الفصل الأول:

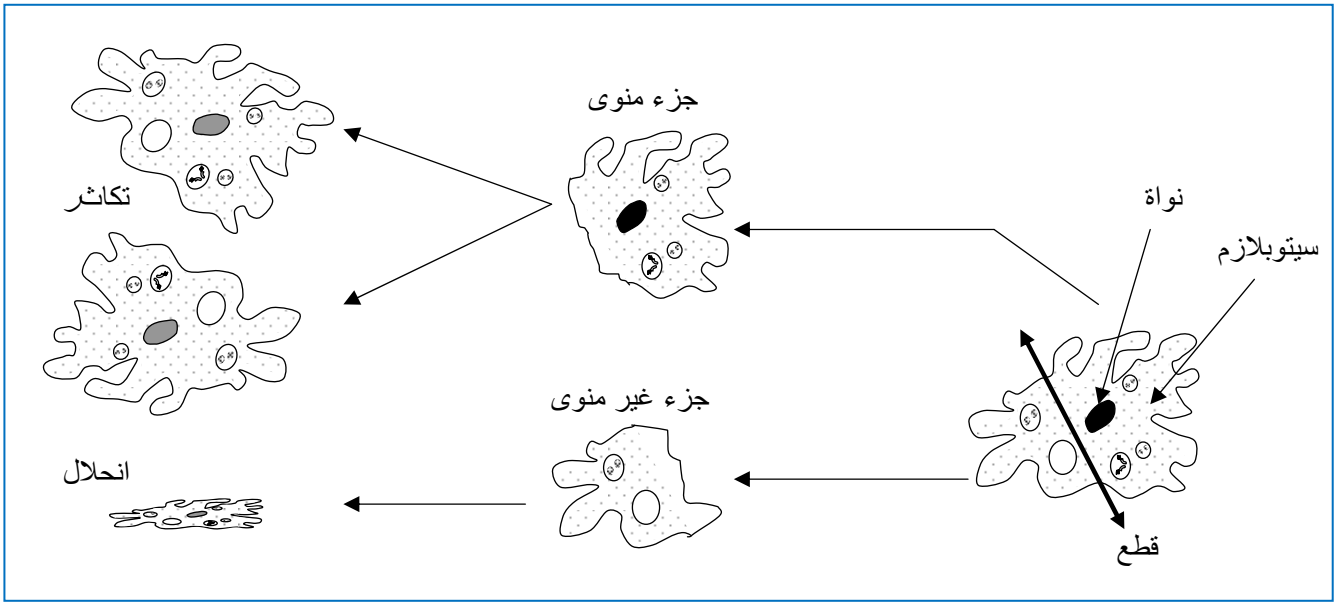
مفهوم الخبر الوراثي

I – أين يتواجد الخبر الوراثي ؟

① الكشف عن تموضع الخبر الوراثي داخل الخلية

a – تجربة القطع عند الأميبة Amibe : أنظر الرسم.

☒ يبين الرسم التالي نتائج تجربة القطع عند الأميبة.
ماذا تستخلص من تحليل نتائج هذه التجربة؟



☑ نلاحظ أن الجزء الذي يحتوي على النواة يستمر في الحياة، ويتكاثر. نستنتج أن النواة ضرورية لحياة الخلية وتكاثرها.

b – تجارب القطع والتطعيم عند الأسيتابولاريا Acetabularia: **أنظر نشاط 1، تجربة1 لوحة 1.**

اللوحـــــة 1

نشاط 1 دور النواة في حياة الخلية

تعد الأسيتابولاريا Acétabularia من بين الطحالب الخضراء Les algues vertes البحرية الوحيدة الخلية.ويمثل شكلا الوثيقة1 نوعين من هذا الطحلب.

من أجل معرفة كيفية عمل المواد المسؤولة عن تحديد الشكل الخارجي (خاصة القبعة)، أنجزت مجموعة من التجارب

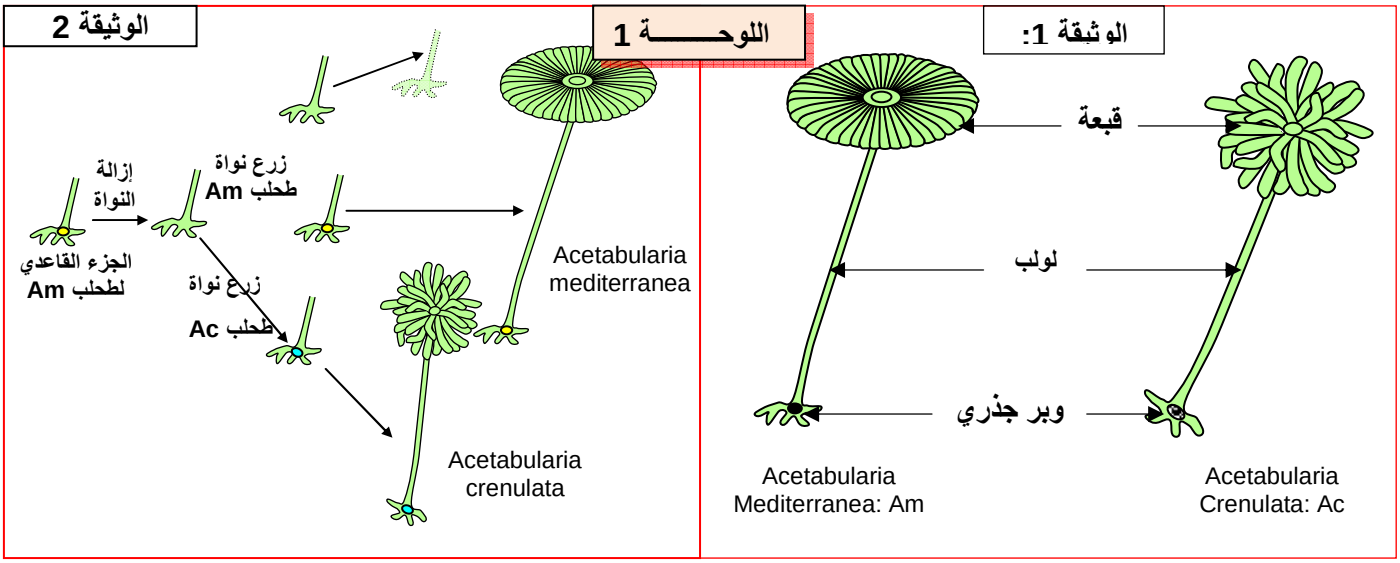
- التجربة 1 قام Hamerling ومساعدوه بتجربة القطع و التطعيم على النوعين المذكورين أعلاه من طحلب الأسيتابولاريا ، وتبين الوثيقة 2 ظروف ونتائج هذه التجربة.

