



Faculty of Agriculture

جامعة القاهرة
كلية الزراعة
قسم الوراثة



Cairo University

مقرر الوراثة العامة - ١٠١

الترجمة

Translation

مفهوم الترجمة : هو عملية تحويل الترتيب الطولى للقواعد النيتروجينية فى جزئ ال ر ن أ الرسول ، إلى ترتيب طولى من الأحماض الأمينية فى صورة سلسلة متعددة الببتيدات (بروتين).

*** نظراً لوجود أربعة أنواع من القواعد النيتروجينية فى جزئ الـ د ن أ & و نظراً لوجود عشرون حامض أمينى أساسى فى الخلية :**

• فإن الشفرة الوراثية يجب تتألف من ثلاثة قواعد نيتروجينية ، وأن التوافق المتاحة لثلاثة قواعد من أربعة قواعد سينتج عنها عدد شفرات قدرها ٦٤ شفرة ، وهذا أكثر من عدد الأحماض الأمينية العشرون الأساسية فى الطبيعة وهذا يعنى وجود أكثر من شفرة لنفس الحامض الأمينى.

• إذن كل إتحاد من ثلاثة نيوكليوتيدات فى جزئ الـ ر ن أ الرسول mRNA يسمى شفرة وراثية .

• الشفرات الـ ٦٤ المتاحة، منها ٦١ شفرة تترجم لأحماض أمينية. كما يوجد ثلاثة شفرات (UAA, UAG, & UGA) لا تشفر لأية أحماض أمينية ، وتسمى شفرات توقف ، ويكون موقعها فى نهاية ر ن أ الرسول.

• الشفرة (AUG) تشفر للحامض الأمينى ميثيونين يخدم كشفرة بداية ، وهى التى عندها يبدأ تخليق البروتين.

Second letter

First letter

	U	C	A	G	
U	UUU UUC	UCU UCC	UAU UAC	UGU UGC	U C
	UUA UUG	UCA UCG	UAA UAG	UGA UGG	A G
	Phenyl- alanine	Serine	Tyrosine	Cysteine	
	Leucine		Stop codon Stop codon	Stop codon Tryptophan	
C	CUU CUC	CCU CCC	CAU CAC	CGU CGC	U C
	CUA CUG	CCA CCG	CAA CAG	CGA CGG	A G
	Leucine	Proline	Histidine	Arginine	
			Glutamine		
A	AUU AUC	ACU ACC	AAU AAC	AGU AGC	U C
	AUA	ACA ACG	AAA AAG	AGA AGG	A G
	Methionine; initiation codon	Threonine	Asparagine	Serine	
	AUG		Lysine	Arginine	
G	GUU GUC	GCU GCC	GAU GAC	GGU GGC	U C
	GUA GUG	GCA GCG	GAA GAG	GGA GGG	A G
	Valine	Alanine	Aspartic acid	Glycine	
			Glutamic acid		

ظاهرة التآرجح Wobbling

سؤال :

➤ هل يوجد لكل شفرة جزيء ر ن أ الناقل tRNA خاص بها ، أى يوجد على الأقل ٦١ نوع مختلف من جزيئات الـ tRNA ؟

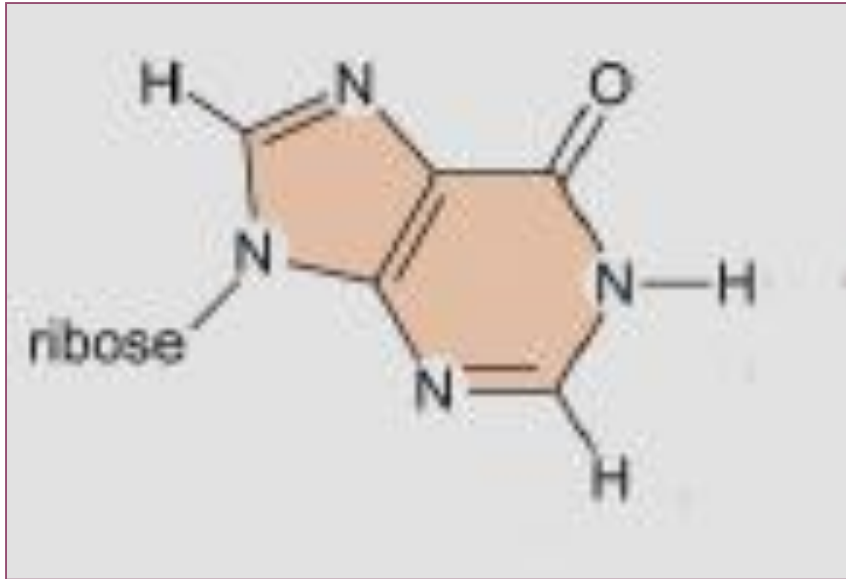
الإجابة : لا

➤ لأن بعض جزيئات ر ن أ الناقل tRNA يمكنها التعرف على أكثر من شفرة .

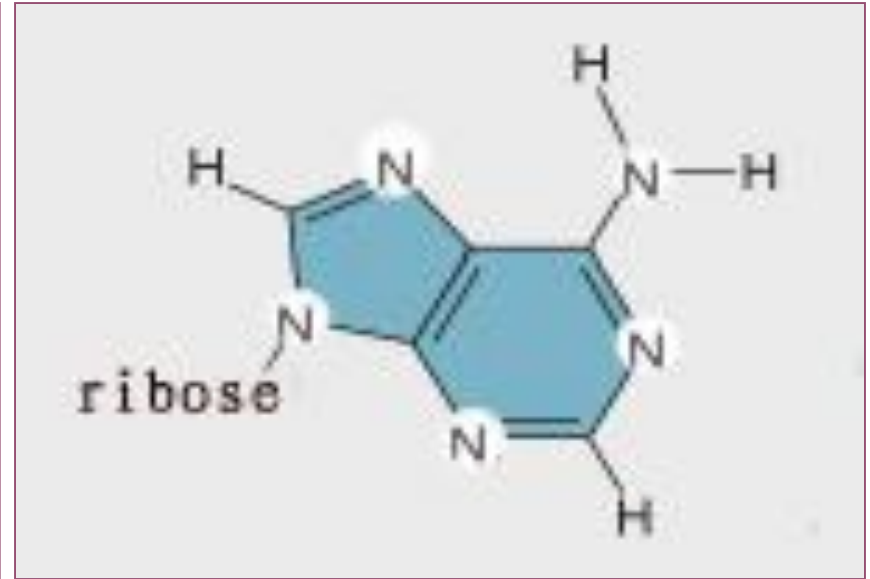
Wobbling مفهوم ظاهرة التآرجح

- إكتشف العالم فرانسيس كريك فى عام ١٩٦٦ مفهوم ظاهرة التآرجح أو التذبذب Wobbling ، حيث وضح أن القاعدة النيتروجينية الأولى فى النهاية 5' من الشفرة المضادة فى جزئ tRNA غير ثابتة بالمقارنة بالقاعدتين الثانية أو الثالثة ، ممايسمح لها بتكوين روابط هيدروجينية مع أكثر من نوع من القواعد النيتروجينية فى النهاية 3' من الشفرة فى جزئ mRNA .
- يوجد قاعدة نيتروجينية تسمى إينوسين فى الذراع مضاد الشفرة من جزئ ر ن أ الناقل tRNA وهى محورة من القاعدة النيتروجية آدينين ، وهى تسمح لجزئ ر ن أ الناقل tRNA بالتعرف على أكثر من شفرة وراثية مختلفة .

