



جامعة القاهرة
كلية الزراعة
قسم الوراثة
مقرر الوراثة العامة – 101 الوراثة
2021-2022

أ. د. صلاح الدين العسال

الترجمة

Translation

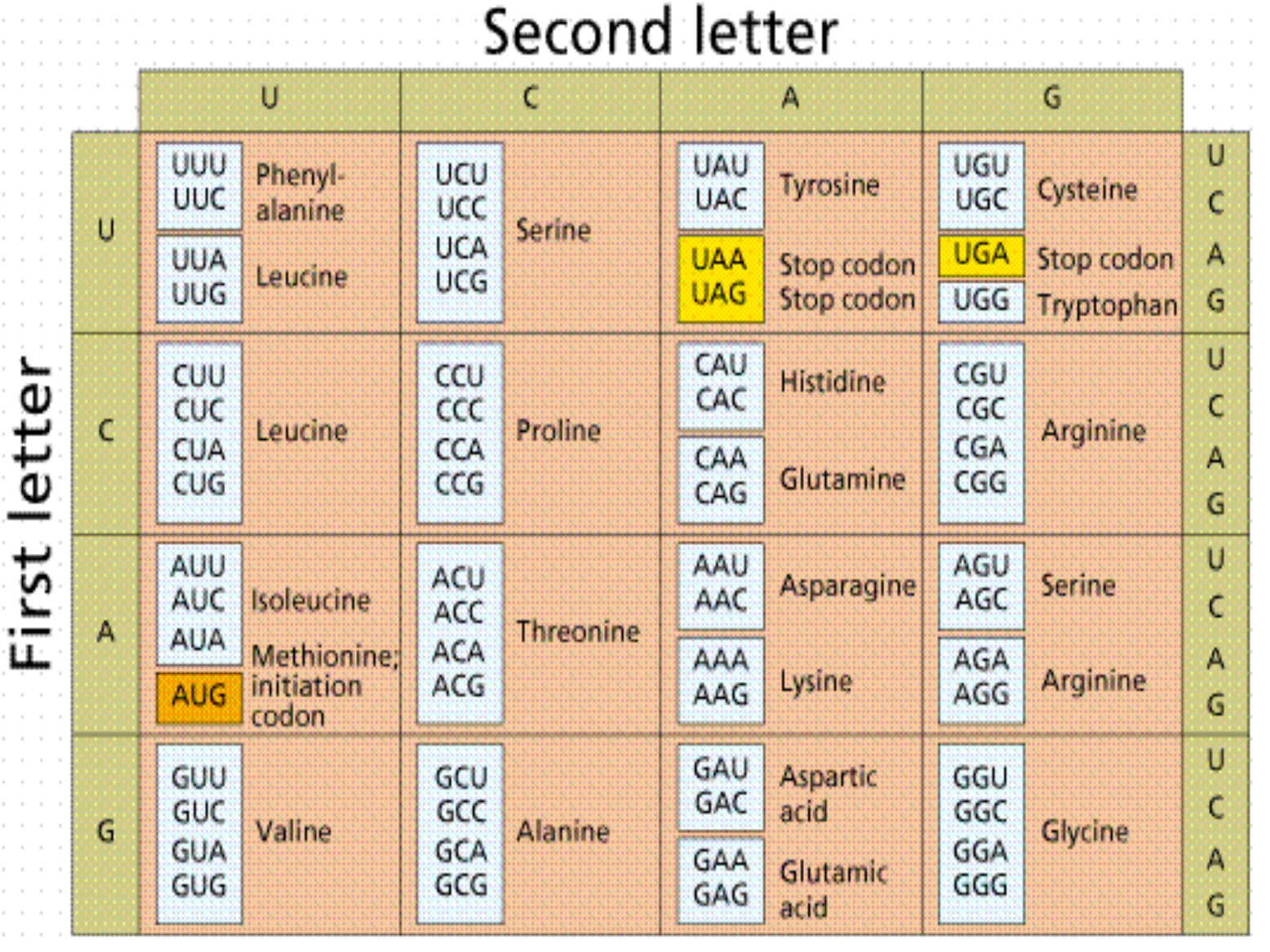
مفهوم الترجمة : هو عملية تحويل الترتيب الطولى للقواعد النيتروجينية فى جزئ ال ر ن أ الرسول ، إلى ترتيب طولى من الأحماض الأمينية فى صورة سلسلة متعددة الببتيدات (بروتين).

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

- فإن الشفرة الوراثية يجب تتألف من ثلاثة قواعد نيتروجينية ، وأن التوافيق المتاحة لثلاثة قواعد من أربعة قواعد سينتج عنها عدد شفرات قدرها 64 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 ال 64 المتاحة، منها 61 شفرة تترجم لأحماض أمينية. كما لاتشفر لأية أحماض (UAA, UAG, & UGA) يوجد ثلاثة شفرات أمينية ، وتسمى شفرات توقف ، ويكون موقعها فى نهاية ر ن أ الرسول.


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

ظاهرة التأرجح
Wobbling

سؤال :

- خاص بها ، أى tRNA هل يوجد لكل شفرة جزئ ر ن أ الناقل ؟ tRNA يوجد على الأقل 61 نوع مختلف من جزيئات الـ

الإجابة : لا

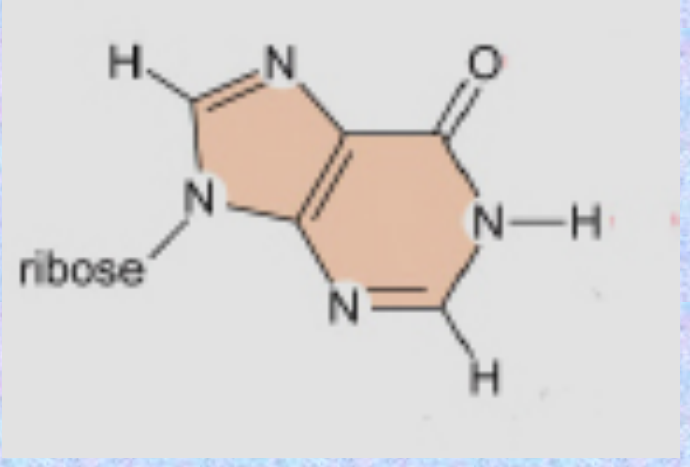
- يمكنها التعرف على tRNA لأن بعض جزيئات ر ن أ الناقل أكثر من شفرة .