1- حدد الهدف من هذه التجربة

2- ضع فرضية تفسر بواسطتها تشكل القبعة

- التجربة 2 قصد تحديد تموضع الخبر الوراثي داخل الخلية، تم إنجاز التجارب المبينة على الوثيقة 3. انطلاقا من معطيات هذه التجربة، استنتج مكان تموضع الخبر الوراثي عند الكائنات المتعددة الخلايا.

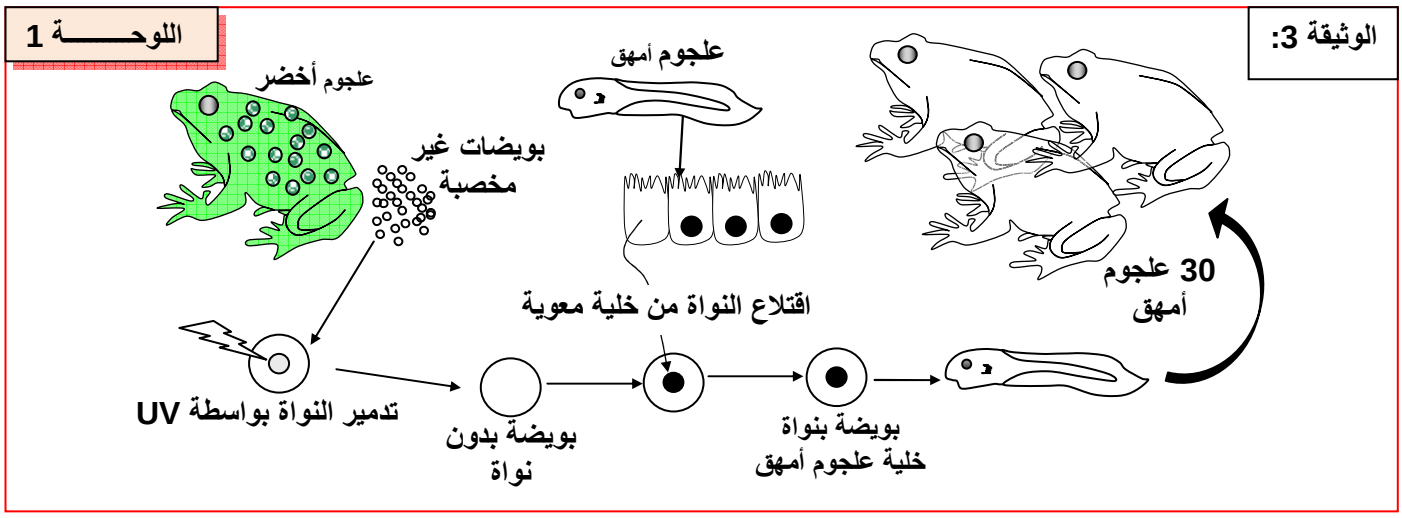
Moutamadris.ma



1) الهدف من هذه التجربة هو تحديد دور النواة في حياة الخلية.

2) نلاحظ أن الوبر الجذري الذي يحتوي على النواة، وحده يستمر في العيش ويجدد خلية كاملة، بنفس صفات الخلية الأصل للنواة، أي أن شكل القبعة مرتبط بنوع النواة. انطلاقا من هذا يمكن افتراض أن النواة هي المسؤولة عن تشكل القبعة، إذن هي الحاملة للخبر الوراثي.

c – تجربة الاستنساخ عند العلجوم Xénopes (Crapaud) : أنظر نشاط 1، تجربة2 لوحة 1.



3) نلاحظ أن العلجوم الناتج عن الاستنساخ، له صفات العلجوم الذي أخذت منه النواة. ادن الصفات الوراثية محمولة على النواة. يعني أن الخبر الوراثي يتواجد بالنواة عند الكائنات المتعددة الخلايا.

② خلاصة:

يتبين من التجارب السابقة أن النواة ضرورية لحياة الخلية ولتوالدها، وأن هذه النواة هي التي تتحكم في التكوين الشكلي للخلية. إذن المادة الناقلة للصفات الوراثية توجد في النواة. أي أن الخبر الوراثي يتواجد على مستوى النواة.

II – انتقال الخبر الوراثي عبر الانقسام الخلوي.

① الانقسام غير المباشر عند خلية نباتية.

ينمو الجسم وتتجدد خلاياه، عن طريق التكاثر الخلوي، الذي يتم عبر الانقسام الخلوي.

Moutamadris.ma

أثناء الانقسام الخلوي، تنقسم الخلايا الأم، لتعطي خلايا بنت مشابهة لها، ويسمى هذا الانقسام بالانقسام غير المباشر (Mitose).

أ – ملاحظة خلايا نباتية في طور الانقسام غير المباشر. أنظر نشاط 2، لوحة1.

② نشاط 2 انتقال الخبر الوراثي عبر الانقسام الخلوي

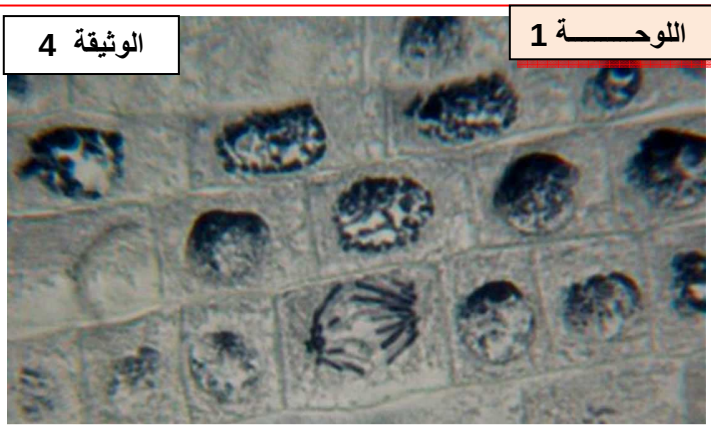
يتم نمو المتعضيات وتجديد خلاياها بالتكاثر الخلوي ويحافظ هذا الشكل من التوالد على الهوية البيولوجية للخلية.فكيف تتدخل هذه الآلية في انتقال الخبر الوراثي ؟

تعطي الوثيقة 4 صورة الكترونوغرافية لملاحظة مجهرية لحافة جذر البصل.

1 - انطلاقا من تحليل هذه الوثيقة بين كيف يتم التكاثر الخلوي؟

اللوحـــــــة 1

الوثيقة 4



تبين هذه الملاحظة أن الجدر يتكون من خلايا صغيرة ذات نوى مختلفة المظهر:بعضها كبير الحجم، وكروي الشكل، محاطة بغشاء نووي، وتضم شبكة كثيفة من الخيبطات النووية تسمى الصبغين كما تحتوي على نويات، تعتبر هذه الخلايا في طور السكون، بعض الخلايا تلاشت بها النواة و عوضت ببنيات على شكل خيبطات تسمى الصبغيات Chromosomes، وتعتبر في حالة انقسام غير مباشر.