Inosine



inosine



adenine

Inosine arises through enzymatic modification of adenine

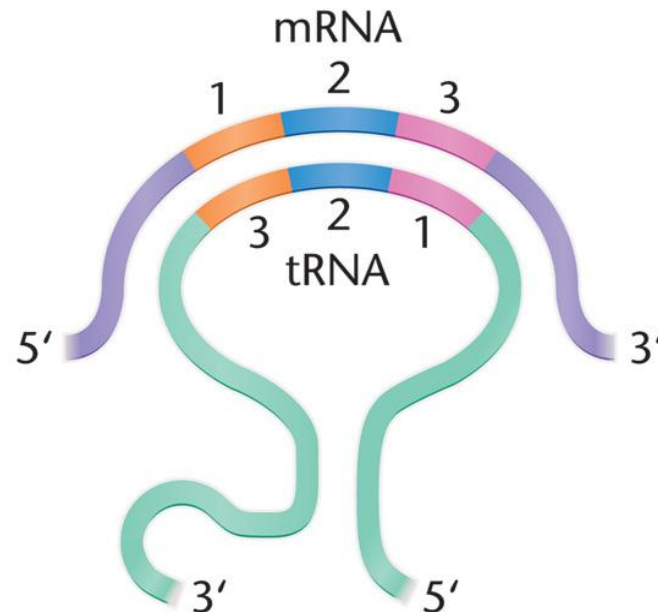
Wobble Pairing

TABLE 13.4

ANTICODON–CODON BASE-PAIRING RULES

<i>Base at first position (5' end) of tRNA</i>	<i>Base at third position (3' end) of mRNA</i>
A	U
C	G
G	C or U
U	A or G
I	A, U, or C

القاعدة رقم ١ من النهاية
5' فى جزئ ر ن أ الناقل
tRNA تتزاوج مع القاعدة
رقم ٣ من النهاية 3' فى
جزئ ر ن أ الرسول
mRNA



*** لكي تحدث عملية الترجمة يجب أن يتواجد ثلاثة أنواع من RNA وهى :**

١. ر ن أ الرسول (mRNA) .

٢. ر ن أ الناقل (tRNA) .

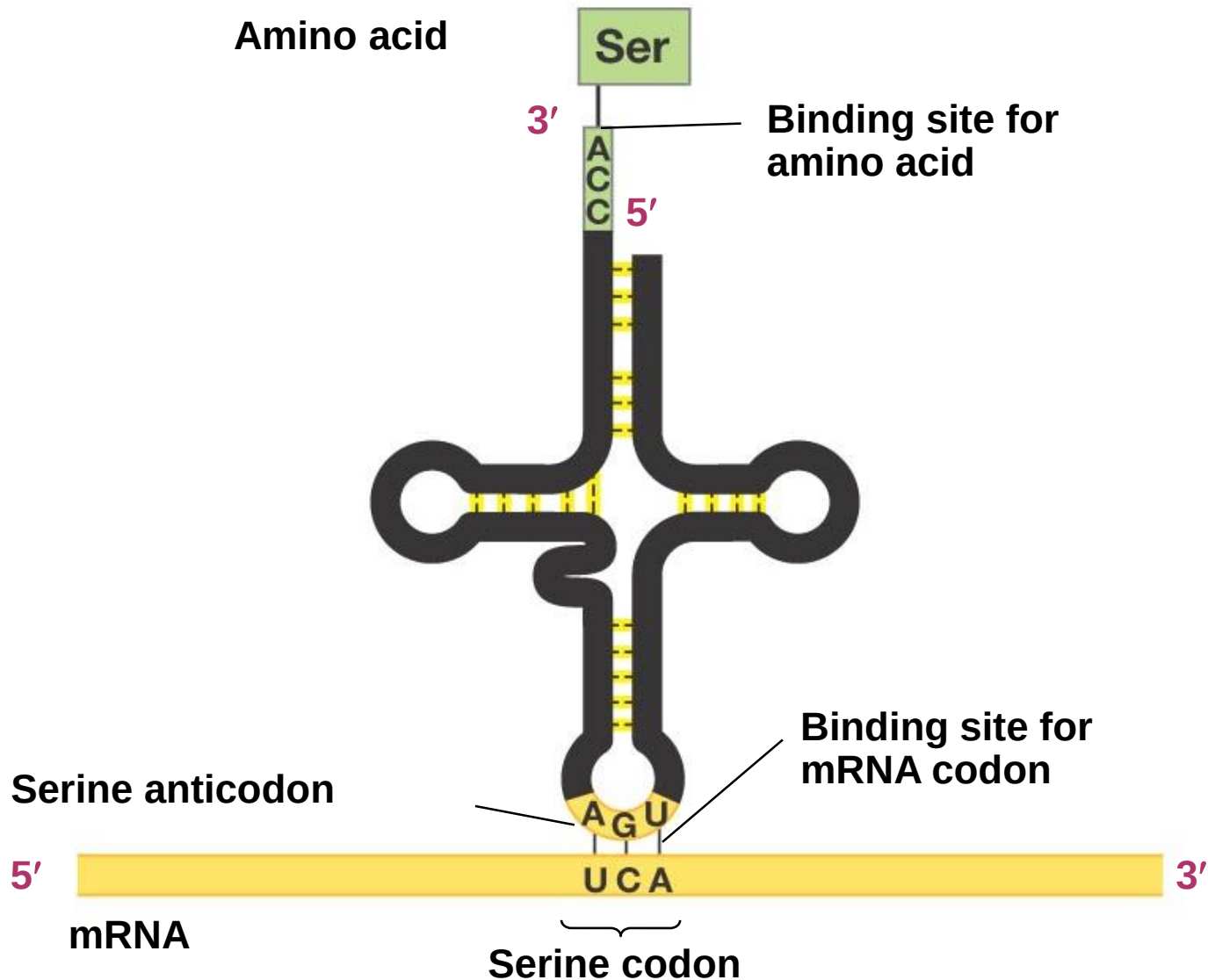
٣. ر ن أ المترجم للشفرة (rRNA) .

