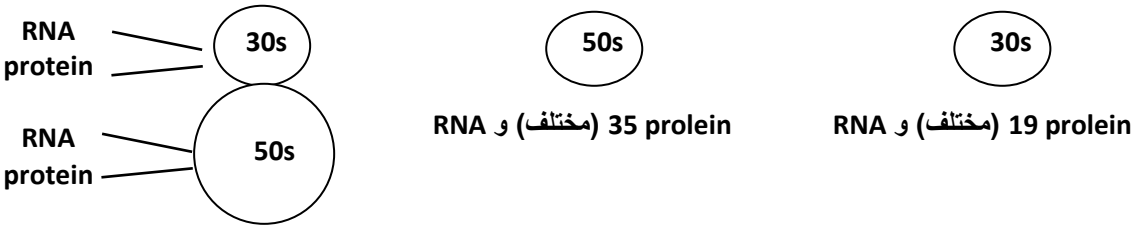
B الترجمة Translation: يتم ترجمة تتابع البيورين و البايرمدين في mRNA الى تتابع للأحماض الأمينية لجزيئة البروتين (ببتيد معقد) و المشفر تركيبها بواسطة الجين المستنسخ وهذه العملية من أكثر أليات التخليق الحيوي المعقدة وضوحا.ً وتتضمن هذه العملية عدة أنزيمات مختلفة وعوامل البروتين وخيطين أخرين من RNA وهما tRNA و rRNA وأن حوالي 95 % من مجموع الطاقة المستهلكة بواسطة نمو الجرثومة مكرس لعملية تخليق البروتين . وغالباً ما يشار الى نقل المعلومات هذه بالنظرية المركزية لعلم الحياة الجزيئي و التي كان يعتقد سابقاً بأنها أحادية الأتجاه أي :

(DNA ⟶ mRNA ⟶ Protein)

لكن لوحظ أن رواشح معينة قد تسبب السرطان في الحيوانات و منها متلازمة العوز المناعي المكتسب تتمكن من نقل المعلومات (RNA ⟶ DNA) حيث تستخدم في هذة العملية أنزيماً معيناً يدعى بأنزيم الأستنساخ الرجعي Reversetranscriptase .

يشكل rRNA حوالي 90 % من RNA في الخلية و بعده tRNA.

تؤلف البروتينات أكثر من 50 % من الوزن الجاف للخلية الجرثومية النموذجية وتكون الرايبوسومات من أكثر التراكيب البارزة والمكرسة لتخليق البروتينات تمثل هذه التراكيب (الرايبوسومات) كمنصة عمل يتم عليها أتصال الأحماض الأمينية مع بعضها لتكوين البروتينات، ويوجد حوالي 15000 من الحبيبات الصغيرة هذه في السايتوبلازم و يعتمد عددها المضبوط على مدى تخليق البروتين من قبل الجرثومة وكلما كان معدل تخليق البروتينات أعلى كلما كان عدد الرايبوسومات أكثر . وتتألف حبيبة الرايبوسوم من جزئين وكل جزء بدورة يتألف من جزيئتين كبيرتين مختلفتين هما البروتين والرنا و غالباً ما يسميان بالبروتين الرايبوسومي والرنا الرايبوسومي وذلك لتميزهما عن الأنواع والأنماط الأخرى من البروتين والـ RNA التي تؤدي أيضاً دوراً في تخليق البروتينات .



الرايبوسومات بشكل عام تمتاز بخاصية ترسيبة عند طردها مركزياً بسرع عالية جداً حيث تترسب بصورة أسرع كلما كانت كثافتها أكبر، تعتبرالرايسومات منصة لتخليق البروتينات لأنها تحتوي على الأنزيمات التي تربط المكونات الأساسية لتخليق البروتينات ووظيفة هذه الأنزيمات هي ربط المضافات الحيوية التي تتداخل مع عملية تخليق البروتين ويعتبر تفكيك الرايبوسومات التي وحداتها الفرعية 30s و 50s مهماً في عملية تخليق البروتين .

تتضمن الوجوه الرئيسة لعملية الترجمة في تخليق البروتين الخطوات التالية :

1- تنشيط جزيئات 20 حامض أميني مختلف على حساب الأصرة الفوسفاتية عالية الطاقة موجودة في ATP وذلك بتكوين أصرة عالية الطاقة بين الجزيئة الناقلة للحامض الأميني tRNA والحامض الأميني وهكذا فأن الرنا الناقل للحامض الأميني يكون مشحوناً في هذه الحالة في حين يكون غير مشحون عندما لا يكون ناقلاً لحامض أميني . أن تنشيط أي من الأحماض الأمينية المختلفة يحتاج الى أنزيم منشط مختلف وأن لكل حامض أميني مجموعة من الرنا الناقل في بعض الحالات قد يكون هناك ما لايقل عن 5 جزيئات tRNA ناقل مختلفة قادرة على ربط ونقل حامض أميني معين لكي تعمل كوصلة معينة بين mRNA للبروتين والأحماض الأمينية التي تؤلف البروتين (شكل 7).