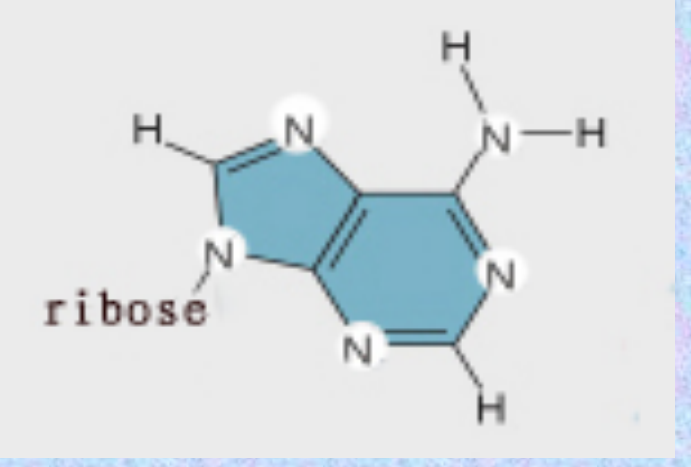
مفهوم ظاهرة التأرجح Wobbling

- إكتشف العالم فرانسيس كريك فى عام 1966 مفهوم ظاهرة التأرجح حيث وضح أن القاعدة النيتروجينية الأولى ، Wobbling أو التذبذب غير ثابتة بالمقارنة tRNA فى النهاية 5’ من الشفرة المضادة فى جزئ 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 وهى محورة من القاعدة النيتروجية آدينين , tRNA جزئ ر ن أ الناقل بالتعرف على أكثر من شفرة tRNA وهى تسمح لجزئ ر ن أ الناقل وراثية مختلفة .

Inosine





inosine adenine

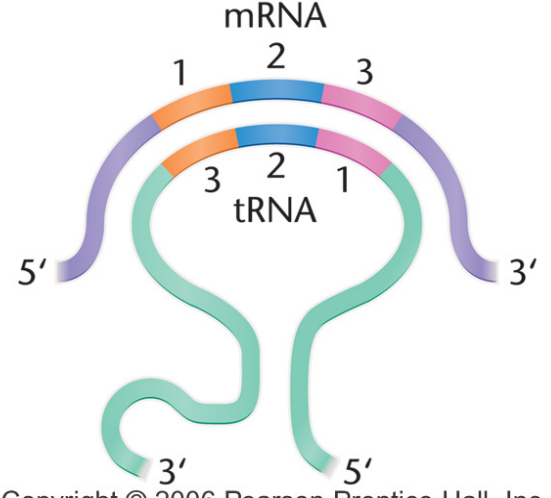
Inosine arises through enzymatic modification of adenine

Wobble Pairing

القاعدة رقم 1 من النهاية
فى جزئ ر ن أ 5’ الناقل
تتزاوج مع tRNA القاعدة
رقم 3 من النهاية 3’ فى
جزئ ر ن أ الرسول mRNA

TABLE 13.4 ANTICODON–CODON BASE-PAIRING RULES

Base at first position (5′ end) of tRNA	*Base at third position (3′ end) of mRNA*
A	U
C	G
G	C or U
U	A or G
I	A, U, or C



Copyright © 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.

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

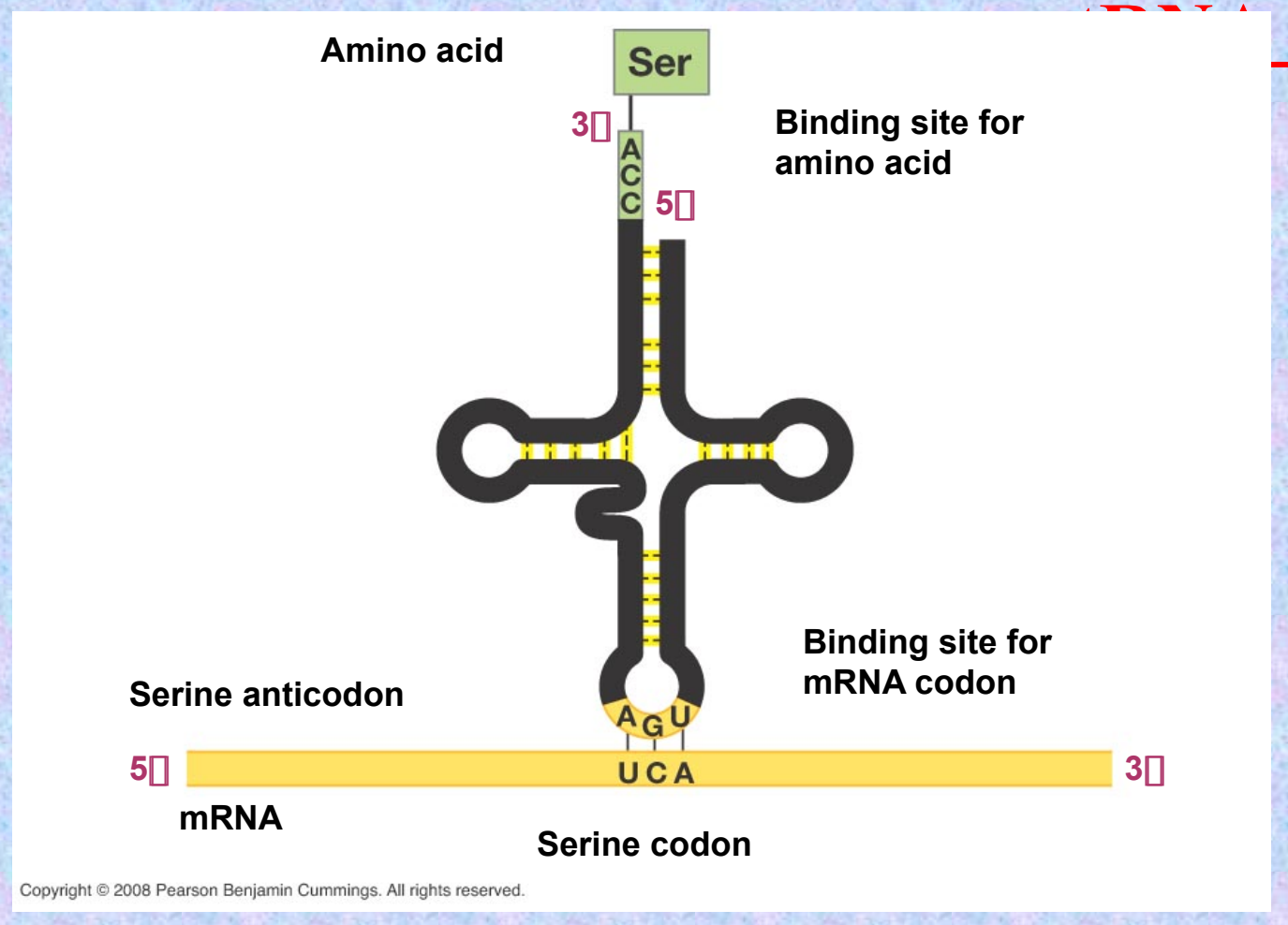
1. ر ن أ الرسول (mRNA) .
2. ر ن أ الناقل (tRNA) .
3. ر ن أ المترجم للشفرة (rRNA) .

Transfer RNA (tRNA) ر ن أ الناقل

كل جزئ tRNA يحتوى على موقعان هامان 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 جزيء رنأ الناقل



Copyright © 2008 Pearson Benjamin Cummings. All rights reserved.