كل جزئ tRNA يحتوى على موقعان هاما للإرتباط :

• الموقع الأول: يتواجد فى أحد أذرع جزئ tRNA، ويسمى الذراع مضاد الشفرة ، حيث يرتبط مع الشفرة فى جزئ mRNA .

• الموقع الثانى: يتوقف فى النهاية 3' من جزئ tRNA حيث يرتبط مع حامض أمينى خاص يتوقف نوعه على حسب الشفرة فى جزئ mRNA .

تركيب جزئ ر ن أ الناقل tRNA :



الريبوسومات :

- يتكون الريبوسوم من تحت وحدتين ، وحدة صغيرة ووحدة كبيرة. كل تحت وحدة تحتوى على ر ن أ ريبوسومى rRNA وبروتينات

Prokaryotes: Small subunit [30S contains (16S rRNA)]
Large subunit [50S contains (5S & 23S rRNA)]

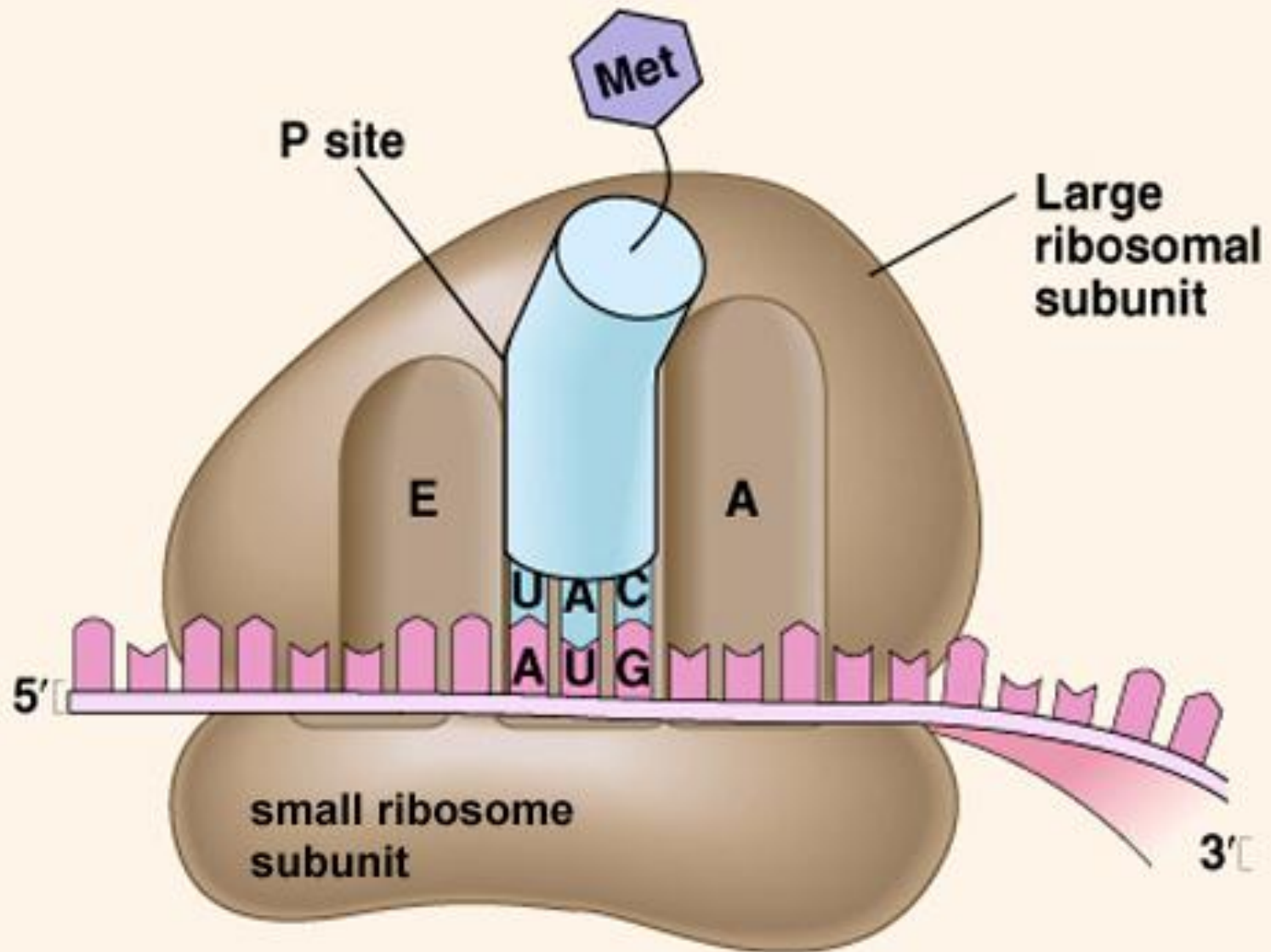
Total size : 70S

Eukaryotes: Small subunit [40S contains (18S rRNA)]
Large subunit [60S contains (5S & 5.8S & 28S rRNA)]

Total size : 80S

Note: that the S units represent measures of sedimentation rate of ribosome units. The sedimentation rate of each subunit is affected by its shape, as well as by its mass.

تركيب الريبوسوم :



تركيب الريبوسوم :

• الموقع (A) : (aminoacyl-tRNA binding site)

حيث يكون خالياً في بداية عملية الترجمة ثم يرتبط به جزيئات ال tRNA الحاملة للأحماض الأمينية المتتالية أثناء مرحلة الإستطالة في عملية الترجمة .

• الموقع (P) : (peptidyl-tRNA binding site)

حيث يرتبط به أول جزيء tRNA في البروتين الذى يحمل الحامض الأميني ميثيونين المحور بمجموعة الفورميل على النهاية الأمينية (fmet) ، وأيضاً يتوسط في تكوين روابط ببتيدية بين الحامض الأميني الأول والذى يليه في الموقع (A) وتكرر مع الأحماض المتتالية في السلسلة الببتيدية المخلقة.

• الموقع (E) : (Exit site)

فيه يرتكز مؤقتاً جزيء tRNA بعد تحرره من السلسلة الببتيدية ، قبل أن ينطلق إلى السيتوبلازم ، حيث يتم شحنه بحامض أميني جديد ، إستعداداً لإستدعائه مرة أخرى في أثناء عملية تخليق نفس البروتين أو بروتين آخر .

