د. محمـــد عبد الغفـــور محمـــــد
كليـــــة الزراعـــــــة/ جامعـــــــة الانبـــــار

الموروث هو تتابع النيوكليوتيدات بنظام معين ضمن الكروموسوم والذي سوف يحدد تتابع تكوين الأحماض الأمينية في جزيئة البروتين. ولكي تؤدي المورثات نشاطها وعملها لا بد من نشاط يتم خلاله تحويل المعلومات الوراثية المخزونة في المورث الى بروتين داخل الخلية، وهذه العملية تدعى بالتعبير الجيني **Gene expression**، والتي تنجز خلال مرحلتين أساسيتين هما :

اولا - عملية الاستنساخ Transcription:

في الكائنات ذات النواة الحقيقية تبقى الجينات الكروموسومية التي تحتوي على DNA في النواة بينما تصنع البروتينات في السيتوبلازم لذلك لا يستطيع الـ DNA ان يعمل مباشرة كقالب التصنيع البروتين وعوضاً عن ذلك يستعمل احد اشرطة الـ DNA الذي يدعى بالشريط الحساس seins sastrand كقالب لتصنيع شريط مكمل من الـ RNA والذي اطلقنا عليه اسم المرسل تسمى بالاستنساخ Transcription ان الشريط المستنسخ (الحساس) لاثنين من الجينات المختلفة، وفي الجينات المتجاورة لا يكون دائما نفس الشريط ، وعلى كل حال يستنسخ احد الأشرطة فقط في جين معين ، بعد ذلك يقوم المرسال بنقل المعلومات الوراثية من موقع تصنيعها في النواة الى موقع تصنيع البروتين في الرايبوسومات الواقعة في السيتوبلازم.

و يمكن تلخيص الية الاستنساخ بالشكل الآتي :

1 . يقوم انزيم Helicase بفك التواء الـشريط DNA جزئياً.

2- يرتبط انزيم بلمرة الـ RNA Polymerase بأحد اشرطة الـ DNA الذي يدعى بالشريط الحساس.

3- تبدأ عملية بناء الـ mRNA بواسطة انزيم RNA Polymerase وذلك من خلال اضافة القواعد النيتروجينية على طول احد سلاسل الـ DNA (شريط الحساس)

4- كلما انفك سلسلة الـ DNA يقوم انزيم بلمرة RNA Polymerase بالإضافة ويستمر الانزيم بالبناء

الـ mRNA على طول الـ DNA (الأساسية) في الاتجاه من 3 ⟵ 5

5- يتم يصنع الـ mRNA في الاتجاه من 5 ⟵ 3

6- عند بناء الـ mRNA يحل اليوراسيل محل الثايمين

7- يتم انتاج الـ mRNA وتتوقف عملية البناء عند وصول الانزيم البلمرة الى شفرات التوقف .

8- ينفصل انزيم بلمرة الـ RNA عن الـ DNA .

9- تلتحم سلسلتي DNA مع بعض ومن ثم خروج جزيئة الـ mRNA من النواة الى السيتوبلازم عبر الثقوب النووية .

وهناك فرق بين mRNA قبل خروجه من النواة وبعدها يتم معالجته بعملية تدعي splicing

mRNA الأولي (غير المعالج) ويطلق عليه immature mRNA

١- له نفس طول DNA 2 - يحوي شفرة DNA كلها (جميع تسلسل القواعد) . mRNA النهائي

(المعالج قبل خروجه من النواه) ويطلق عليه mature mRNA

١- يتم التخلص من الأنترونات (intron) : المناطق الغير مشفرة والموجودة على DNA

٢- تبقي عليه الإكسونات (Exon) : المناطق المشفرة وهي القطع الفعالة

٣ - إضافة غلاف (Cap) واقي على النهاية ٥ من mRNA (يساعد على تعرف الريبوسومات) ٣ - إضافة ذيل (tail) مكون من نيوكليوتيدات الأدنين على النهاية ٣ من mRNA

ثانياً : الترجمة Translation:

عملية الترجمة وهي العملية التي تترجم من خلالها المعلومات الوراثية (المخزونة في متواليات النيوكليوتيدات في جزيئة المرسال) بعد املاء الشفرة الوراثية الى متوالية من الأحماض الامينية في السلسلة البروتينية .

ويشترك في عملية الترجمة ثلاث انواع من الـ RNA وجميعها يستنسخ من الـ DNA ومنها :

١ - الـ mRNA وهي الجزيئة الحاملة للمعلومة الوراثية الخاصة ببناء البروتين ستصبح جاهزة للترجمة بعد اكتمال استنساخها واجراء بعض تحورات عليها كما هو الحال في الخلايا حقيقية النواة و التي ذكرت سابقاً في مرحلة الاستنساخ.

٢ - الـ tRNA وهذه الجزيئات ستتوسط عملة الترجمة عبر التعرف على الشفرة على جزيئة الكودونات الموجودة على ال mRNA من خلال موقع يقع tRNA يحتوي على ما يعرف بالشفرة المضادة (inticodon) وتحتوي اي خلية على عدة أنواع الناقل tRNA يتراوح عددها ما بين ٤٠ – ٦٠ نوعاً.

٣- rRNA : وهي تراكيب جزيئات كبيرة معقدة وتقع في السيتوبلازم تعمل كمنصة لتصنيع السلسلة البروتينية.

