي أدوار مهمة في الكائن الحي.



الشكل يوضح أن الترجمة و تصنيع البروتين يحصل بعد نسخ المعلومات الوراثية من شريط DNA الى شفرات وراثية (كودونات) في شريط mRNA المرسال الذي ينتقل من نواة الخلية الى السايتوبلازم على سطح الرايبوسوم .(الشكل للأطلاع فقط).

الجزيئات المشتركة في عملية الترجمة :

١-الرايبوسومات: Ribosomes

تنتشر الرايبوسومات في سايتوبلازم الخلايا بدائية النواة فيما تتركز بكثافة على سطوح أغشية الشبكة الاندوبلازمية في حقيقيات النواة.

لماذا تشترك الرايبوسومات في عملية الترجمة؟

تحتوي الرايبوسومات على الانزيمات الضرورية لتكوين الروابط الببتايدية بين الاحماض الامينية وتوفر المكان المناسب لارتباط الحامض النووي المرسال mRNA.

٢-الحامض النووي الناقل Transfer Ribonucleac Acid tRNA

مادور tRNA في عملية الترجمة؟

تكون الأحماض الأمينية غير مرتبطة مع شريط الحامض النووي المرسال mRNA بل أن الشفرات (الكودونات) الموجودة في mRNA يتم التعرف عليها ليبدأ بناء سلسلة عديد الببتيد ويكون التعرف عليها بواسطة جزيئات الحامض النووي الناقل tRNA حيث تتمكن من قراءة شفرات mRNA باستخدام الشفرة المضادة (المقابلة)

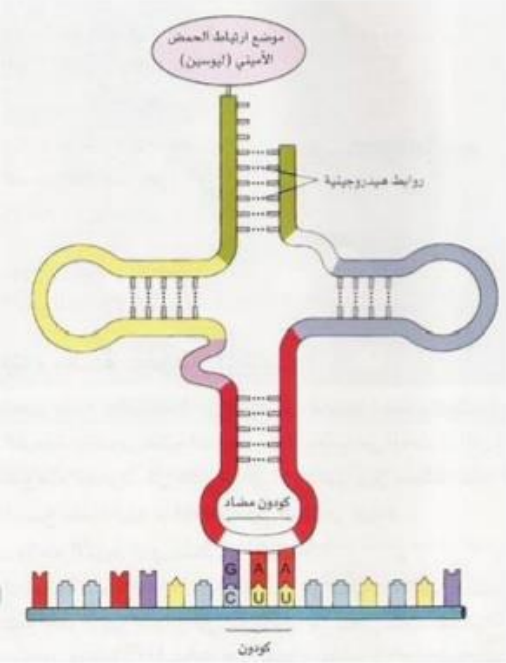
تتكامل الشفرة المضادة ل tRNA مع الشفرة الوراثية لmRNA بحيث يقابل كل شفرة وراثية لmRNA شفرة مضادة مكملة من tRNA.

٣-مجموعة انزيمات Aminocyle Enzymes وهي انزيمات تصنيع مركب tRNA المسؤولة عن ارتباط حامض اميني مع جزيئة حامض نووي ناقل مناسب.

كيف يرتبط الحامض الأميني بالحامض النووي tRNA؟

يرتبط الحامض الاميني مع جزيئة الحامض النووي الناقلtRNA الخاص به برابطة قوية تنشأ من ارتباط مجموعة الكربوسيل COOH في الحامض الاميني مع مجموعة الهيدروكسيل OH في الطرف او الذراع الثالث لجزيئة الحامض النووي الناقل tRNAلانتاج مركب الامينوسايل-الحامض النووي الناقلtRNA (الشكل أدناه) .يتكون هذا المركب بتنشيط الحامض الاميني بواسطة الطاقة العالية في مركب الادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP و ارتباط الحامض الاميني بجزيئة tRNA المناسب واطلاق المركب الادينوسين احادي الفوسفات.

يعمل المعقد الكيميائي المتكون من الحامض النووي الناقل tRNA و الامينوسايل كوسيط لبناء سلسلة عديد الببتيد و اعطاء الشفرة الصحيحة في mRNA ليضع الحامض الاميني في الوضع الصحيح.



- **وظائف أنواع أخرى من RNA**
- يصنع جزيء الدنا عدة أنواع من الحامض النووي RNAالرنااهمهما:
1. الناقل رنا الناقل tRNA،
2. رنا الرايبوسومي، rRNA
3. إضافة إلى رنا الرسول .mRNA

- **جزيء : tRNA**
- يتم بناء رنا الناقل في النواة، أن هذا الجزيء يتكون من سلسلة واحدة من النيوكليوتايدات تلتف لتكوين ثلاث حلقات.
- يرتبط أحد طرفيtرنا الناقل مع حامض أميني معين، في حين أن الحلقة المقابلة لهذا الطرف تحتوي على ثلاثة نيوكليوتايدات، وتكون متممة لأحد كودونات رنا الرسول وتسمى النيوكليوتايدات الثلاثة في رنا الناقل الكودون المضاد . Anticodon

لاحظ في الشكل أعلاه للحامض النووي tRNA أن الذراع أو الساق باللون الأحمر هو ساق الشفرة المضادة أو المقابلة و الذراع باللون الأخضر هو موقع ارتباط الحامض الأميني .