الترجمة فى الكائنات الدقيقة

وهي تعتبر من العمليات المعقدة فى الكائن الحي . وتتم عمليات الترجمة فى ثلاث مراحل متتالية :

١- الابداء Initiation

٢- الاستطالة Elongation

٣- الانتهاء Termination

الترجمة فى الكائنات الدقيقة

١- مرحلة الإبتداء Initiation:

- تبدأ بالإرتباط بين تتابع صغير من وحدة الريبوسوم الصغيرة 30S لجزئ rRNA مع التتابع المكمل له من جزئ mRNA وهذا التتابع 5-AGGAGGU-3 ويسمى (Shine Dalgarno seq.) ، حيث أن موقع الإرتباط هذا يبعد بمقدار ١٠ نوتيدات عن شفرة البداية AUG . ينضم إلى هذا المعقد جزئ tRNA الخاص بأول حامض أمينى ميثيونين فى البروتين (هذا الحامض الأمينى بالتحديد يكون محوراً بإضافة مجموعة فورميل (C-OH) إلى مجموعة الأمين) ، ويسمى جزئ ال tRNA الحامل لأول ميثيونين بأسم Aminoacylated tRNA (fmet) ، حيث أن هذا التجمع بين الثلاثة جزيئات يسمى معقد البداية وتكوينه بمساعدة عوامل الإبتداء (IF) يشير إلى نهاية مرحلة الإبتداء فى عملية الترجمة .

3'-end of 16S rRNA



Shine-Delgarno
Element

Copyright 1996 M.W.King

Translation - Initiation



الترجمة فى الكائنات الدقيقة

٢- مرحلة إستطالة السلسلة متعددة الببتيدات Elongation:

• تبدأ هذه المرحلة بإنضمام الوحدة الريبوسومية الكبيرة 50S إلى معقد الإبتداء . نتيجة إرتباط الوحدة الريبوسومية الكبيرة ، تتكون موقعين مميزين ومنفصلين (A&P) ترتبط بهما جزيئات tRNA الحاملة للأحماض الأمينية المختلفة.

• الموقع (P) يكون فى هذا الوقت مشغولاً بجزئ ال Aminoacylated tRNA (fmet) المرتبط بكودون الإبتداء ، أما الموقع الثانى فهو الموقع (A) وهو موقع إرتباط جزئ tRNA الحامل للحامض الأمينى الخاص للشفرة الثانية ، وهذا الموقع (A) يكون فارغاً فى البداية.

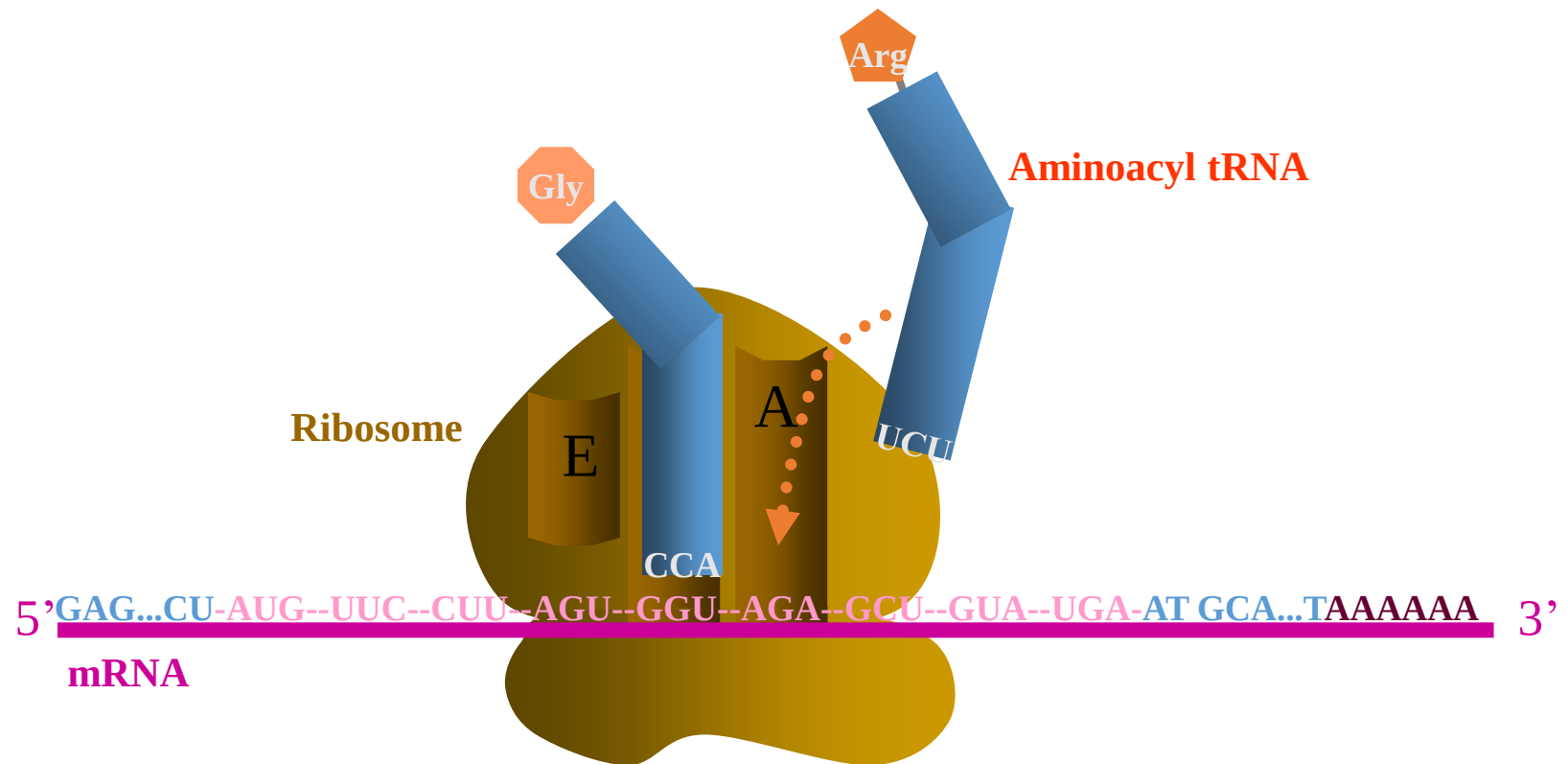
• تبدأ عملية الإستطالة عندما يدخل ال ر ن أ الناقل المحمل بالحامض الأمينى الثانى إلى داخل موقع الإرتباط (A)، وتحتاج هذه العملية إلى نوعين من عوامل الإستطالة وهما EF-Tu & EF-Ts ، حيث أن EF-Tu يشترك فى عملية دخول جزئ ر ن أ الناقل المحمل بالحامض الأمينى إلى موقع الإرتباط (A) ، بينما يحافظ العامل EF-Ts على إستمرار تنشيط العامل الأساسى EF-Tu .

