

الخبر الوراثي



1- مفهوم الخبر الوراثي

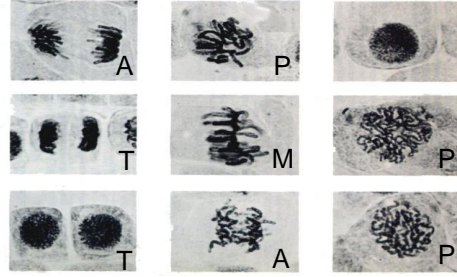
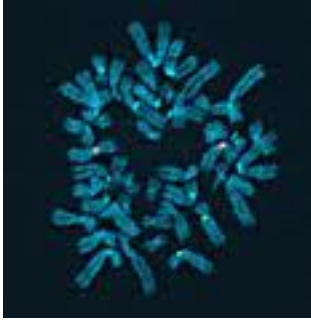
الخبر الوراثي هو برنامج وراثي يتموضع داخل النواة، وهو المحدد للخصائص النوعية لكل كائن حي أي المسؤول عن ظهور الصفات الوراثية البنوية والوظيفية للكائن الحي وبالتالي المسؤول عن انتقال هذه الصفات الوراثية من جيل لآخر.

2- تموضع الخبر الوراثي

:يتموضع الخبر الوراثي داخل نواة الخلية بالنسبة للخلايا ذات النواة الحقيقية ومباشرة في السيتوبلازم بالنسبة للكائنات ذات النواة غير الحقيقية (بكتيريات، حشرات...).

3- نقل الخبر الوراثي من خلية لأخرى

يتم الانتقال من الخلية الأصلية إلى كائن متعدد الخلايا بفضل الانقسامات الخلوية المتتالية (انقسامات غير مباشرة)، وخلال هذه الانقسامات يتم تضاعف الخلايا ونقل الخبر الوراثي كاملا من الخلية الأم إلى الخليتين البنيتين. إذن الانقسام غير المباشر عبارة عن ظاهرة خلوية تمكن من الحصول على خليتين بنتين لهما نفس الصفات الوراثية للخلية الأم، يتم هذا الانقسام في أربع مراحل:



Prophase المرحلة التمهيديّة
Métaphase المرحلة الاستوائية
Anaphase المرحلة الانفصالية
Télophase المرحلة النهائية

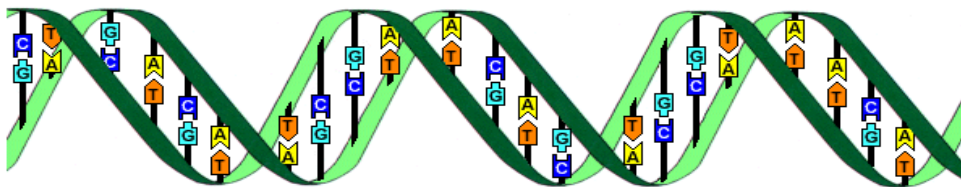
4- دور الصبغيات في نقل الخبر الوراثي

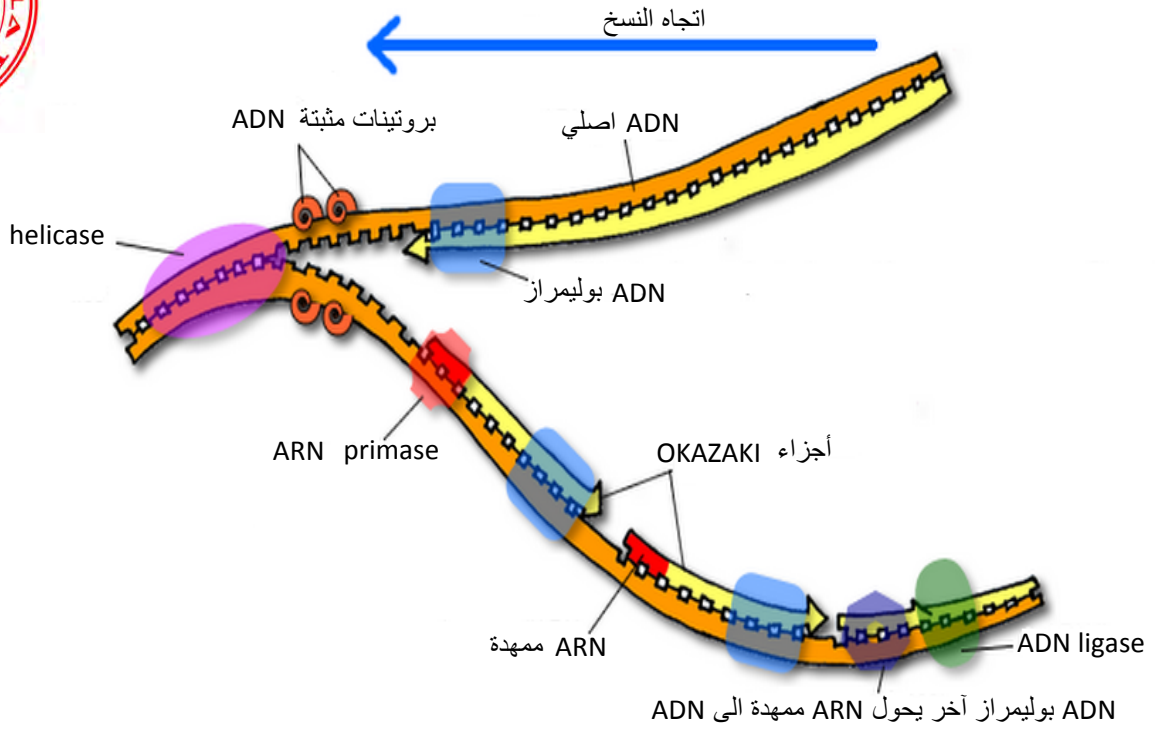
خلال كل دورة خلوية يتضاعف عدد الصبغيات ليتوزع بالتساوي في نهاية الانقسام على الخليتين البنيتين مما يوحي بأن الصبغيات هي الدعامة الخلوية لنقل الخبر الوراثي.