وتشتمل عملية تخليق البروتين على ثلاثة خطوات هي :

أ - بدء عملية الترجمة (قراءة الشفرة وترجمتها لبناء بروتين) .

ب - استطالة سلسلة عديد الببتيد Elongation of the polypeptide chain (تفاعل بناء البروتين)

. ج - إنهاء تكوين سلسلة عديد الببتيد Termination of polypeptide (إنهاء بناء البروتين) .

الخطوة الأولى (أ) : بدء عملية الترجمة ترتبط تحت وحدة ريبوسوم صغيرة بجزئ m RNA الذي أول كودون به هو AUG ويكون متجها ١ - إلى أعلى . ٢ ء تتزاوج قواعد مضاد الكولون لجزئ tRNA الخاص بالميثيونين مع كونون AUG وبذلك يصبح الحمض الأميني ميثيونين Methionine أول حمض أميني في سلسلة عديد الببتيد التي تبني ٣ - ترتبط وحدة ريبوسوم كبيرة بالمركب السابق ليكون كودون البدء AUG أو أول جز tRNA في موقع الببتيديل (p) . ملاحظة : يوجد على واحدة الريبسوم الكبيرة موقعان يمكن أن ترتبط بهما جزيئات tRNA - الموقع الأول (P) : يطلق عليه موقع الببتيديل Peptidy . - الموقع الأخر (A) : يطلق عليه أمينو اسيل Amino – aeyl

(ب) : استطالة سلسلة عديد البيتيد أو تفاعل بناء البروتين:

١ - يرتبط مضاد كودون tRNA الثاني بالكودون التالي على جزئ m RNA في الموقع A لوحدة الريبوسوم الكبيرة وبالتالي يصبح الحمض الأميني الذي يحمله هذا tRNA هو الحمض الأميني التالي في سلسلة عديد الببتيد.

٢ - يحدث تفاعل نقل الببتيديل Peptidyl transferase reaction الذي ينتج عنه اتكوين رابطة ببتيدية بين الحمض الأميني الأول والثاني - والإنزيم الذي ينشط هذا التفاعل عبارة عن جزء من تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة ، ونتيجة لذلك يتحرر الحمض الأميني الأول ويصيح tRNA الأول فارغاً ويترك الريبسوم وقد يلتقط ميثيونيناً آخر أما tRNA الثاني فيحمل الحمضين الأمينيين معا.

٣ - يتحرك الريبوسوم على امتداد mRNA ، وهذه العملية تأتي بـ tRNA الثاني إلى الموقع P على الريبسوم ويصبح A فارغا ثم تبدأ الدورة مرة أخرى حيث يرتبط مضاد كودون ثالث على tRNA مناسب يكونون

mRNA جالياً الحمض الأميني الثالث إلى الموضع المناسب على الموقع ، وترتبط سلسلة عديد البيتيد النامية بالحمض الأميني الجديد القادم على هذا الجزء من tRNA الثالث ، ثم يتكرر التتابع.

الخطوة الثالثة (ج) : إنهاء تكوين سلسلة عديد الببتيد عندما يصل الريبوسوم إلى كودون وقف على m RNA فإن عامل الاطلاق Release factor يرتبط بكودون الوقف مما يجعل الريبوسوم يترك mRNA حيث تنفصل وحدتا الريبسوم عن بعضهما البعض وتقف عملية بناء البروتين .

قد يكون الحامض الأميني أكثر من شفرة . كذلك يوجد شفرة لبدء البروتين هو AUG هناك U GA - UAA ثلاثة شفرة التوقف بناء البروتين هي (UAG) ويلاحظ أن الشفرة الوراثية عامة : واحدة بمعنى أن الشفرات التي تدل على الأحماض الأمينية في الفيروسات والبكتيريا والفطريات والنبات والحيوان.

الشفرة الوراثية Genetic Code

هي مجموعة من الكودونات ويتكون كل كودون من تتابع من ثلاث قواعد نتروجينيه متتابعة على جزئي mRNA الرسول والتي تشفر لتكوين حمض أميني واحد ، ويشفر كل كودون لحمض أميني واحد و هناك ٦٤ كودون ممكن و ٢٠ حمض اميني (جدول١) ويكون ترتيب تتابع الكودونات بنظام معين في الجين هو المحدد لتتابع الأحماض الأمينية المكونة لنوع البروتين المراد بنائه حيث يتكون البروتين من مجموعة من الأحماض الأمينية المحددة.

جدول الشفرة الوراثية

1st letter	Second Letter: U		Second Letter: C		Second Letter: A		Second Letter: G		3rd letter
U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys	U
	UUC		UCC		UAC		UGC		C
	UUA	Leu	UCA		UAA	Stop	UGA	Stop	A
	UUG		UCG		UAG	Stop	UGG	Trp	G
C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg	U
	CUC		CCC		CAC		CGC		C
	CUA		CCA		CAA	Gln	CGA		A
	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser	U
	AUC		ACC		AAC		AGC		C
	AUA		ACA		AAA	Lys	AGA	Arg	A
	AUG	Met	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U
	GUC		GCC		GAC		GGC		C
	GUA		GCA		GAA	Glu	GGA		A
	GUG		GCG		GAG		GGG		G