الترجمة فى الكائنات الدقيقة

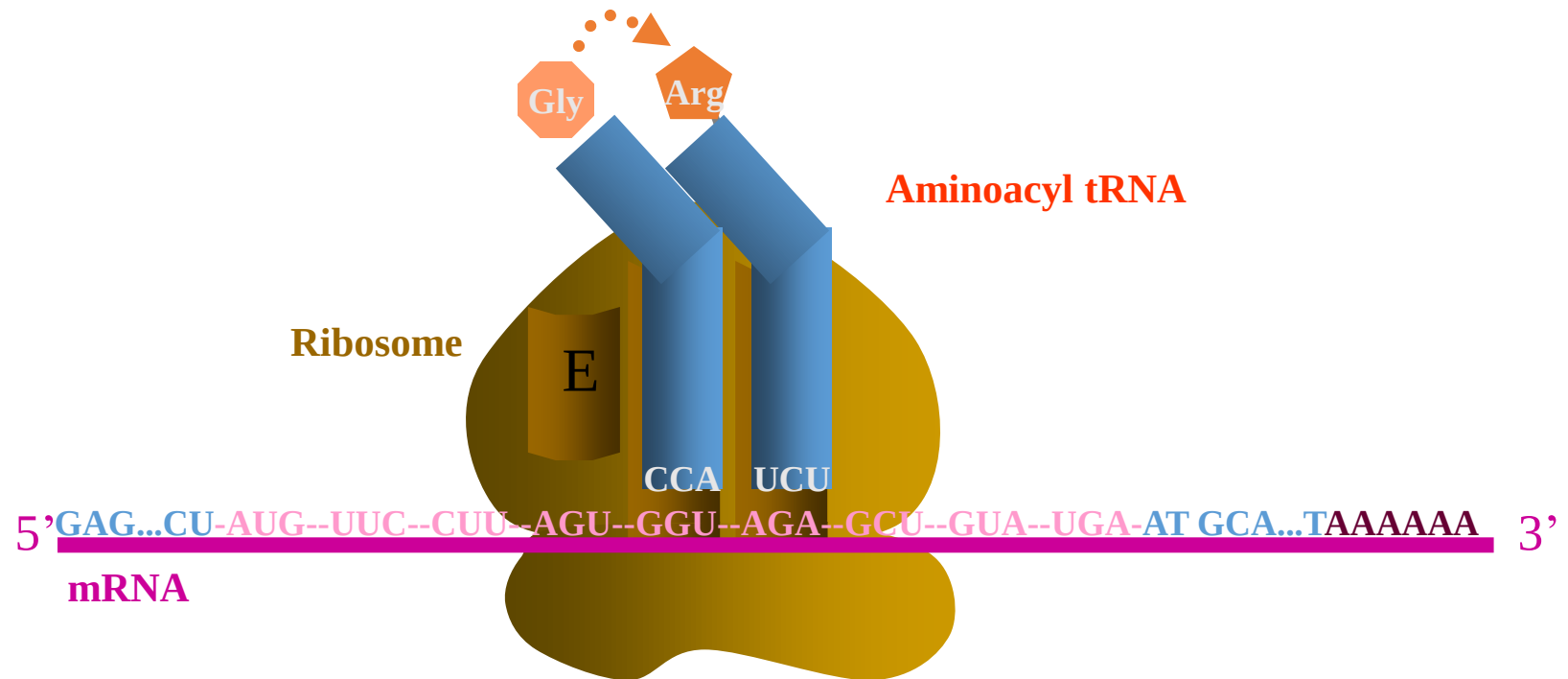
تابع مرحلة الإستطالة Elongation:

- حيث أن الموقعين (A & P) من الريبوسوم أصبحا مشغولين بجزئيات ال ر ن أ الناقل المحملة بالحمضان الأمينيان المتجاوران فى البروتين ، فتكون الخطوة التالية هى تكوين الرابطة الببتيدية بين مجموعة الكربوكسيل للحامض الأمينى الأول (fmet) ومجموعة الأمين فى الحامض الأمينى الثانى بواسطة إنزيم peptidyl transferase .
- يتحرر جزئ tRNA الحامل للحامض الأمينى الأول (fmet) من المعقد بواسطة إنزيم tRNA deacylase ، لينتج ببتيدين ثنائى مرتبط بجزئ ال ر ن أ الناقل الموجود فى الموقع (A) .
- ينزلق الريبوسوم على mRNA مسافة ٣ نوتيدات ، فيدخل جزئ tRNA المحمل بالببتيد الثنائى إلى الموقع (P) ، وهذا سيدفع جزئ tRNA الذى كان محملاً بالحامض الأمينى الأول (fmet) إلى الموقع الثالث (E) تمهيداً لتحرره تماماً فى السيتوبلازم ، ليصبح الموقع (A) خالياً مرة أخرى حيث يدخل جزئ tRNA الحامل للحامض الأمينى الثالث وتكرر دورة الإستطالة مرة أخرى .