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)]

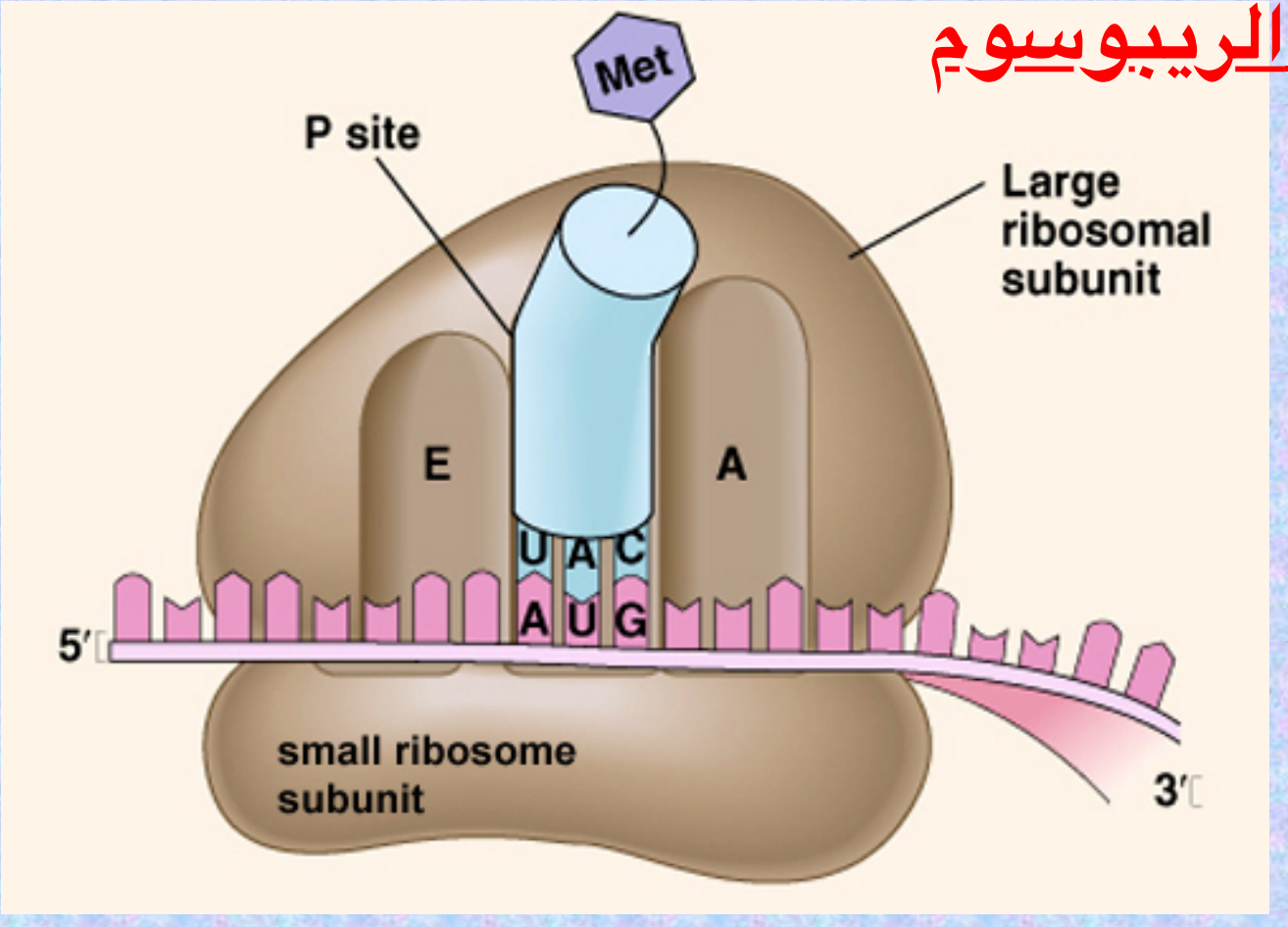
Total size : 70S

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) :