ب – مراحل الانقسام غير المباشر. أنظر نشاط 2، اللوحة 2.

اللوحـــــــة 2

تعطي الوثيقة 5 صورا الكترونوغرافية لبعض الخلايا في طور الانقسام.

2 - أعط عنوانا لكل صورة (1،2...،9) بعد ترتيبها والتعليق عليها

تعطي الوثيقة 6 رسوما تخطيطية لملاحظات مجهرية لبعض الخلايا في طور الانقسام.

3 - أعط الأسماء المناسبة لعناصر كل رسم ثم حدد اسم كل طور من أطوار الانقسام.

تبين الوثيقة 7 مظاهر الصبغيات خلال دورة خلوية.

4 - احسب عدد الصبغيات في كل طور، ماذا تستنتج ؟

5 - ماذا تستنتج من هذه المعطيات ؟

a – الطور التمهيدي La prophase

تتميز هذه المرحلة في بدايتها بتكاثف الصبغين و انتظامه على شكل خيبطات تسمى الصبغيات، كل صبغي مكون من وحدتين، نسمي كل واحد منهما صبيغي Chromatide، مرتبطين على مستوى الجزيء المركزي Centromère، في نهاية هذه المرحلة يتلاشى الغشاء النووي و النويات، وتظهر منطقة فاتحة في قطبي الخلية، هي عبارة عن كمات قطبية Calottes polaires، يظهر بينهما مغزل لالوني Fuseau achromatique.

b – الطور الاستوائي La métaphase

خلال هذه المرحلة تصبح الصبغيات أكثر وضوحا، و تتموضع على المستوى الاستوائي للخلية مكونة الصفيحة الاستوائية La plaque équatoriale، و يكتمل تشكل مغزل الانقسام.

c – الطور الانفصالي L'anaphase

تتميز هذه المرحلة بانشطار الجزيء المركزي، ليعطي جزيئين مركزيين، يتصل كل منهما بصبيغي، ليتضاعف

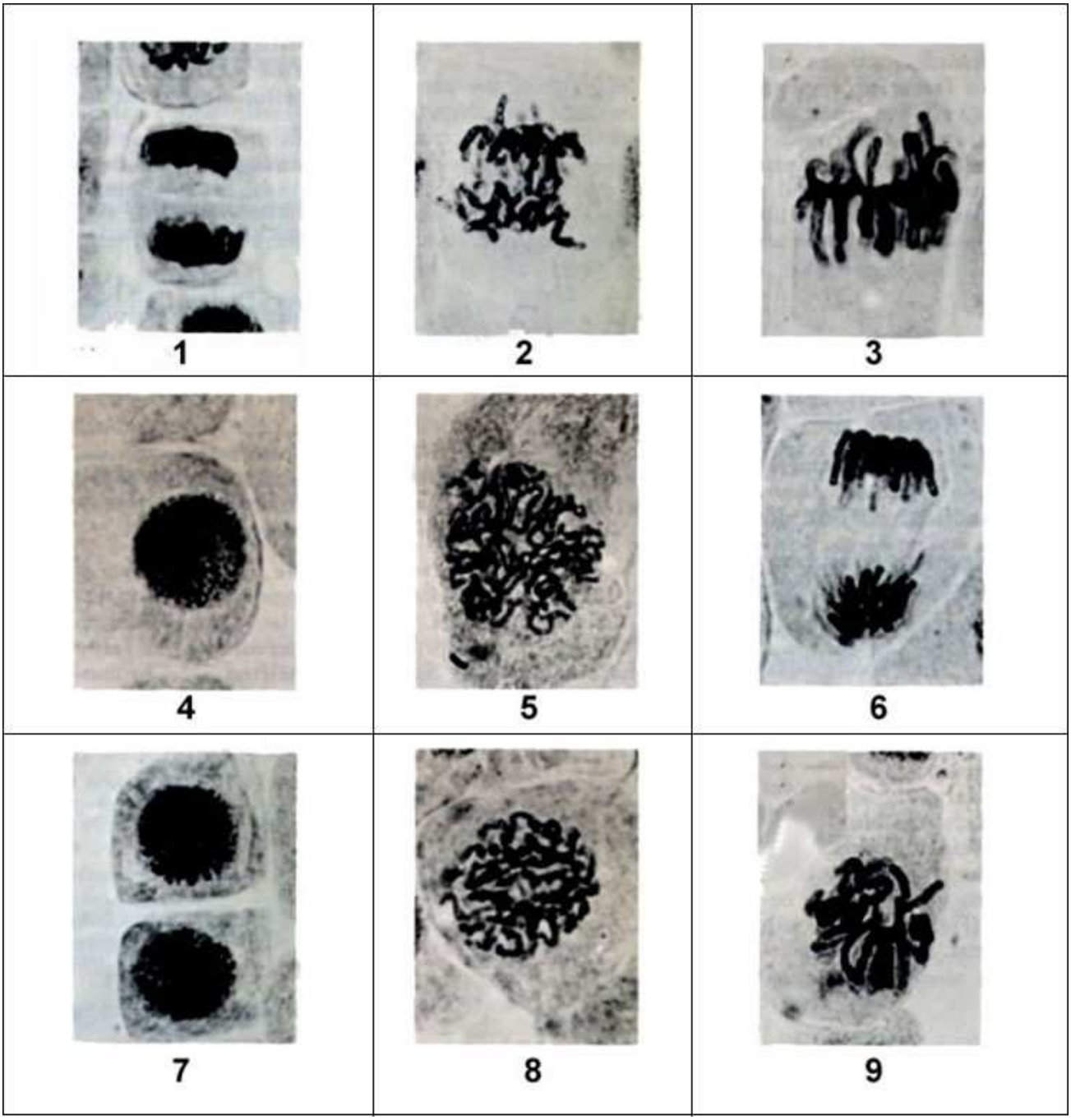
Moutamadris.ma

عدد الصبغيات. تتكون مجموعتين متساويتين من حيث عدد الصبغيات وانفصال فتتم هجرة كل مجموعة نحو أحد
قطبي الخلية نتيجة تقصير الألياف الصبغية إنها الهجرة القطبية.

d – الطور النهائي La télophase

تتجمع الصبغيات و تتشابك و تفقد شكلها الانفرادي الواضح، و تتحول إلى كتلة من الصبغين، و يتكون الغشاء النووي و النويات، و يختفي مغزل الانقسام، و يتكون جدار أولي للغشاء السيليلوزي يفصل بين خليتين بنتين تتوفران على نفس عدد الصبغيات.