5- الطبيعة الكيميائية للخبر الوراثي

عند ذوات النواة الحقيقية، يوجد الخبر الوراثي على شكل جزيئة ADN داخل النواة، تتحد هذه الجزيئة مع بروتينات خاصة تسمى بالهستونات وتتنظم على شكل صبغيات تتضمن جزيئة ADN لولبان يحملان الخبر الوراثي، يتشكل كل لولب من عديد النكليوتيدات، يتكون كل نكليوتيد من ثلاثة عناصر هي الحمض الفوسفوري والريبوز ناقص الأوكسجين وقاعدة أزوتية من بين أربعة قواعد أزوتية وهي: الأدينين A والتيمين T والسيتوزين C و الغوانين G، هذه القواعد في جزيئة ADN بالنسب التالية:

$$A/T=G/C=(A+G)/(T+C)=1$$





7-آلية تعبير الخبر الوراثي.

1-تعريف الصفة:

الصفة هي ميزة نوعية أو كمية تميز فردا عن باقي أفراد نوعه، وهناك صفات ترى بالعين المجردة (لون الأزهار مثلا) وأخرى تظهر بواسطة اختبارات خاصة (الفصيلة الدموية مثلا)

2-دراسة حالة تغير فجائي في الخبر الوراثي:

1-2-المثال الأول: ظهور المقاومة للستربتوميسين عند بكتيرية Escherichia Coli

عند زرع بكتيرية Escherichia Coli في وسط مقبت ملائم (غراء+كليكوز+فيتامينات+أحماض زهنية في حرارة 37C) تتشكل مستعمرات بكتيرية تسمى لمات تنتشر فيما بعد لتشكل كتلة متواصلة على سطح الوسط (بساط بكتيري). لكن عند زرعها في وسط مقبت أضيف إليه Streptomycine الذي يعتبر مضادا حيويا، فإننا نحصل على بعض اللمات فقط على شكل كتل صغيرة مبعثرة على سطح الوسط.

- يتبين من خلال هاتين التجربتين أن البكتيريات التي ماتت بوجود Streptomycine تعتبر حساسة لهذا المضاد الحيوي و يرمز إليها بـ StrepS أما التي بقيت حية تعتبر مقاومة و يرمز إليها بـ StrepR. ظهور هذه الصفة الجديدة تلقائي أي غير محرض و بما أنها انتقلت إلى الأجيال الموالية أثناء تكاثر البكتيريات فهي وراثية أي أن التغيير حدث على مستوى المادة الوراثية ADN نسبي هذا التغيير بالطفرة **mutation**.



2-2-المثال الثاني: عدم القدرة على العيش في وسط أدنى بدون أرجنين Arg

يمكن لبكتيريات Arg⁻ (لا تعيش في وسط أدنى إلا إذا أضيف إليه حمض أميني الأرجنين) أن تظهر انطلاقاً من بكتيريات Arg⁺ وتعطي بكتيريات أخرى Arg⁻ كما يمكن للبكتيريات Arg⁻ أن تسترجع الصفة المتوحشة و تصبح Arg⁺ (قادرة على العيش في وسط أدنى بدون أرجنين)

- يمكن تفسير ظهور صفة عدم القدرة على العيش في وسط أدنى دون أرجنين بحدوث تغير على مستوى المادة الوراثية ADN أي طفرة.