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

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

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

- **الموقع (E) : (Exit site) :**

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

الترجمة فى الكائنات الدقيقة

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

1- الابتداء Initiation

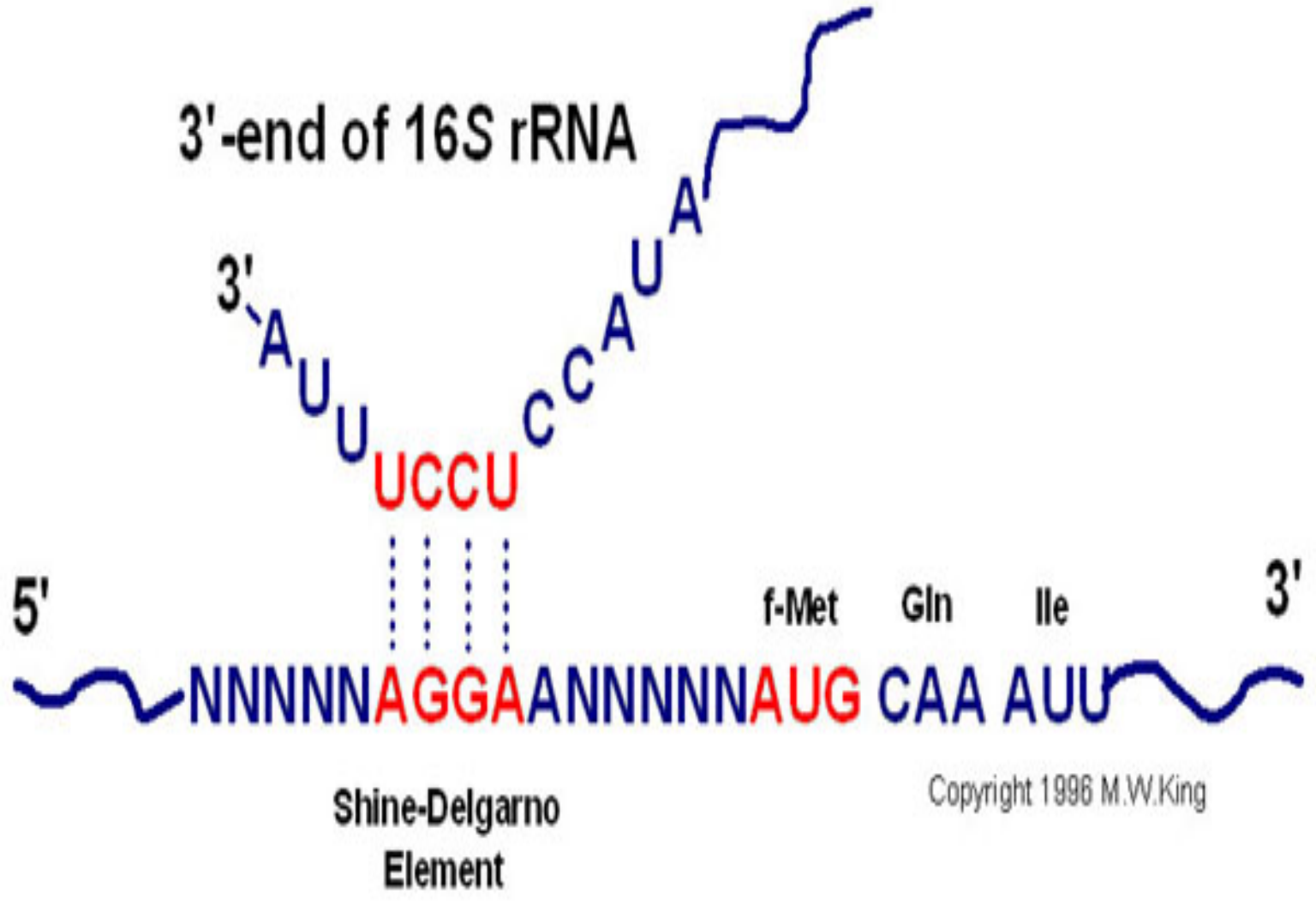
2- الاستطالة Elongation

3- الانتهاء Termination

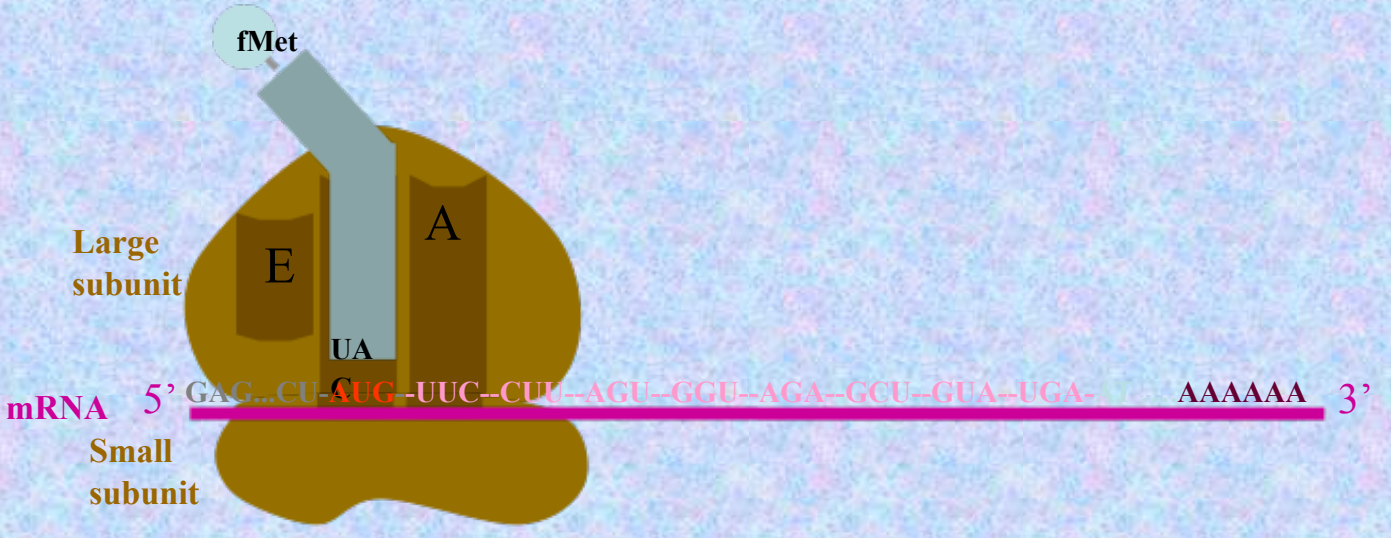
الترجمة فى الكائنات الدقيقة

1- مرحلة الإبتداء Initiation :

لجزئSتبدأ بالإرتباط بين تتابع صغير من وحدة الريبوسوم الصغيرة 30
-وهذا التتابع 5 mRNA مع التتابع المكمل له من جزئ rRNA
حيث أن موقع الإرتباط ،(Shine Dalgarno seq.) ويسمي AGGAGGU-3
ينضم إلى هذا المعقد . AUG هذا يبعد بمقدار 10 نوتيدات عن شفرة البداية
الخاص بأول حامض أمينى ميثيونين فى البروتين (هذا الحامض tRNA جزئ
إلى مجموعة (C-OH) الأمينى بالتحديد يكون محوراً بإضافة مجموعة فورميل
الحامل لأول ميثيونين بأسم tRNA الأمين) ، ويسمى جزئ ال
حيث أن هذا التجمع بين الثلاثة جزيئات ، Aminoacylated tRNA (fmet)
يشير إلى نهاية (IF) يسمى معقد البداية وتكوينه بمساعدة عوامل الإبتداء


3'-end of 16S rRNA
3'
A
U
U
U
C
C
A
U
A
UCCU
5'
f-Met
Gln
Ile
3'
NNNNNAGGAANNNNNAUG CAA AUU
Shine-Delgarno
Element
Copyright 1996 M.W.King

Translation - Initiation



الترجمة فى الكائنات الدقيقة

2- مرحلة إستطالة السلسلة متعددة الببتيدات Elongation :