لكي يعمل الـ tRNA كواسطة أو وصلة بين قواعد النيوكليوتيد للرنا الرسول والأحماض الأمينية فأن كل جزيئة منه تحتوي على مجموعتين فريدتين من النيوكليوتيدات . المجموعة الأولى :. تحدد الحامض الأميني الذي يرتبط بجزيئة tRNA في حين تكون المجموعة الثانية (التتابع الثاني) : متتاماً مع تتابع النيوكلوتيدات يدعى بمضاد وحدة الشفرة Anticodon لأنه متتاماً لوحدة الشفرة والذي هو مجموعة من 3 قواعد من الرنا الرسول تشفر لحامض أميني واحد .

كل أنواع tRNA المدروسة لحد الأن ذات شكل ورقة البرسيم المؤلفة من حوالي 70 نيوكليوتيد وهناك على الأقل 20 نوع مختلف من جزيئات tRNA لكل منها مضاد كودون مختلف وقدرة مختلفة على الأرتباط بالأحماض الأمينية و أن الأواصر الهيدروجينية هي التي تعطي للجزيئة شكلها المميز .

2- يرتبط الرايبوسوم بنهاية واحدة من جزيئة الرنا الرسول mRNA عند موضع خاص وهذا الموقع الخاص للرايبوسوم على جزيئة mRNA مهم جداً لأنه يبدأ عنده عملية الترجمة وفق أطارها الصحيح في قراءة الكودونات (الشفرة) .

3- أ- ترتبط جزيئات tRNA المشحونة مع الرايبوسوم بحيث يكون مضاد كودونات الـ tRNA متتاماً للكودونات الـ mRNA الموجودة في الرايبوسوم بحيث تثبت نفسها في مكانها الصحيح على ذلك الكودون بفضل التوافق المتتام لمضاد كودوناتها مع كودون mRNA (شكل 8). ب- عندما يثبت الحامض الأميني المنقول بواسطة tRNA في الموقع عندئذ يحفز أنزيم معين لتكوين الأصرة الببتيدية Peptide bond بين مجموعتي كاربوكسيل وأمين لأثنين من هذه الأحماض الأمينية على جزيئتين متجاورتين في tRNA. ج- يتحرر بعد ذلك الحامض الأميني من tRNA الناقل و يبتعد هذا الأخير عن الرايبوسوم و يصبح غير مشحوناً لكي يشحن بعد ذلك و يرتبط بحامض أميني أخر ليرى مضاد كودونه مرة أخرى كودون أخر متمم له في جزيئة mRNA المثبتة على الرايبوسوم.

4- أ – يتحرك mRNA على سطح الرايبوسوم بألية مسجلة مسبقاً و يكون بمسافة كودون واحد أي نسق قراءة واحدة (يعني كل ثلاث قواعد سوف تقرأ) . لذا يكون الكودون (نسق القراءة) التالي للـ mRNA بموقع يستطيع الأرتباط بجزيئة tRNA أخرى. ب- أثناء تحرك mRNA عبر الرايبوسوم فأن رايبوسومات أخرى تتصل بنهاية mRNA حيث تستطيع 5 أو 6 رايبوسومات من الأتصال عند مواقع مختلفة لنفس جزيئة mRNA و بذلك يتكون الرايبوسوم المتعدد polyribosomes (و بأتحادهم يتكون البروتين الأولي polyprotein) .

5- أ- تحتاج السلسلة النموذجية متعددة الببتيد الى تكرار الخطوات من 1 الى 4 ثلاثمائة مرة لتخليق السلسلة بصورة متكاملة. ب- تخلق سلسلة كاملة متعددة الببتيد على الكروموسوم حيث تبدأ عندما يتصل الرايبوسوم ببداية جزيئة الـ mRNA (أحدى النهايتين) وتنتهي عندما تصل (mRNA) على الرايبوسوم عند أشارة توقف وعند أشارة التوقف هذه تنفصل

السلسلة الكاملة لمتعدد الببتيد من أخر جزيئة tRNA و يستمر mRNA بالحركة عبر سطح الرايبوسوم لتخليق سلاسل متعددة الببتيد مختلفة وذلك بعد تكرار الخطوات 1 - 5 .