الوثيقة 5 — **اللوحـــــــة 2**

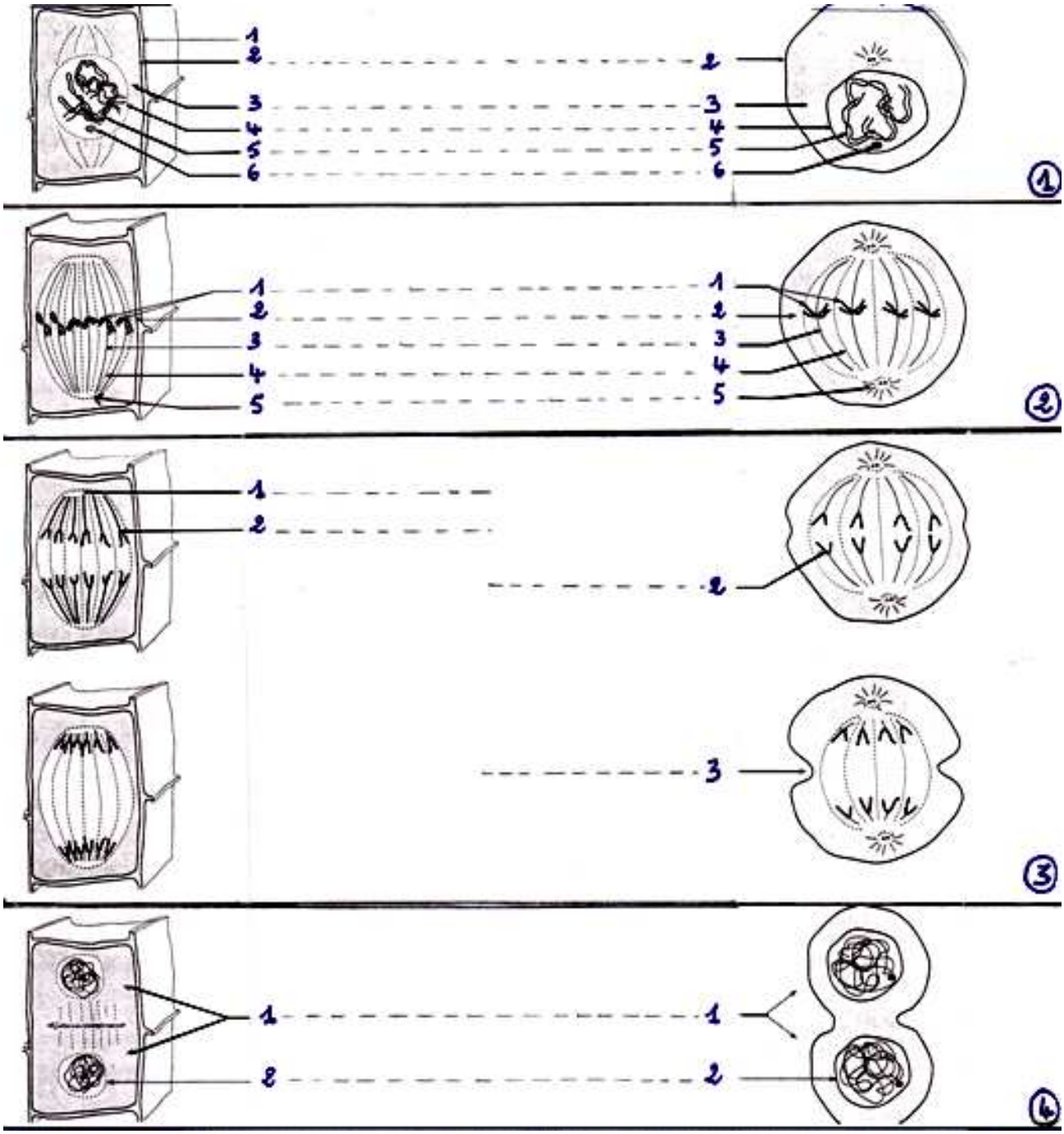


الترتيب الزمني للصور : ..... ← ..... ← ..... ← ..... ← ..... ← ..... ← ..... ← ..... ← ..... ← .....

تعليق على الصور : .....

.....

Moutamadris.ma



② الانقسام غير المباشر عند خلية حيوانية.

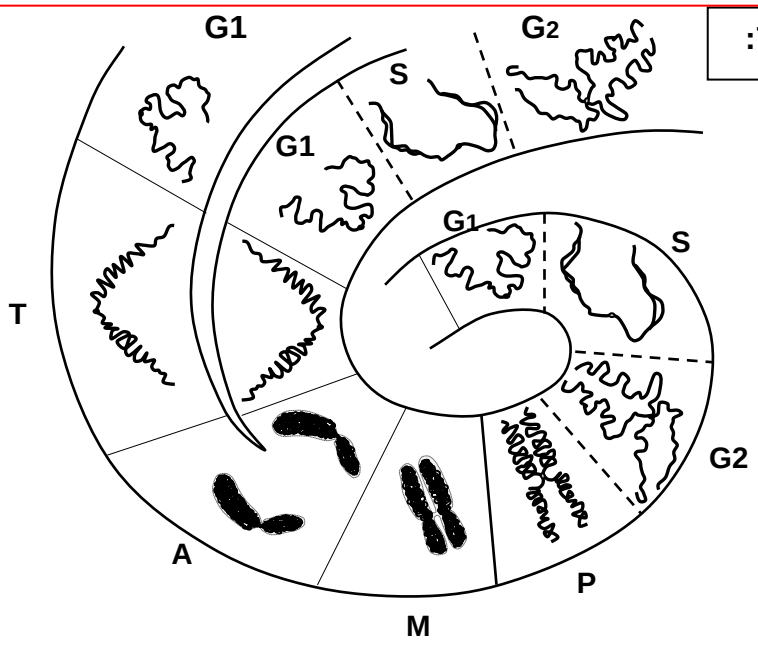
من خلال ملاحظة مراحل الانقسام غير المباشر عند خلية، حيوانية يتبين أنه يشبه انقسام الخلية النباتية في خطوطه العريضة، مع وجود اختلافين رئيسيين:

- تتوفر الخلية الحيوانية على عضي خاص يسمى الجسيم المركزي Le centrosome، مكون من مريكزين 2Centrioles، يشكل كل واحد منهما نجيمة قطبية Aster، يتكون بينهما المغزل اللالوني أثناء الانقسام الخلوي.
- خلال الطور النهائي، يتم انفصال الخليتين البنتين، بواسطة حلقة قلوصة تظهر على مستوى استواء الخلية، تنقبض فتفصل الخلية إلى جزأين متساويين، وتسمى هذه الظاهرة بالاختناق الاستوائي L'étranglement équatorial.