- إذن الطفرة هي تغير وراثي و فجائي في انتقال الصفات الوراثية و هذا التغير يمس المادة الوراثية على جزء من ADN الذي يحمل الخبر الوراثي المتعلق بتلك الصفة.

- جزء الـ ADN الذي يحمل الخبر الوراثي المتعلق بصفة معينة يسمى **المورثة** **gène** وكل مورثة توجد بنسخة واحدة على صبغي معين و مكانها يسمى **موضع المورثة** **Locus** ، كما يمكنها أن توجد على عدة أشكال تسمى **الحليلات** **alleles** فمثلا StrepR و StrepS حليلين لنفس المورثة (العلاقة مع المضاد الحيوي Streptomycin فالحليل StrepS متوحش (الأصل) و الحليل StrepR طافر).

- يمكن أن تكون الطفرة تلقائية أو محدثة بعوامل فيزيائية (أشعة) أو كيميائية (مواد كيميائية) أو بيولوجية (فيروسية) ، و هناك عدة أنواع من الطفرات:

- طفرة عن طريق ضياع نيكليوتيد.
- طفرة عن طريق إضافة نيكليوتيد.
- طفرة عن طريق استبدال نيكليوتيد بنيكليوتيد آخر.
- طفرة عن طريق تغير ترتيب النيكليوتيدات...

3-الدلالة الوراثية للطفرة:

تمثل الأمثلة التالية مقارنة بين الأفراد الطافرة و الأفراد المتوحشة:

المثال الأول: الفرق بين الفئران المتوحشة الرمادية و الفئران الطافرة البيضاء هو أن الأولى تتوفر على صبغة الميلانين (تركبها انطلاقاً من التيروسين بوجود أنزيم بروتيني) و الثانية لا تتوفر على صبغة الميلانين (غير قادرة على تركيبها نظراً لعدم توفرها على الأنزيم).

صفة اللون عند الفئران مرتبطة إذن بنشاط بروتين (أنزيم).

المثال الثاني: الخضاب الدموي بروتين يوجد داخل الكريات الحمراء و له دورين ، وظيفي يتجلى في نقل الغازات التنفسية و بنيوي يتجلى في إعطاء الشكل الكروي المقعر للكريات الحمراء. ينتج فقر الدم المنجلي عن تركيب خضاب دموي Hemoglobine غير عادي (تشوه الكريات الحمراء تصبح منجلية الشكل) و يرمز له بـ HbS عوض HbA)

تبين الوثيقة الموالية مقارنة بين جزء من الخضاب HbA و الخضاب HbS



لا تختلف جزيئة HbS عن HbA إلا باستبدال الحمض الأميني 6 رقم GLU بـ VAL.



إذن فشكل الكريات الحمراء (الصفة) مرتبط بطبيعة الخضاب الدموي (البروتين).

أي أن هناك علاقة بين الصفة و البروتين. فالصفة تترجم بوجود بروتين بنوي أو وظيفي.

و سبق أن كشفنا عن وجود علاقة بين الصفة و الخبر الوراثي. فما هي طبيعة العلاقة بين الخبر الوراثي والبروتين؟

ترتيب النيكلوتيدات في ADN هو الذي يحدد طبيعة و ترتيب الأحماض الأمينية في البروتين

4- كيف تترجم العلاقة مورثة -بروتين؟

إن تعاقب الأحماض الأمينية يحدد خصوصية البروتينات، و بما أن مصدر البروتين هو المورثة أي ADN فيقتضي الأول وجود طابع وراثي معين ADN الذي يمتاز كذلك بمتتالية. لنسم وحدة رمزية مجموعة النيكلوتيدات القادرة على الإشارة إلى حمض أميني (aa)، لكل حمض أميني وحدة رمزية نوعية و بالتالي يجب أن تتواجد 20 وحدة رمزية مختلفة، المشكل المطروح هو كيف يمكن انطلاقا من النيكلوتيدات الأربعة الإشارة إلى 20 حمض أميني.

فرضية 1: وحدة رمزية = نيكلوتيد واحد؛ لن يوجد إلا 4 وحدات رمزية و هذا غير كافي.

فرضية 2: وحدة رمزية = نيكلوتيدان متتاليان؛ لن يوجد إلا 16. وحدات رمزية و هذا غير كافي.