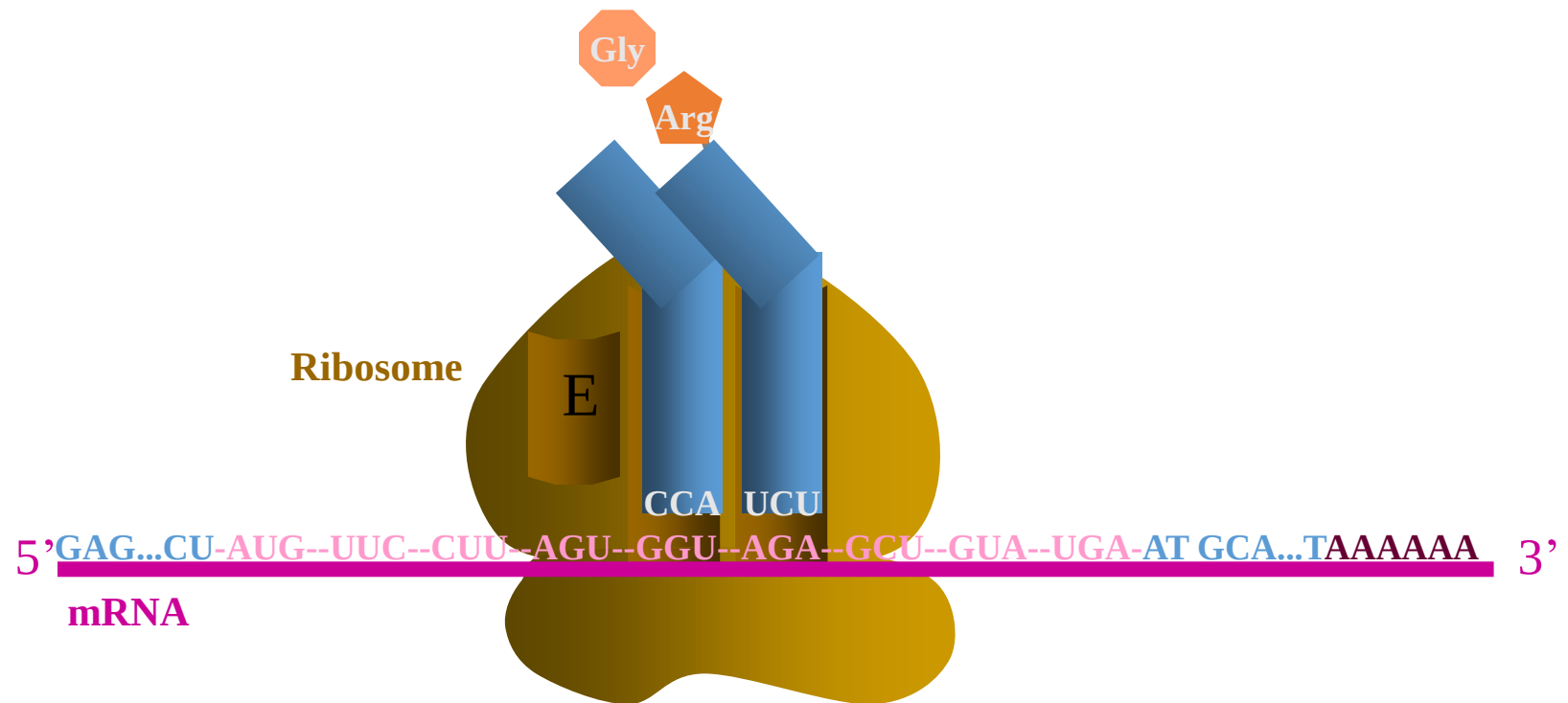
Translation - Elongation



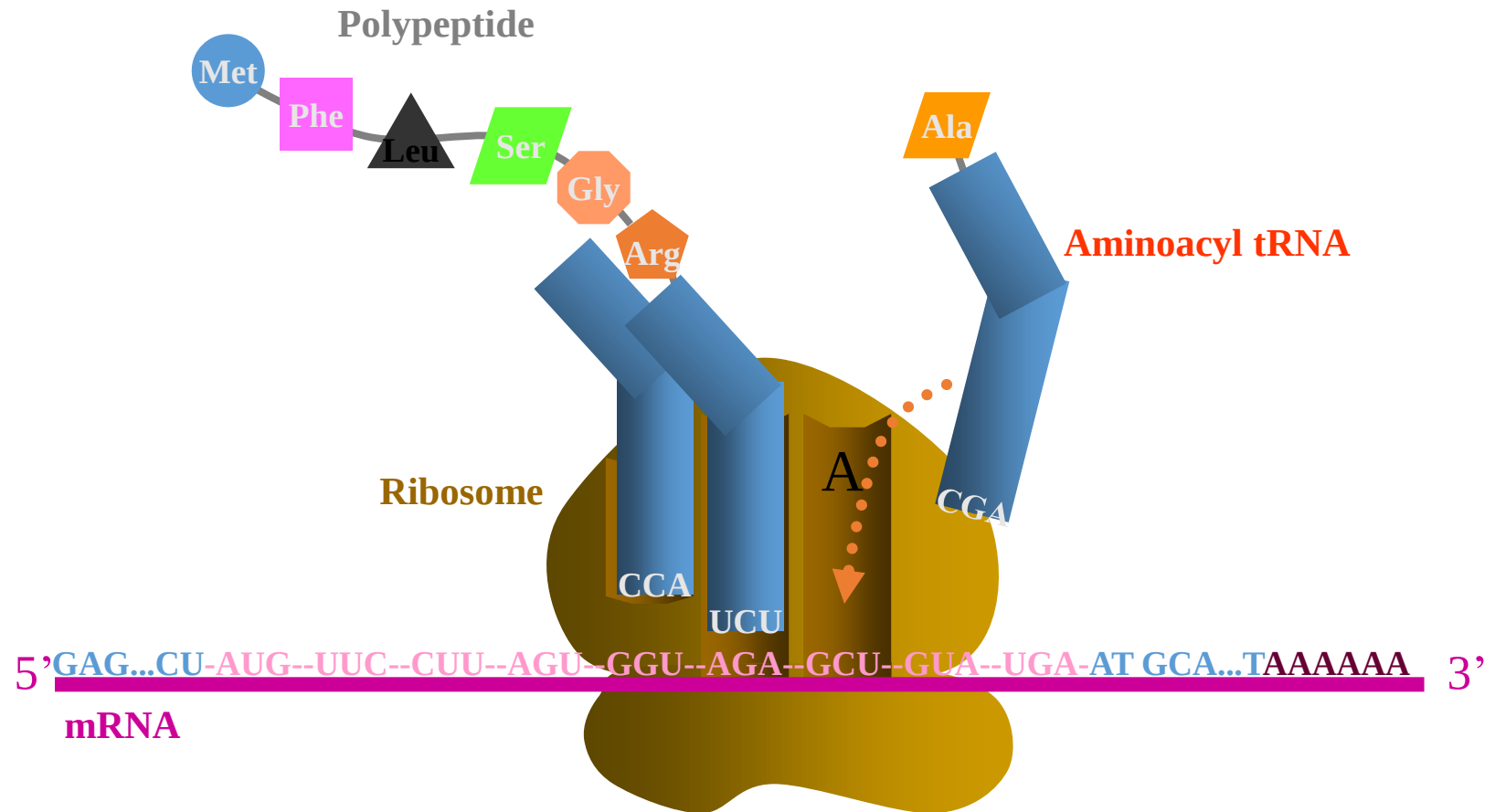
Translation - Elongation



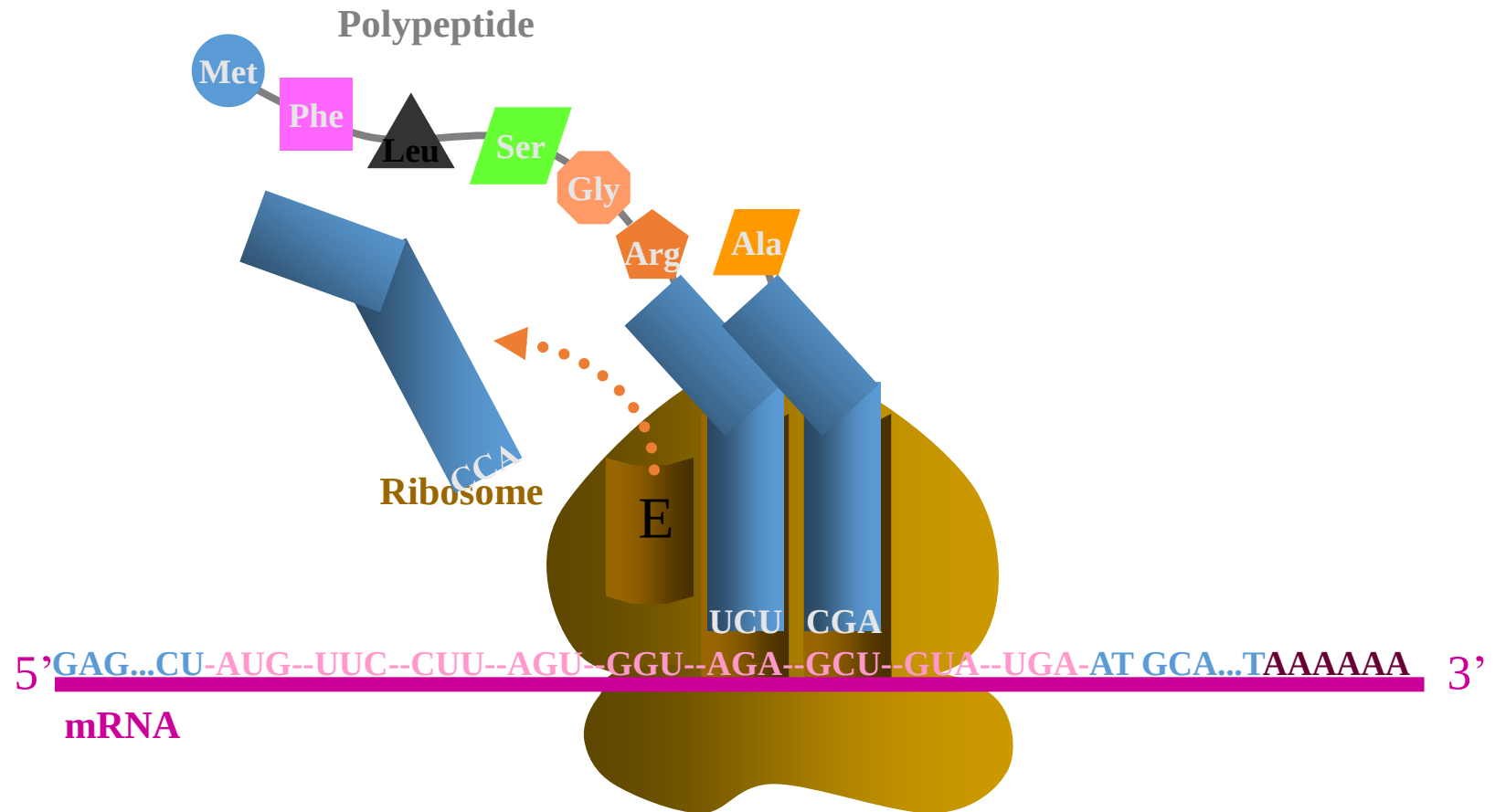
Translation - Elongation



Translation - Elongation



Translation - Elongation



الترجمة فى الكائنات الدقيقة

مرحلة الإنتهاء Releasing:

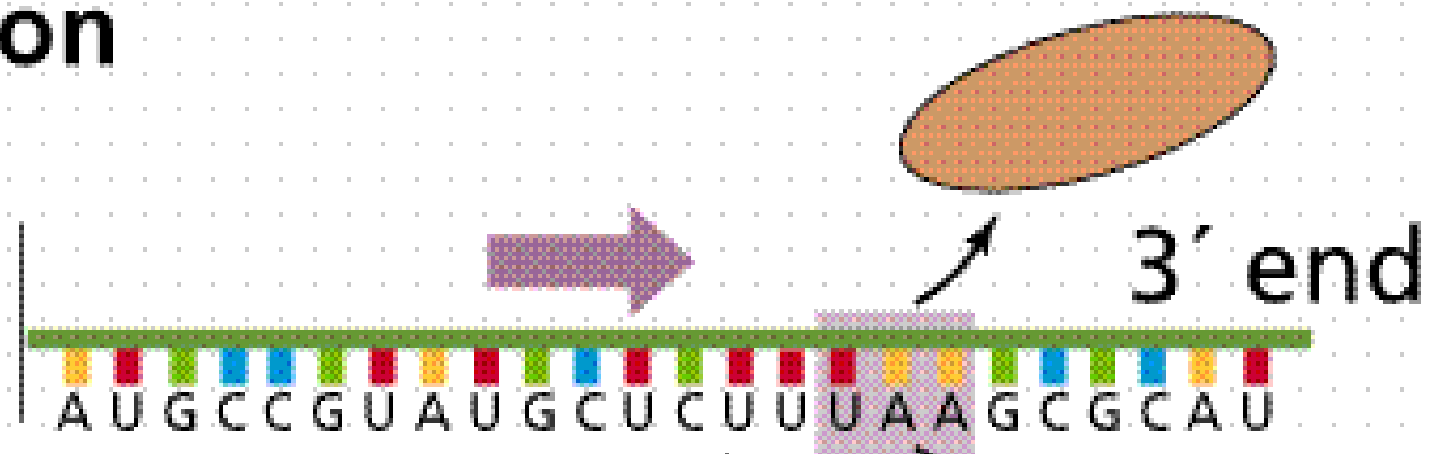
١. تنتهى عملية الترجمة عند دخول أحد شفرات الإنتهاء أو الإيقاف

(UGA or UAG or UAA)

إلى الموقع (A) ، حيث لا يوجد أى جزئ ر ن أ ناقل يحتوى على شفرات مضادة يمكنها أن تتوافق وترتبط مع شفرات الإنتهاء ، فيستدعى البروتين أحد عوامل التحرر أو الفصل (RF1 OR RF2) فتحل محل الحامض الأمينى فى الموقع (A) بجزئ من الماء ، فتفصل السلسلة الببتيدية من ر ن أ الناقل النهائى ، فتتحرر السلسلة الببتيدية الناتجة من الريبوسوم ، وكذلك تنفصل الوحدتين الريبوسوميتين الكبيرة عن الصغيرة فى السيتوبلازم إستعداداً لعملية ترجمة جديدة لبروتين جديد.

٢. يلعب عامل الثالث (RF3) دوراً مساعداً فى هذه العملية فتتفصل السلسلة الببتيدية لتأخذ التركيب الثلاثى المميز لها وتبدأ وظيفتها فى الخلية.

Termination



Newly synthesized protein



C-terminus

N-terminus

البوليسومات Polysomes :

- أحياناً يحدث إعادة ترجمة نفس جزيء mRNA أكثر من مرة لإنتاج جزيئات أكثر من نفس البروتين ، حيث تتحرر النهاية 5' من جزيء ال mRNA أثناء الترجمة ، فيسمح التركيب بإعادة الارتباط مع ريبوسوم بوحديته وقد تتكرر عملية الترجمة بأكثر من ريبوسوم فى أوقات متفاوتة ويسمى هذا التركيب Polysome أو mRNA تحت الترجمة بواسطة العديد من الريبوسومات فى وقت واحد ، وقد تم مشاهدة البوليسومات بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني فى كل من الكائنات المميزة والغير مميزة النواة على حد سواء.