Moutamadris.ma

③ مفهوم الدورة الخلوية. أنظر الوثيقة 7، لوحة3.

الوثيقة 7:



اللوحـــــــة 3

..... = G1
..... = S
..... = G2
..... = P
..... = M
..... = A
..... = T

يكون كل انقسام غير مباشر مسبوقا بمرحلة سكون، تتميز بمضاعفة الصبغيات، ليصبح كل صبغي ناتج عن انقسام غير مباشر، مكونا من صبيغيين متماثلين. ويمثل مجموع مرحلة الانقسام غير المباشر، ومرحلة السكون التي تسبقه، دورة خلوية.
ادن تنتقل الدخيرة الوراثية من جيل إلى أخر دون تغيير، فنتكلم النقل المطابق للخبر الوراثي.

III – الطبيعة الكيميائية للمادة الوراثية.

① الكشف عن الطبيعة الكيميائية للمادة الوراثية.

أ – تجربة Griffith (1928) أنظر نشاط 3، لوحة 4.

اللوحـــــــة 4

③ نشاط 3 التركيب الكيميائي للخبر الوراثي
قصد تحديد طبيعة الخبر الوراثي أنجزت التجارب التالية:

❶ أبحاث Griffith (1928)

في سنة 1928 قام العالم الإنجليزي Griffith بملاحظة المكورات الثنائية الرئوية Les pneumocoques ، وهي بكتريا تسبب التهاب الرئة ، وتوجد على شكلين مختلفين:

- **شكل يحتوي على محفظة (عليبة) ويكون لمات ملساء، نرمز لها بالحرف S (Smooth) . تتميز بكونها حادة (ممرضة).**
- **شكل بدون محفظة ويكون لمات حرشة (خشنة)، نرمز لها بالحرف R (rough) . وهو شكل غير حاد.**

في محاولة منه لتحويل البكتريا S إلى بكتريا R غير معدية، قام هذا العالم بالتجارب الملخصة على الجدول التالي:
ماذا تستنتج من خلال تحليل نتائج أبحاث Griffith ؟

التجارب	الظروف التجريبية	النتائج المحصل عليها	ملاحظة مجهرية للدم
1	حقن فأر A1 بمكورات رئوية S حية	يموت الفأر	وجود مكورات S حية
2	حقن فأر A2 بمكورات رئوية R حية	يبقى الفأر حيا	وجود مكورات R حية
3	حقن فأر A3 بمكورات رئوية S ميتة	يبقى الفأر حيا	عدم وجود مكورات S حية
4	حقن فار A4 بخليط يحتوي على مكورات S ميتة ومكورات R حية	يموت الفأر	وجود مكورات S حية

Moutamadris.ma

ب – تحليل واستنتاج:

موت الفأر A1، ناتج عن حقنه بمكورات S حية، وهي بكتيريا حادة.
لم يمت الفأر A2، وذلك لكونه حقن بمكورات R حية، وهي بكتيريا غير حادة.
لم يمت الفأر A3، لكونه حقن بمكورات S ميتة، وهي بكتيريا غير حادة.
موت الفأر A4، ناتج عن حقنه بمكورات S ميتة، و R حية، فظهرت عنده مكورات S حية.
نستنتج من هذا التحليل، أن المكورات R الحية عند الفأر A4، تحولت إلى مكورات S حية، ولتفسير هذا التحول افترض Griffith أن المكورات S الميتة، حولت المكورات R الحية، إلى مكورات S حية، وذلك عن طريق مادة نقلتها إليها، سماها Griffith : العلة المحولة Principe transformant.

ج – التحقق من فرضية Griffith:

a – تجربة Avery و مساعدوه: أنظر نشاط 3، لوحة 4.

اللوحـــــــة 4

❷أبحاث Mc Carthy , Mc Leod , Avery

لمعرفة العلة المحولة، أي تحديد العامل المسؤول عن تحول البكتيريا R غير الممرضة، إلى بكتيريا S ممرضة، قام هؤلاء الباحثون بإضافة أنزيمات خاصة لتفكيك بعض المكونات الكيميائية للبكتيريا، فكانت النتائج كالتالي:

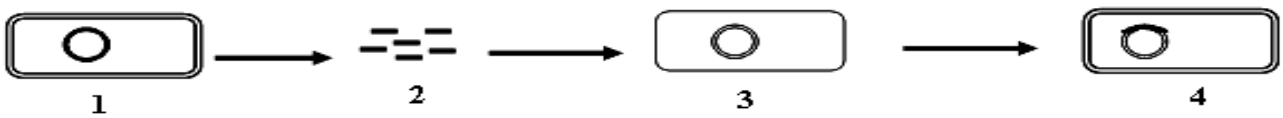
- بكتيريا R حية + بكتيريا S ميتة + أنزيم محلل للبروتينات = تحول البكتيريا R إلى بكتيريا S حية.
- بكتيريا R حية + بكتيريا S ميتة + أنزيم محلل للدهون = تحول البكتيريا R إلى بكتيريا S حية.
- بكتيريا R حية + بكتيريا S ميتة + أنزيم محلل ل ARN = تحول البكتيريا R إلى بكتيريا S حية.
- بكتيريا R حية + بكتيريا S ميتة + أنزيم محلل ل ADN = عدم تحول البكتيريا R إلى بكتيريا S حية.
- حقن ADN بكتيريا S لبكتيريا R حية ثم حقن هذه الأخيرة للفأر = موت الفأر ويبين تحليل دمه وجود بكتيريا S حية .

ماذا تستنتج من خلال تحليل نتائج تجربة Avery ومساعدوه ؟

b – تحليل واستنتاج:

نلاحظ أن التحول البكتيري لا يحدث عند استعمال أنزيمات محلل ل ADN، (الحمض النووي الريبوزي ناقص الأوكسجين Acide désoxyribonucléique).كما أن حقن ADN البكتيريا S، لبكتيريا R، يحول هذه الأخيرة إلى بكتيريا S حية.
نستنتج من هذه المعطيات أن العنصر المسؤول عن تحويل R حية إلى S حية، هو ADN، وبالتالي فالعلة المحولة هي جزيئة ADN.

c – تفسير آلية التحول البكتيري: أنظر الرسم.



بعد موت المكورات S الحادة (1) يتجزأ ADN إلى أجزاء صغيرة (2) فيدمج جزء من ADN المكورات S ،في ADN المكورات R الحية (3)، التي تصبح لها القدرة على تركيب المحفظة المسؤولة عن المرض، وبالتالي تصبح مكورات S حية. يعني هذا نقل صفة وراثية جديدة من S إلى R .

د – دورة حياة العاتية Bactériophage : أنظر الوثيقة1،2، لوحة 4.