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

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

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

الترجمة فى الكائنات الدقيقة

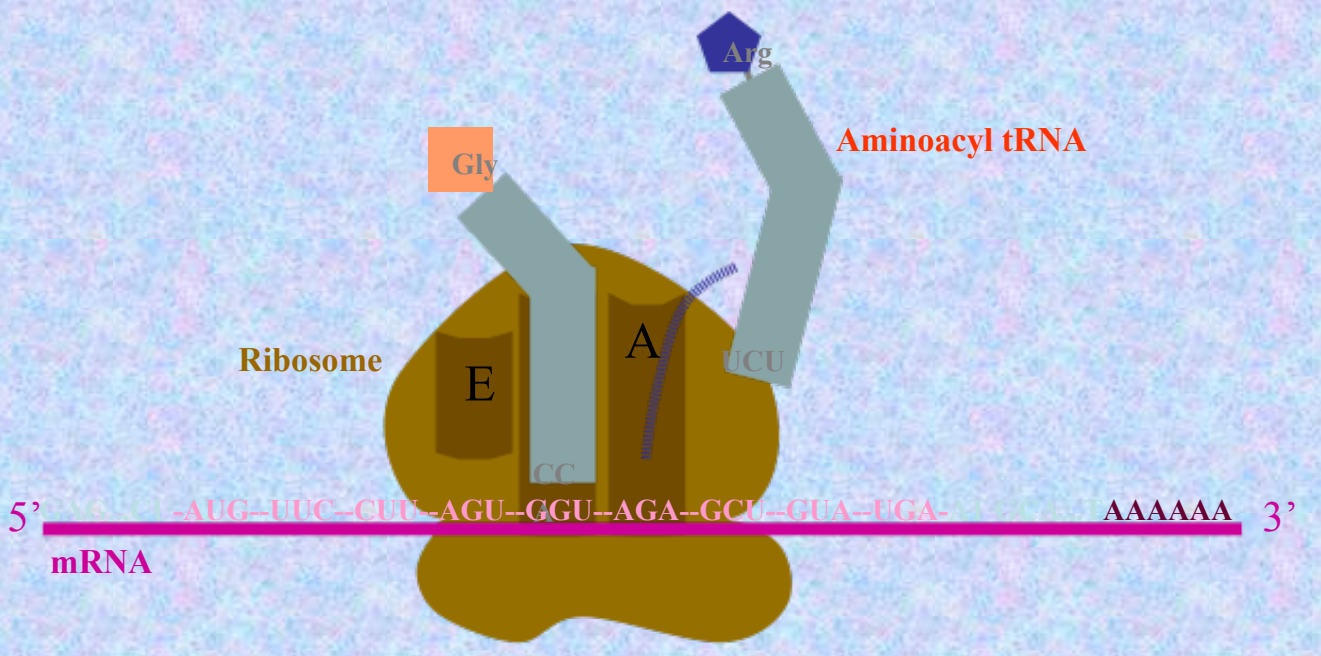
Elongation: تابع مرحلة الإستطالة

من الريبوسوم أصبحا مشغولين بجزيئات ال ر ن أ الناقل (A & P) حيث أن الموقعين المحملة بالحامضان 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 .

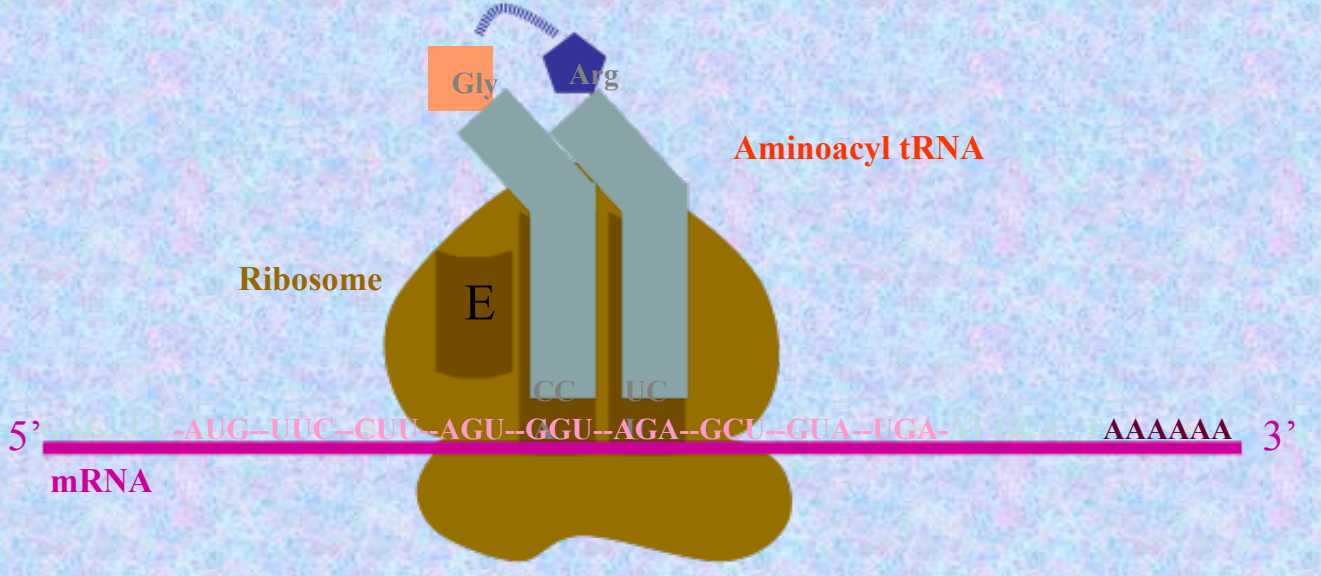
- من المعقد بواسطة إنزيم (fmet) الحامل للحامض الأمينى الأول tRNA يتحررجزئ لينتج ببتيد ثنائى مرتبط بجزئ ال ر ن أ الناقل الموجود فى ، tRNA deacylase الموقع (A) .

- المحمل tRNA مسافة 3 نوتيدات ، فيدخل جزئ mRNA ينزلق الريبوسوم على الذى كان محملاً tRNA وهذا سيدفع جزئ ، (P) بالببتيد الثنائى إلى الموقع تمهيداً لتحرره تماماً فى (E) إلى الموقع الثالث (fmet) بالحامض الأمينى الأول