ما هما الموقعان الضروريان في الرايبوسوم لتبدأ عملية الترجمة؟

يحتوي كل رايبوسوم على موقعين على سطحه الأول يسمى موقع السلسلة الببتايدية Piptidyle Site الذي ترتبط به سلسلة عديد الببتيد النامية والموقع الثاني هو موقع الحامض الأميني المنشط A الذي ترتبط به جزيئة tRNA-امينوسايل الحاملة للحامض الاميني.

ترتبط جزيئات(tRNA-امينوسايل-الحامض الأميني) بالموقع A اعتمادا على الشفرة المضادة التي يحملها والشفرة الوراثية المحمولة على mRNA.وبذلك فأن جزيئات(tRNA-امينوسايل-الحامض الأميني) تتغير بتحرك الشفرات الوراثية للحامض النووي mRNA و هكذا يتوالى ارتباط جزيئات (الحامض النوويtRNA-امينوسايل-الحامض الأميني) مع كل تغير في الشفرة الوراثية في الموقع A.

ماهو أول حامض أميني ينقله tRNA؟

يبدأ بناء البروتين بواسطة باديء خاص من جزيئة الحامض النووي الناقل tRNA و الذي يرمز له ب Methionyl-tRNAF اذ ترتبط جزيئة أول حامض أميني وهو المثيونين مع مجموعة مهمة في التنشيط وهي مجموعة الفورميل ليكون جاهز للأرتباط بجزيئة الحامض النووي tRNA و يسمى بمعقد بدء عملية الترجمة.

أين يرتبط معقد البدء ؟

يرتبط معقد جزيئة (الحامض النووي الناقل-مثيونيل –الحامض الأميني)بالوحدة الثانوية للرايبوسوم التي يرتبط بها الحامض النووي المرسال بعد انتقاله من النواة الى السايتوبلازم و ارتباطه بالوحدة الثانوية الصغيرة للرايبوسوم .ينطلق بعدها معقد البدء و يصل ليشغل موقع P من الرايبوسوم (لأننا ذكرنا ان في الرايبوسوم موقعان هما

موقع الحامض الأميني و موقع السلسلة الببتايدية) و يرتبط مع mRNAمن خلال ارتباط القواعد الثلاثة للشفرة المقابلة لtRNA مع القواعد الثلاثة الاولى للحامض النووي المرسالmRNA.

ماذا تمثل القواعد الثلاثة المقابلة لشفرة tRNA؟

تدعى هذه القواعد الثلاثة بشفرة الابتداء و هي اما ان تكون AUG او GUG.

أي أن اول شفرة سيتم قراءتها هي شفرة الحامض الأميني المثيونين في سلسلة عديد الببتايد المتكونة.

ماهو أول حامض أميني مترجم في عملية الترجمة؟

وبعد ذلك ينتقل معقد تحت الوحدة الصغيرة-الحامض النووي الناقل-ميثيونيل ليرتبط بالوحدة الثانوية الكبيرة للرايبوسوم ليصبح جزيء الحامض النووي الناقل-ميثيونيل مرتبطا بالموقع P على سطح الرايبوسوم. ان وجود شفرة الابتداء مع الشفرة المضادة في الموقع P يؤدي الى ترك الموقع A فارغا حيث تتعرف عليه جزيئة الحامض النووي الناقل-امينوسايل لترتبط به.

مرحلة استطالة السلسلة الببتيدية: Elongation Stage

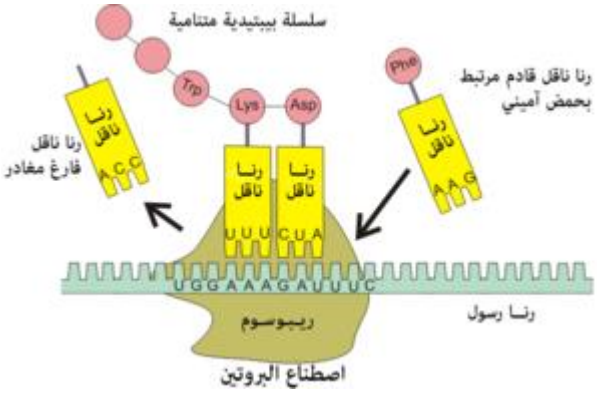
تبدأ بعد ذلك عملية انتقال جزيئة أخرى من tRNA حاملة حامض أميني آخر فتشغل موقع A (موقع الحامض الأميني) من الرايبوسوم

فتكون هناك جزيئتان من tRNA احدهما التي تحمل الحامض الأميني المثيونين وتحتل موقع P و جزيئة أخرى من tRNA تحمل حامض اميني ثاني تحتل الموقع P للرايبوسوم .و لذلك سوف يرتبط الحامضان الأمينيان المتجاوران برابطة(آصرة) ببتيدية من خلال ربط المجموعة الكاربوكسيلية للحامض الأميني المثيونين في موقع P مع المجموعة الأمينية للحامض الاميني في الموقع A.