فرضية 3 : وحدة رمزية = 3 نيكلوتيدات متتالية؛ سنحصل على 64 وحدات رمزية و هذا أكثر مما هو لازم للإشارة لـ 20 حمض أميني.

نجد عدة وحدات رمزية ترمز لحمض أميني واحد وبعضها لا يشير لأي حمض أميني (نقول أنها بدون معنى)

و تكون لائحة الوحدات الرمزية و الأحماض الأمينية المناسبة لها **الرمز الوراثي Le code génétique**

5- من الرمز الوراثي إلى بروتين.

تذكير: يتم تركيب البروتينات على مستوى السيتوبلازم تحت إشراف المورثات (ADN) الموجودة في النواة. إذن كيف تصل الإشارات من النواة إلى السيتوبلازم لتركيب البروتينات.

5-1- تجربة: Paul et Goldstein

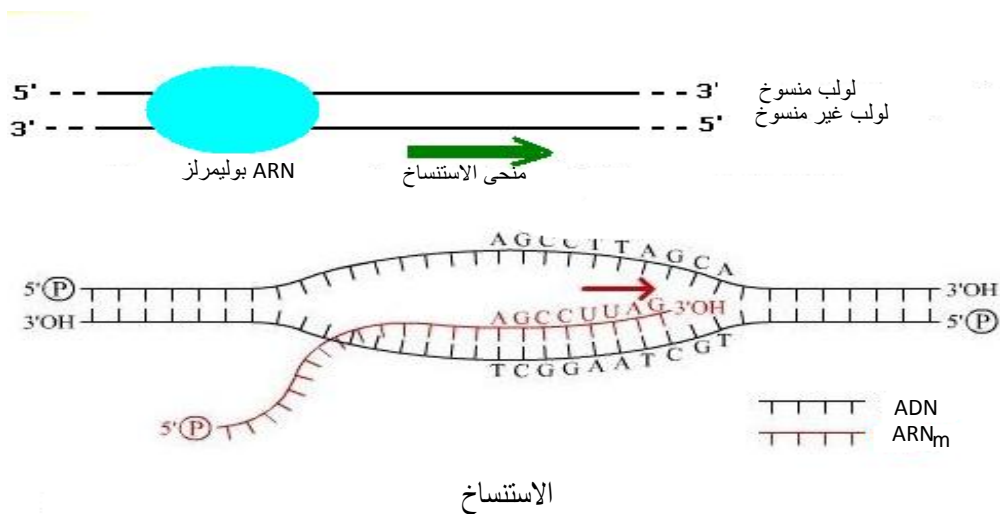
قام العالمان بوضع أميبة في وسط مشع و بعد أن أصبح الإشعاع في النواة وضعت هذه الأخيرة داخل أميبة عادية منزوعة النواة لوحظ أن الإشعاع انتشر إلى السيتوبلازم هذا يوحي بخروج مواد من النواة إلى السيتوبلازم.

- إذا أخضعنا الأميبة المطعمة بالنواة لتأثير أنزيمات هاضمة لحمض نووي ARN تتوقف النشاطات الخلوية.

إذن المواد التي تخرج من النواة إلى السيتوبلازم عبارة عن حمض نووي ريبوزي. ARN

تساؤل: ما هي العلاقة بين ADN و ARN ؟

تبين الوثيقة التالية كيفية انتقال الطابع الوراثي من ADN إلى ARN أي **النسخ الوراثي** بعد ذلك ينتقل الخبر الناتج عن نسخ المورثة إلى السيتوبلازم على شكل رسول نرمل له بـ ARNm



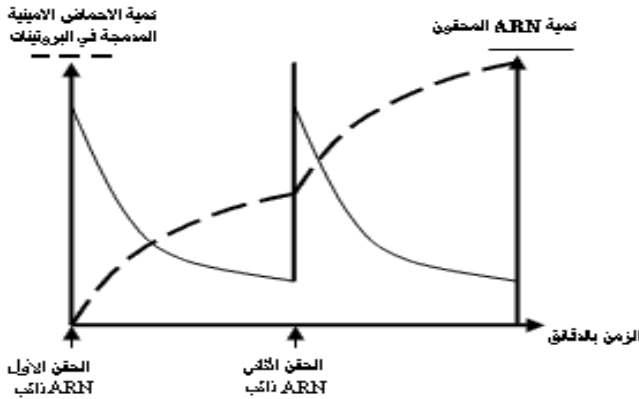
الاستنساخ



يعمل أنزيم **ARN** بوليمراز على تفريق لولبي **ADN** في مقدمة المورثة المراد نسخها، ثم يشرف على إدماج النيكليوتيدات الحرة حسب تكامل القواعد الأزوتية، وعندما يصل إلى نهاية المورثة يتم تحرير **ARN** بوليمراز و **ARNm**. ملحوظة: تنتقل عدة جزيئات الأنزيم من موقع بداية الاستساخ إلى نهايته و هكذا يتم نسخ عدة جزيئات **ARNm** في أن واحد.