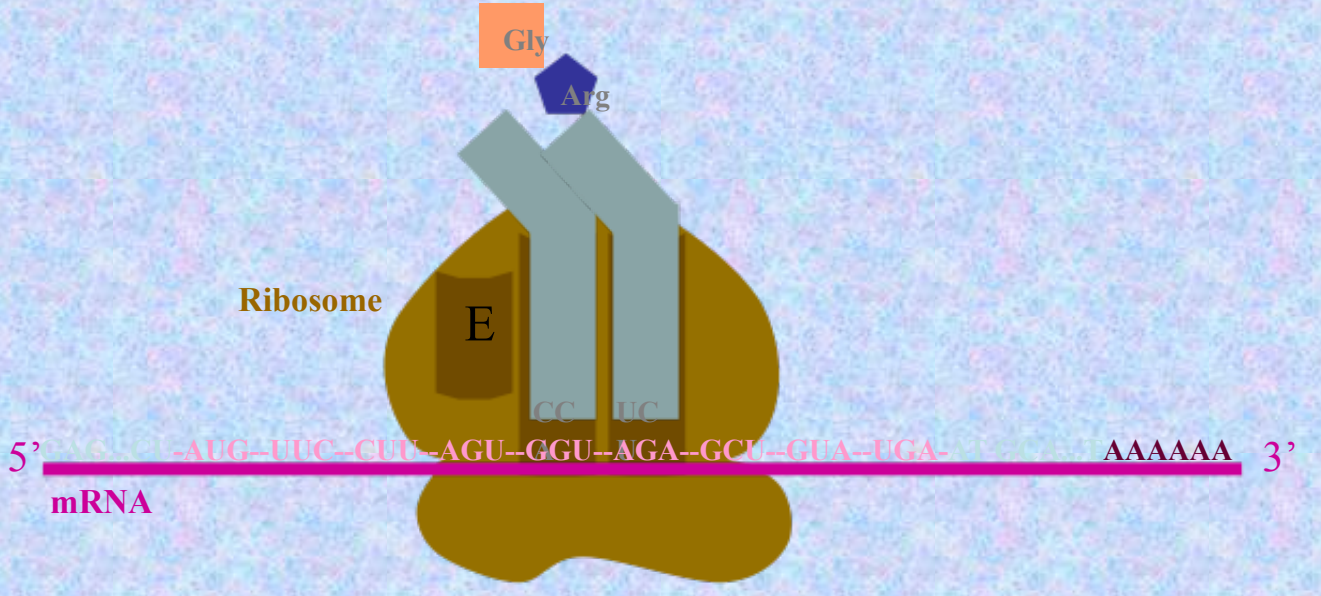
Translation - Elongation



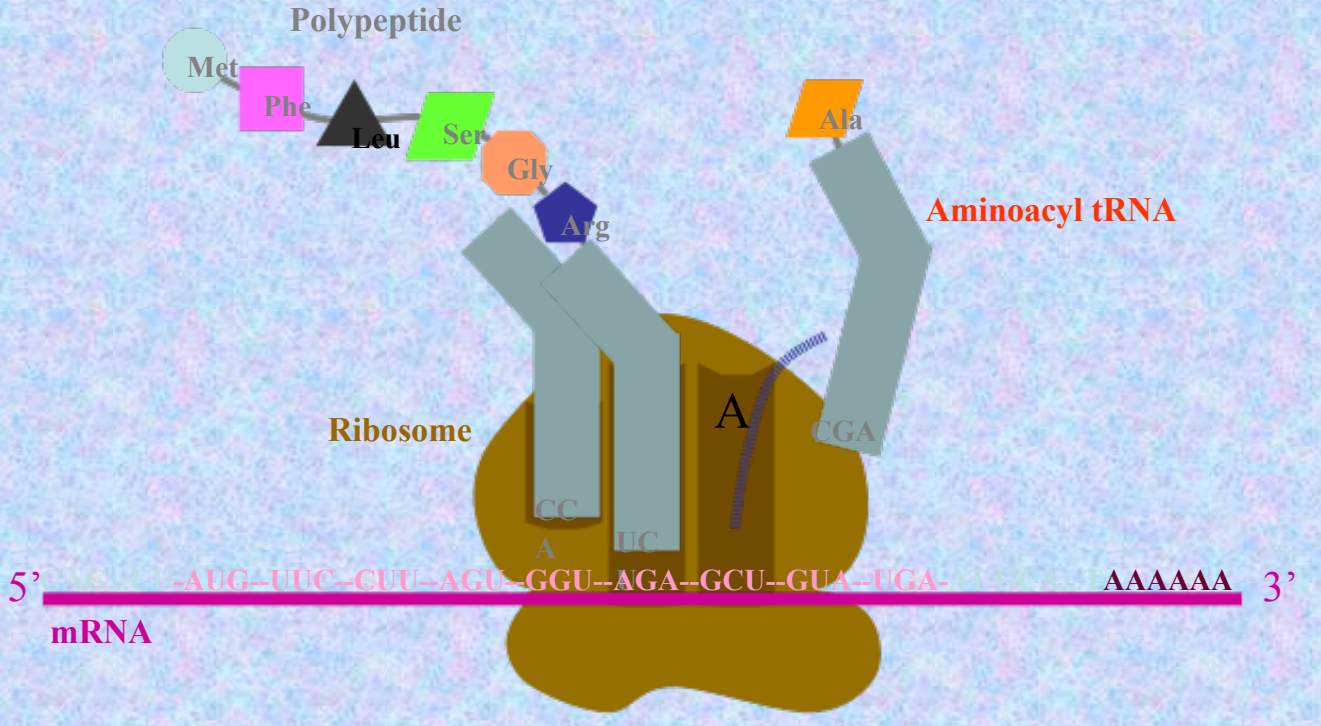
Translation - Elongation



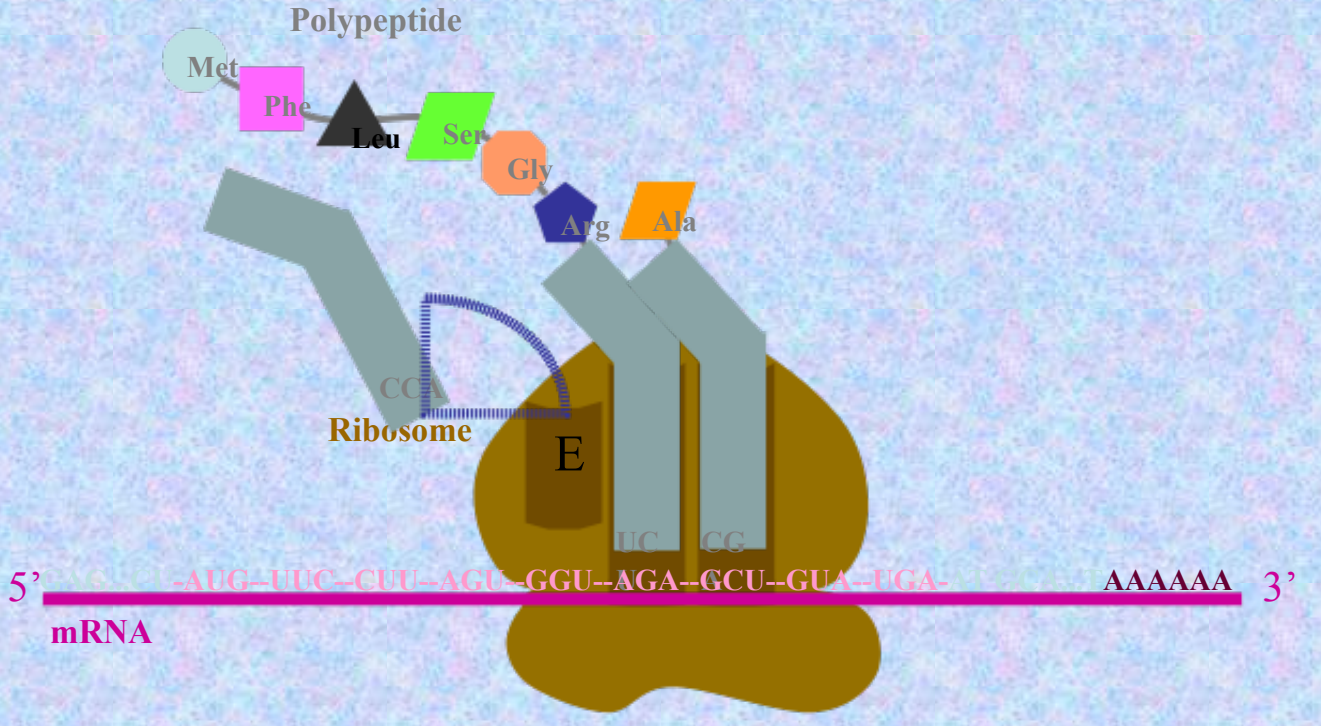
Translation - Elongation



Translation - Elongation



Translation - Elongation



الترجمة فى الكائنات الدقيقة

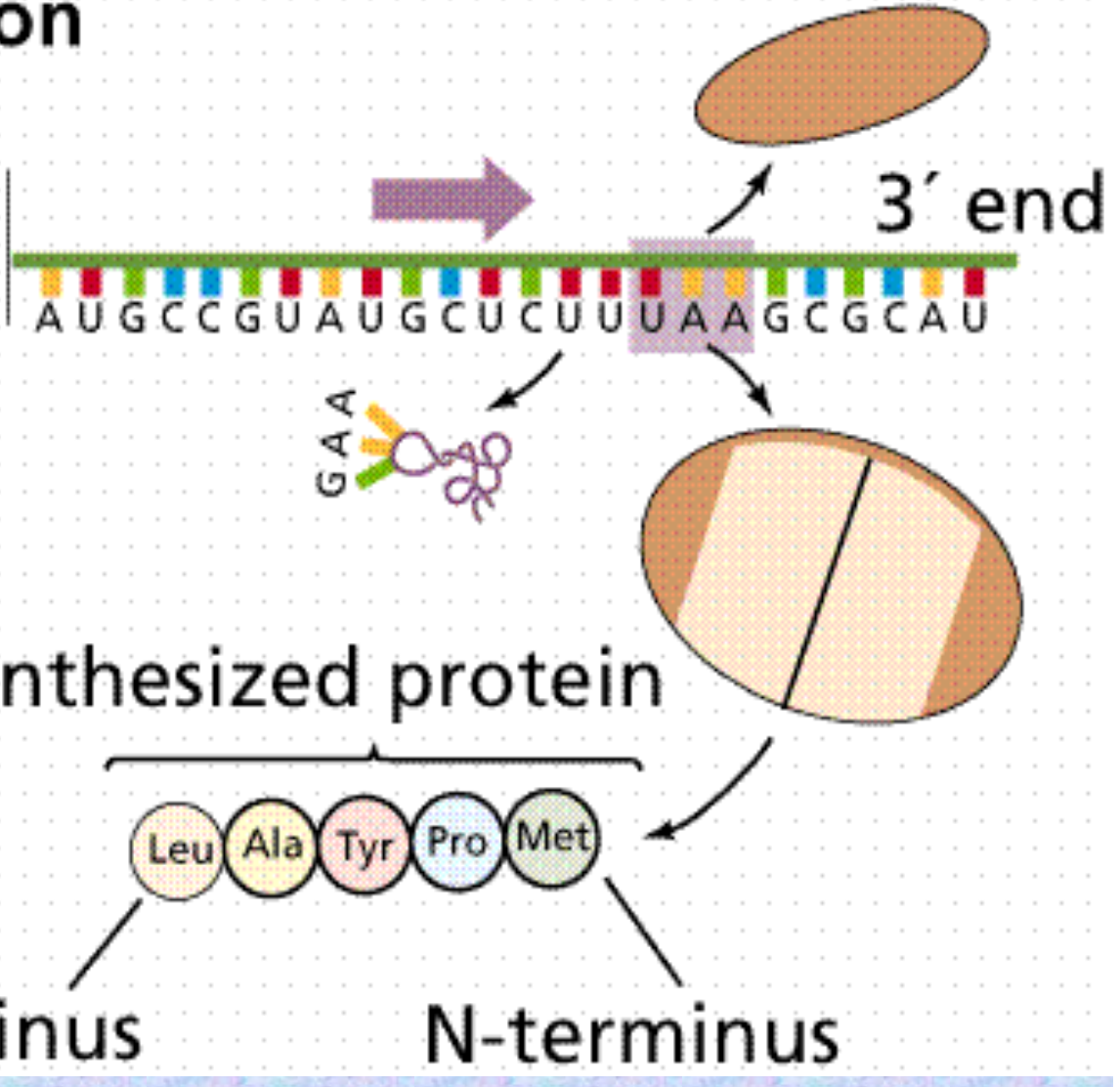
Releasing: مرحلة الإنتهاء

1. تنتهى عملية الترجمة عند دخول أحد شفرات الإنتهاء أو الإيقاف (UGA or UAG or UAA)