بعد ذلك ينطلق الحامضان الأمينيان المرتبطان لتكوين السلسلة الببتيدية و تتكرر بعدها الخطوات السابقة مع كل ارتباط جديد لجزيئة جديدة من جزيئات الحامض النووي الناقل tRNA الحاملة لحامض أميني آخر و تستمر عملية ربط الأحماض الأمينية مع بعضها بأواصر ببتيدية و نقل جميع الأحماض الأمينية حتى اكتمال جميع الشفرات الوراثية للحامض النووي المرسال وعندها يتم الوصول الى شفرات توقف عملية الترجمة أي الشفرات التي لا تقرأ أي حامض أميني .

مرحلة توقف تصنيع البروتين:

تتوقف عملية تصنيع سلسلة عديد الببتيد للبروتين و عندها تنفصل الوحدة الثانوية الكبيرة عن الوحدة الثانوية الصغيرة للرايبوسوم لتتحرر سلسلة عديد الببتيد للبروتين المتكون. ان ترجمة جزيئات الحامض النووي المرسال mRNA تتم بواسطة العديد من الرايبوسومات حيث يأخذ كل رايبوسوم حيزا معلوما من الحامض النووي المرسال mRNA ليباشر عملية الترجمة.



شكل يوضح عملية الترجمة

ماهي الشفرة الوراثية؟

الشفرة الوراثية GENETIC CODE هي تتابع ثلاثة نيوكليوتيدات في شريط الحامض النووي المرسال mRNA و التي تتكامل مع شفرة كل حامض أميني يقوم بحمله الحامض النووي الناقل tRNA في عملية الترجمة و تصنيع البروتين.

ملخص عملية الترجمة:

١-تتم عملية الترجمة عن طريق ارتباط الحامض النووي الرايبوزي المرسال بمنطقة معينة على الرايبوسوم. يتم بعد ذلك ترتيب الاحماض الامينية اعتمادا على شفراتها الوراثية المحمولة على الحامض النووي المرسال mRNA لانتاج سلسلة عديد الببتيد.

٢-لا ترتبط الاحماض الامينية مباشرة على mRNA بل عن طريق الحامض النووي tRNA.

٣-يرتبط كل حامض اميني معين مع tRNA اعتمادا على الشفرة المضادة للحامض النووي tRNA.

٤-يتم الارتباط بين الحامض الأميني مع tRNA عبر انزيم بناء امينواسل-tRNA الذي يوفر رابطة قوية بين مجموعة الكربوكسيل COOH في الحامض الاميني مع مجموعة الهيدروكسيل في النهاية الثالثة لtRNA.

٥-يحتوي الرايبوسوم على موقعين هما موقع الببتدايل P (موقع السلسلة الببتيدية)و موقع الامينو اسدA(موقع الحامض الاميني).الموقع A يمثل منطقة ارتباط معقدات الامينواسل-tRNA بينما الموقع P هو منطقة سلسلة عديد الببتايد المتكونة.

٦-يبدأ البروتين بارتباط جزيئة معقد tRNA-ميثيونين-فورميل مع اول شفرة وراثية في الموقع A.

٧-يتحرك شريط mRNA ليكشف شفرة وراثية ثانية في الموقع A و يزيح منطقة الحامض الاميني ميثيونين-فورميل المرتبط مع الشفرة الوراثية الاولى نحو منطقة الموقع P.

٨-يرتبط الحامض الاميني ميثيونين مع الحام

-يرتبط الحامض الاميني ميثيونين مع الحامض الاميني التالي برابطة ببتيدية لتنطلق جزيئات tRNA فارغة نحو السايتوبلازم للبحث عن جزيئات احماض امينية جديدة.

٩-يتوالى ارتباط الاحماض الامينية الجديدة في الموقع A.و هكذا تطول سلسلة عديد الببتيد حتى انتهاء الشفرات الوراثية حيث يتم عندها تحرير السلسلة من mRNA.

ملخص الشفرة الوراثية:

١-ان جزيئات البروتين تتألف من تتابع عشرين حامض اميني بتتابعات مختلفة اعتمادا على الشفرات الوراثية.تتألف الشفرة الوراثية من ثلاثة قواعد نتروجينية .

٢-توجد ٦٤ شفرة وراثية تمثل الاحماض الامينية العشرين.

٣-يوجد شذوذ في هذه النظرية للاحماض الامينية الميثيونين والتربتوفان والليوسين والارجنين اذ يكون لها عدد من الشفرات الوراثية.

٤-العدد الزائد في الشفرات الوراثية مقارنة بعدد الاحماض الامينية يعود الى وجود احماض امينية مشفرة بأكثر من شفرة وراثية واحدة.