اللوحـــــــة 4

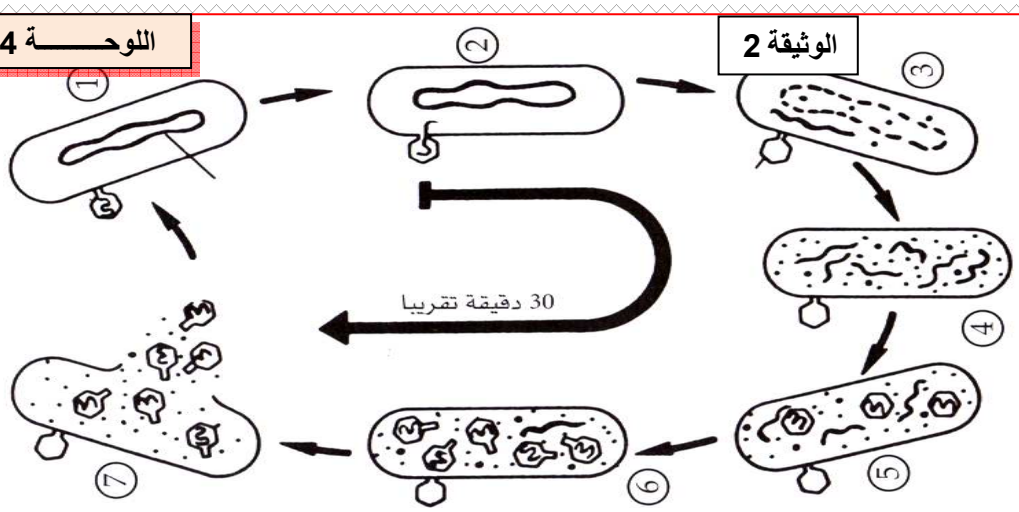
❸ تكاثر الحمات (الفيروسات) Les virus

تعتبر الفيروسات نظاما حيا، لها شكل هندسي مكون من بروتينات يتوسطها حمض نووي ADN وأحيانا ARN كحالة الزكام و السيدا. ليس لها استقلاب خاص بها بل تتكاثر على حساب خلايا أخرى.مثلا العاتية Bactériophage (أنظر الوثيقة1) تتكاثر على حساب البكتيريا. ويتم ذلك على مراحل (أنظر الوثيقة 2): ماذا يمكنك استنتاجه من هذه الوثائق لتفسير تكاثر العاتيات ؟

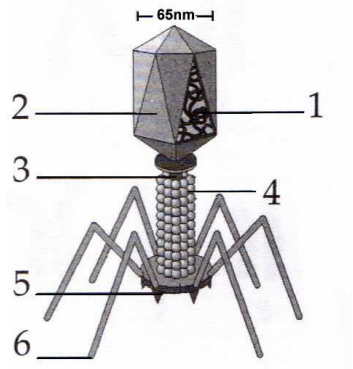
Moutamadris.ma

اللوحـــــة 4

الوثيقة 2



الوثيقة 1



تتكاثر العاتية على حساب البكتيريا، ويتم ذلك على مراحل هي:

- ✓ تثبيت العاتية على البكتيريا، وتسرب جزيئة ADN العاتية إلى سيتوبلازم البكتيريا.
- ✓ تضاعف ADN العاتية وتلاشي ADN البكتيريا.
- ✓ تجميع مكونات العاتية داخل البكتيريا، وتركيب عاتيات جديدة.
- ✓ انفجار البكتيريا وتحرير عاتيات جدد مشابهة للعاتية الأصلية.

يتبين من دورة حياة العاتية أن هذه الأخيرة تحقن فقط خبرها الوراثي، المتمثل في جزيئة ADN، ليتم تركيب عاتيات جديدة مشابهة للعاتية الأصلية. وبذلك يتأكد أن ADN يمثل الخبر الوراثي.

ه – خلاصة:

انطلاقا مما سبق يمكن استخلاص ما يلي:

المادة الوراثية الحاملة للخبر الوراثي هي عبارة عن جزيئة ADN، تتموضع في النواة و تنتقل عبر الصبغيات خلال الانقسام الخلوي.

② الكشف عن مادة ADN.

لأجل ذلك تستعمل طريقة Feulgen، إذ تعتمد هذه التقنية على استعمال كاشف schiff الذي يكون عديم اللون ويتلون بالأحمر عند وجود ADN.

تبرز نتائج تقنية Feulgen أن جزيئة ADN، مكون أساسي للصبغيات.

ملحوظة: نجد أيضا جزء من ADN على مستوى الميتوكوندري و البلاستيدة الخضراء لكنه يتحكم فقط في بعض خصائص هذه العضيات.

IV – التركيب الكيميائي لجزيئة ADN.

① المكونات الكيميائية لجزيئة ADN. أنظر نشاط 4، وثيقة1، لوحة 5.

اللوحـــــة 5

④ نشاط 4 الخصائص الكيميائية ل ADN و علاقته بالصبغين و الصبغيات

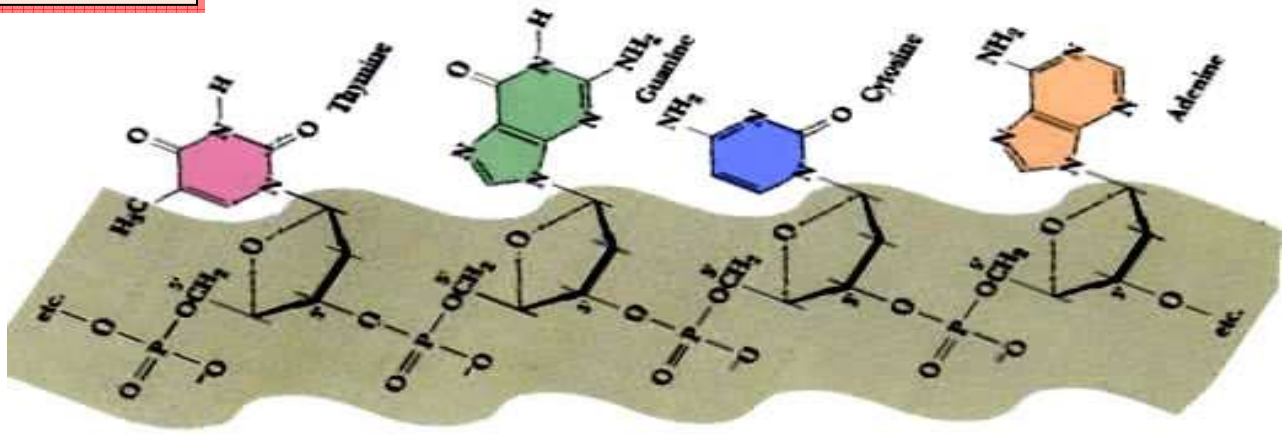
♥ الوثيقة 1 : تعتبر جريئة ADN جزيئة كبيرة تتكون من ثلاثة أجزاء تتكرر في الفضاء :

- سكر الريبوز ناقص الأكسجين Désoxyribose
- حمض فسفوري Acide phosphorique
- قاعدة ازوتية Base azotée وهي إما: الأدنين(A) Adénine ، الغوانين(G) Guanine ، التيمين Thymine (T) ، السيتوزين Cytosine (C) .