حيث لايوجد أى جزئ ر ن أ ناقل يحتوى على شفرات مضادة ، (A) إلى الموقع يمكنها أن تتوافق وترتبط مع شفرات الإنتهاء ، فيستدعى البروتين أحد عوامل التحرر أو الفصل (RF1 OR RF2) فتحل محل الحامض الأمينى فى الموقع (A) ، 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.

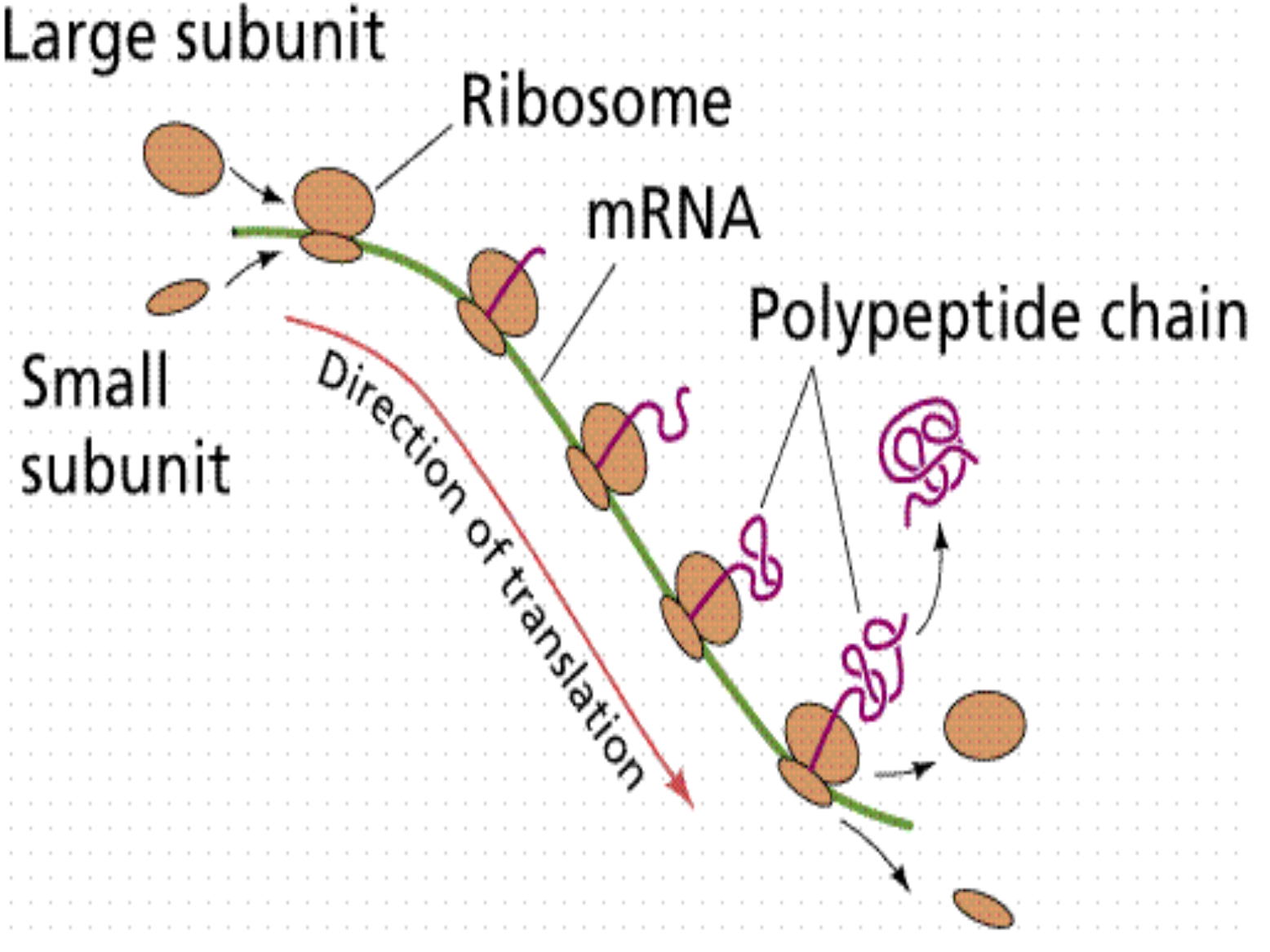
2. دوراً مساعداً فى هذه العملية فتنفصل السلسلة (RF3) يلعب عامل الثالث الببتيدية لتأخذ التركيب الثلاثى المميز لها وتبدأ وظيفتها فى الخلية.