4-5 دور **ARNm** في تركيب البروتينات:

أ – تجربة ونتيجة: نحضر خلاصة بكتيريات تحتوي على كل المكونات السيتوبلازمية لكن يندعم فيها **ADN** و **ARN**، بعد ذلك تضاف إليها أحماض أمينية و **ARN** ذائب مستخلص من السيتوبلازم. ويمثل المبيان التالي النتائج المحصل:



ب – تحليل واستنتاج: نلاحظ أنه بعد كل حقن لـ **ARN** يرتفع عدد الأحماض الأمينية المدمجة في البروتينات، أي أن **ARN** هو المسؤول عن دمج الأحماض الأمينية في البروتينات.

5-5 تركيب البروتينات:

أ – الكشف عن الرمز الوراثي:

*تجربة: Nirenberg:

توصل هذا العالم إلى مفهوم الرمز الوراثي أي أن كل ثلاثية نيكليوتيدية ترمز إلى حمض أميني معين و تشكل بذلك وحدة رمزية.

هناك **61** وحدة رمزية من بين **64** الممكنة ترمز كل منها إلى حمض أميني و هنا تبرز ظاهرة التكرار حيث يرمز إلى حمض أميني بعدة وحدات رمزية.

ثلاث وحدات رمزية تشير إلى نهاية التركيب البروتيني و تسمى وحدات قف أو بدون معنى أي أنها لا تشير إلى أي حمض أميني **UAA-UAG-UGA**.

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



ب – العوامل الأخرى المتدخلّة في تركيب البروتينات:

- * معطيات تجريبية: تبين تجارب استعمال الأحماض الأمينية الموسومة بالكربون المشع 14C أن اندماجها على مستوى البروتينات يتم على مستوى تركيبات خاصة تسمى البوليوزومات و هي ملتصقة بالشبكة السيتوبلازمية الداخلية، إذا عالجتا البوليوزوم بأنزيم ARNase يتم تفكيكه إلى ريبوزومات.
- * إذن يحتاج تركيب البروتينات إلى ريبوزومات.
- * الريبوزومات عضيات سيتوبلازمية صغيرة يتشكل كل واحد منها من وحدة صغيرة و وحدة كبيرة، وتتكون كل وحدة من ARN ريبوزومي (ARNr) و من بروتينات سيتوبلازمية.
- * يحتاج تركيب البروتينات أيضا ARN ناقل (ARNt) الموجود بالسيتوبلازم، ويختص بنقل الأحماض الأمينية الحرة حسب طبيعة مضاد الوحدة الرمزية الموجود أسفل ARNt.

ج – مراحل تركيب البروتينات:

- تشمل عملية تركيب البروتينات ثلاث مراحل:
- * المرحلة الأولى: البداية
- تثبيت الوحدة الريبوزومية الصغرى على ARNm الذي تكون وحدته الرمزية الأولى AUG.
- وصول ARNt حاملا معه حمض أميني Met.
- تثبيت الوحدة الريبوزومية الكبرى و بداية عمل الريبوزوم.
- * المرحلة الثانية: الاستطالة
- وصول ARNt آخر حاملا معه حمض أميني مطابق للوحدة الرمزية الموالية.
- تشكل رابطة بيبتيديّة بين Met و الحمض الأميني الموالي و انشطار الرابطة بين Met و ARNt الذي يغادر الريبوزوم (وجود طاقة ATP).
- يتحرك الريبوزوم بوحدة رمزية واحدة و هكذا تتضاعف الأحماض الأمينية في السلسلة البيبتيديّة.
- * المرحلة الثالثة: النهاية
- عندما يصل الريبوزوم إلى الوحدة الرمزية UAA أو UAG أو UGA وهي بدون معنى أي أنها لا تشير إلى أي حمض أميني يتوقف تركيب البروتين و هي تسمى بذلك وحدات قف.
- تفترق وحدتي الريبوزوم عن بعضهما البعض و عن ARNm و يتم تحرير السلسلة البيبتيديّة.
- ينفصل الحمض الأميني Met عن باقي السلسلة البيبتيديّة.
- ملحوظة: تتم ترجمة جزيئة ARNm عدة مرات من طرف مجموعة من الريبوزومات لكن بتأخير زمني وهذا ما يفسر تركيب عدة جزيئات من نفس البروتين