تكون هذه الأجزاء الثلاثة، الوحدة الأساسية ل ADN ونسميها نيكليوتيد Nucléotide وبذلك نقول أن جزيئة ADN هي عبارة عن عديد النيكليوتيدات Polynucléotide .(أنظر الوثيقة 1)

Moutamadris.ma

الوثيقة 1 :



بينت حلمأة جزيئات ADN، ذات مصادر مختلفة أنها تتكون من ثلاثة عناصر هي:

- حمض فوسفوري H_3PO_4 .
- سكر خماسي هو الريبوز ناقص أوكسجين، $C_5H_{10}O_4$.
- قواعد ازوتية G، C، T، A.

و يمثل النيكليوتيد الوحدة الأساسية لـ ADN و يتكون من: سكر ريبوزي ناقص أكسجين + حمض فسفوري + قاعدة أزوتية A أوT أو C أوG، و بذلك يسمى ADN بعديد النيكليوتيدات.

② بنية جزيئة ADN.

a – نتائج Chargaff:

قام Chargaff بتحديد نسب القواعد الأزوتية الأربع، A, T, C, G، في جزيئات ADN ذات مصادر مختلفة، فحصل على النتائج المبينة على الوثيقة 2، لوحة5.

♥ الوثيقة 2 : تعطي الوثيقة التالية نسبة القواعد الازوتية في ADN عند بعض الأنواع من الكائنات : اللوحـــــــة 5

الأجسام	التركيب من القواعد الازوتية ب mol %				نسبة القواعد الازوتية		
	A	G	C	T	A /T	G/C	A+G/C+T
الإنسان	30.9	19.9	19.8	29.4	1.05	1.01	1.03
الخروف	29.3	21.4	21.0	28.3	1.04	1.02	1.03
الدجاج	28.8	20.5	21.5	29.3	0.98	0.95	0.97

عن ماذا تكشف نتائج هذه الدراسة؟

b – تحليل واستنتاج:

نلاحظ بالنسبة لجميع المتعضيات أن العلاقة A/T = G/C = 1، كما أن A+G/T+C = 1، وذلك لأن مقدار A يساوي مقدار T، ومقدار C يساوي مقدار G. نستنتج من هذا أن A ترتبط ب T، وC ترتبط ب G.

أنظر الوثيقة 3، لوحة 5.

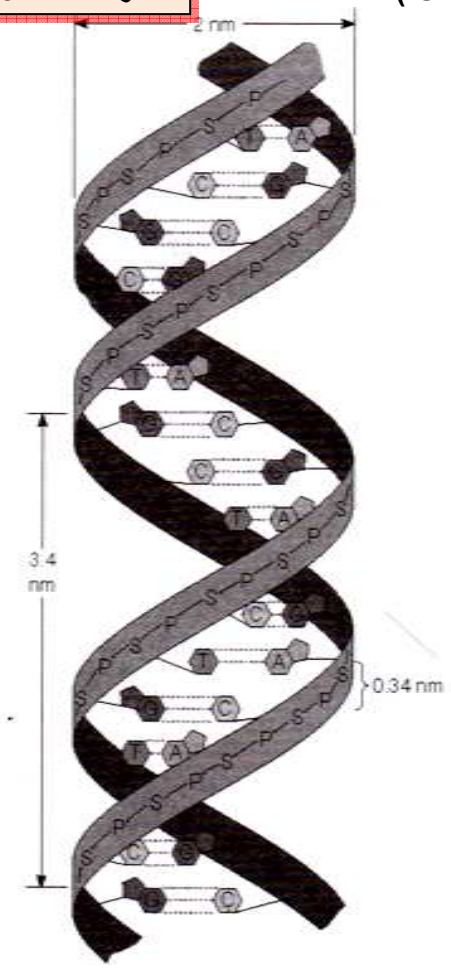
في سنة 1953 اقترح العالمان Watson و Crick، نموذجا لجزيئة ADN، على أنها عبارة عن لولب مضاعف Double hélice. يتكون كل لولب من متتالية من النيكليوتيدات، والتي ترتبط فيما بينها عن طريق الحمض الفسفوري بواسطة الكربون '5 لسكر الريبوز ناقص أكسجين للنيكليوتيد الأول و الكربون '3 لسكر الريبوز ناقص أكسجين للنيكليوتيد الموالي، وهكذا إلى نهاية اللولب و بالتالي تكون هناك نهايتين حرتين: '3 و '5 ، ومن تم نصطلح على التوجيه '3 --------➤ '5 .