Large subunit

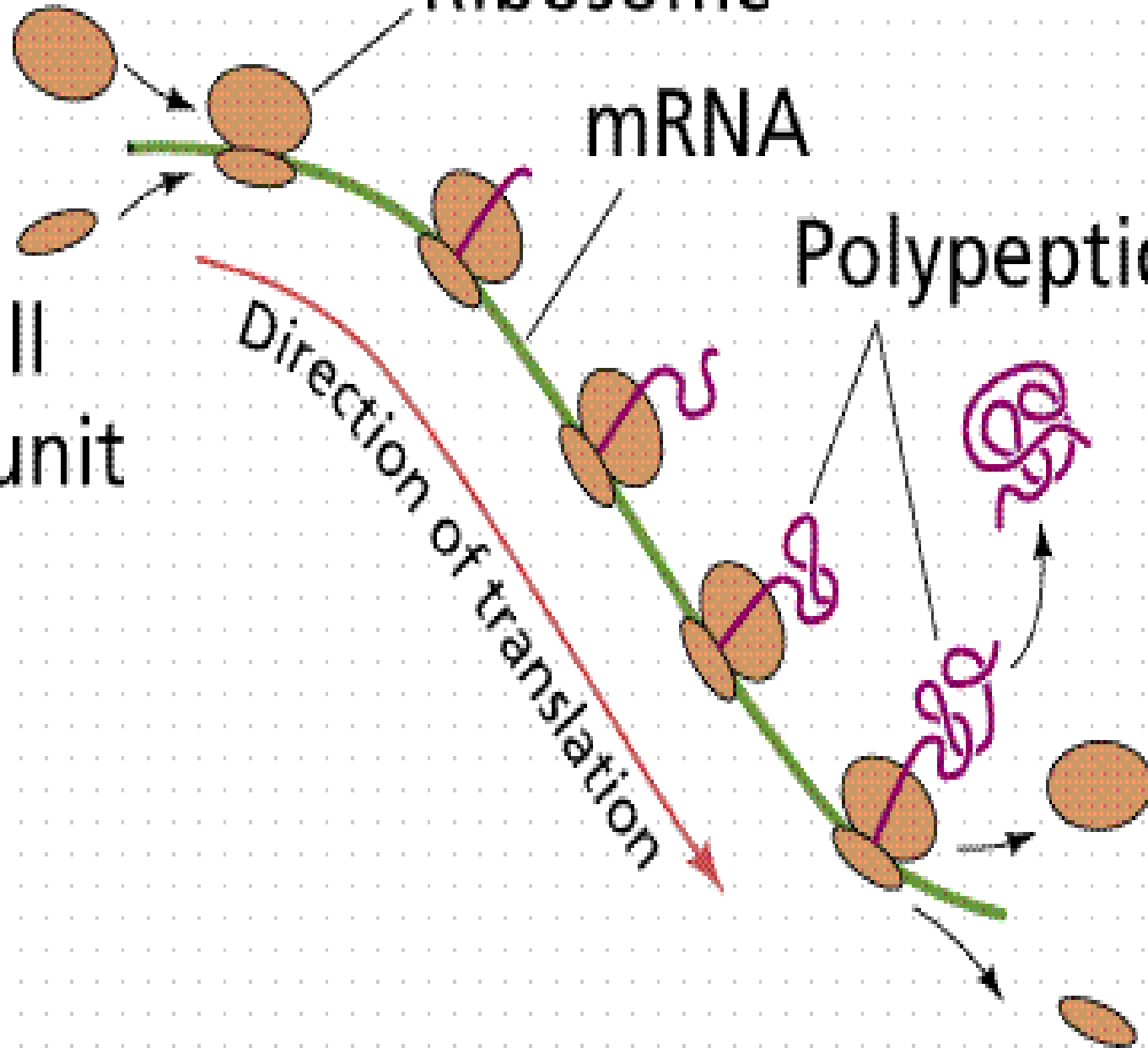
Ribosome

mRNA

Polypeptide chain

Small subunit

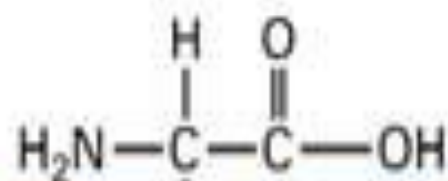
Direction of translation



إعادة شحن جزئ tRNA :

يحدث عملية إعادة تحميل لجزئ ال tRNA بعد تحرره من الريبوسوم ، بحامض أميني جديد بواسطة إنزيم _Aminoacyl tRNA synthetase حيث يكون هناك جزئ من الإنزيم متخصص لكل نوع من أنواع tRNA وبالتبعية لكل نوع من أنواع الأحماض الأمينية.

Amino acid
(Phe)



Aminoacyl-
tRNA synthetase
specific for Phe

OH

AAA

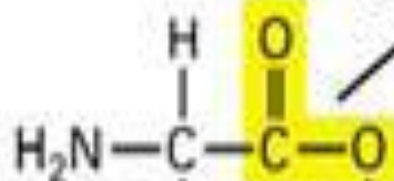
tRNA specific for
Phe (tRNA^{Phe})

1

Linkage of
Phe to tRNA^{Phe}

ATP

AMP
+ PP_i



High-energy
ester bond



AAA

Aminoacyl-tRNA

المقارنة بين الكائنات المميزة النواة والغير مميزة النواة :

- تتم الترجمة بطريق مشابهة بالطريقة التي تتم في الكائنات الدقيقة مع وجود اختلافات اساسية :
- وحدات الريبوسوم في الكائن الراقى تختلف عن الكائنات الأولية .
- Eukaryotes: Small subunit [40S contains (18S rRNA)]
Large subunit [60S contains (5S & 5.8S & 28S rRNA)]
- Total size : 80S
- كذلك لا يوجد موقع لارتباط مثل Shine Delgarno Seq حيث تتعرف الوحدة علي القلنسوة أو الغطاء وترتبط بيه بالنهاية 5' mRNA .
- لا يحدث تحور للمثيونين .
- تحتاج خطوة البداية الي عدد أكبر من عوامل الابتداء .
- مصدر الطاقة لخطوة الابتداء تتم عن طريق تحلل ATP.
- انتهاء الترجمة تحتاج الي طاقة ومصدرها تحلل GTP بعكس الكائنات الدقيقة لا تحتاج الي طاقة .

مستجدات
بحر
البحر