Termination



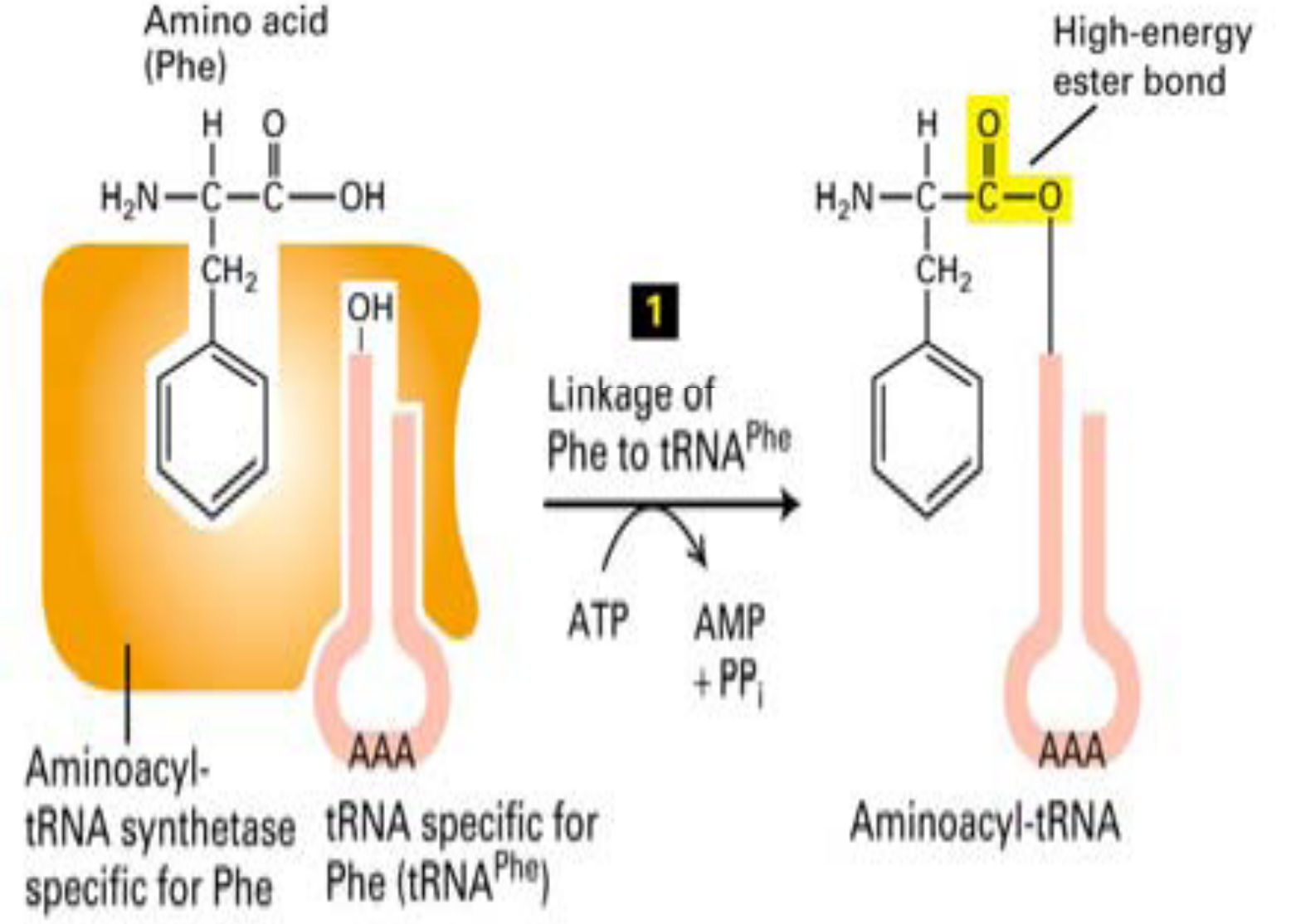
Polysomes : البوليسومات

- أكثر من مرة لإنتاج mRNA أحياناً يحدث إعادة ترجمة نفس جزئ جزيئات أكثرمن نفس البروتين ، حيث تتحرر النهاية 5’ من جزئ ال mRNA أثناء الترجمة ، فيسمح التركيب بإعادة الإرتباط مع ريبوسوم بوحدتيه وقد تتكرر عملية الترجمة بأكثر من ريبوسوم فى أوقات متفاوتة تحت الترجمة بواسطة mRNA أو Polysome ويسمى هذا التركيب العديد من الريبوسومات فى وقت واحد ، وقد تم مشاهدة البوليسومات بواسطة الميكروسكوب الإليكترونى 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 :

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


Amino acid
(Phe)
High-energy
ester bond
1
Linkage of
Phe to tRNA^Phe
ATP
AMP
+ PP_i
AAA
AAA
Aminoacyl-
tRNA synthetase
specific for Phe
tRNA specific for
Phe (tRNA^Phe)
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 الراقي تختلف عن الكائنات الأولية .

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

Total size : 80S

حيث تتعرف الوحدة علي القلنسوة أو Shine Delgarno Seq. كذلك لا يوجد موقع لارتباط مثل 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.
- بعكس الكائنات الدقيقة لا تحتاج GTP انتهاء الترجمة تحتاج الي طاقة ومصدرها تحلل

تمت بحمد الله.....