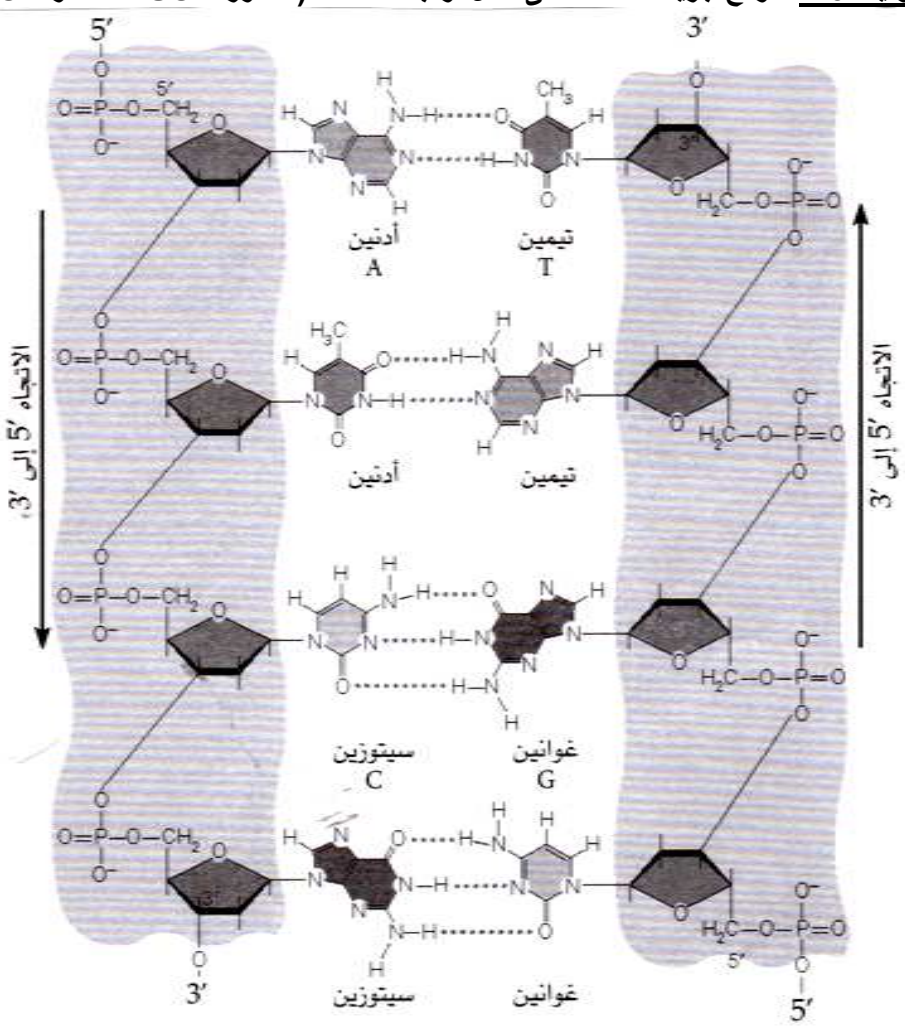
Moutamadris.ma

و بما أن جزيئة ADN لولب مضاعف ، فلكي يكتمل اللولبين يجب أن يكونا متضادا القطبية 5' --> 3' و 3' --> 5' . نقول إن لولبي ADN مضادا التوازي
ويرتبط اللولبان بعضهما ببعض، بروابط هيدروجينية على مستوى القواعد الازوتية.

اللوحـــــة 5

الوثيقة 3 : نموذج جزيئة ADN على شكل لولب مضاعف (تصور WATSON و CRICK)





V – العلاقة بين الصبغين، الصبغيات، و ADN.

① بنية الصبغين.

اللوحـــــة 6

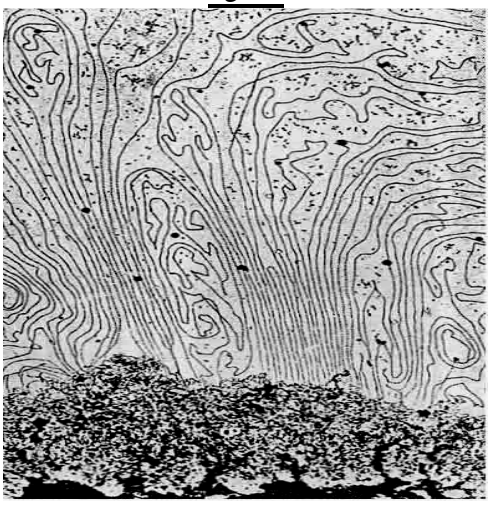
♥ الوثيقة 1: الشكل أ بنية الصبغين ،الشكل ب بنية الصبغى:

الشكل أ

☒ يعطي الشكل أ من الوثيقة 1، لوحة 6، ملاحظة بالمجهر الالكتروني لصبغي استوائي، تمت معالجته بواسطة أنزيمات نوعية تحلل البروتينات.

انطلاقا من هذه الملاحظة استخرج بنية الصبغي.

☑ تبين الملاحظة المجهرية لصبغين خلية أنه يتكون من خييطات متشابكة، يبلغ قطر الواحد منها 30nm، وتسمى هذه الخييطات خييطات نووية Les nucléofilaments . بينت الدراسات أن الخييط النووي يتكون من جزيئة ADN ملولبة حول حبات من البروتينات، مكونة نكليوزومات Nucléosomes، كما نسمي هذه البروتينات : هيستونات Les histones.

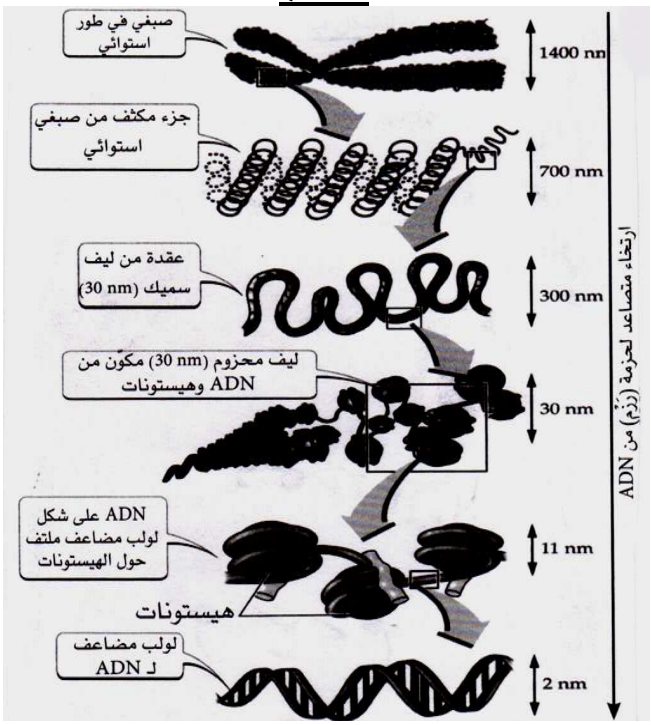


Moutamadris.ma

② **بنية الصبغيات.** أنظر الشكل ب من الوثيقة 1 ،لوحة 6.

اللوحـــــة 6

الشكل ب



إن للصبغين والصبغيات نفس التركيب الكيميائي، إذ يعتبر ADN مكون مشترك بين الصبغين والصبغيات:

- يلتف كل خييط ADN حول هيستونات، فيشكل خييط نووي.
- تتلولب الخييطات النووية تلولبا طفيفا، فتشكل الصبغين.
- عند دخول الخلية في انقسام غير مباشر، يزداد تلولب الخييط النووي حول نفسه، فتظهر الصبغيات. ويصبح هذا التلولب شديدا وقصويا، في المرحلة الاستوائية، مما يجعل الصبغيات جد واضحة.
- في نهاية الانقسام تتم إزالة تلولب الخييطات النووية للصبغيات، لتعود إلى حالة الصبغين.

③ العلاقة بين الصبغين، الصبغيات، و ADN.

يلاحظ خلال الانقسام الخلوي، أنه عندما تظهر الصبغيات، يختفي الصبغين، والعكس صحيح. كما أن للصبغين والصبغيات نفس التركيب الكيميائي (ADN + هيستونات)، فهما إذن يمثلان عنصرا واحدا، يتغير شكله حسب درجة تلولب الخييط النووي، وذلك حسب مراحل الدورة الخلوية.

VI – آلية مضاعفة جزيئة ADN.

① الكشف عن مضاعفة جزيئة ADN. أنظر نشاط 5،وثيقة1، لوحة6.

اللوحـــــة 6

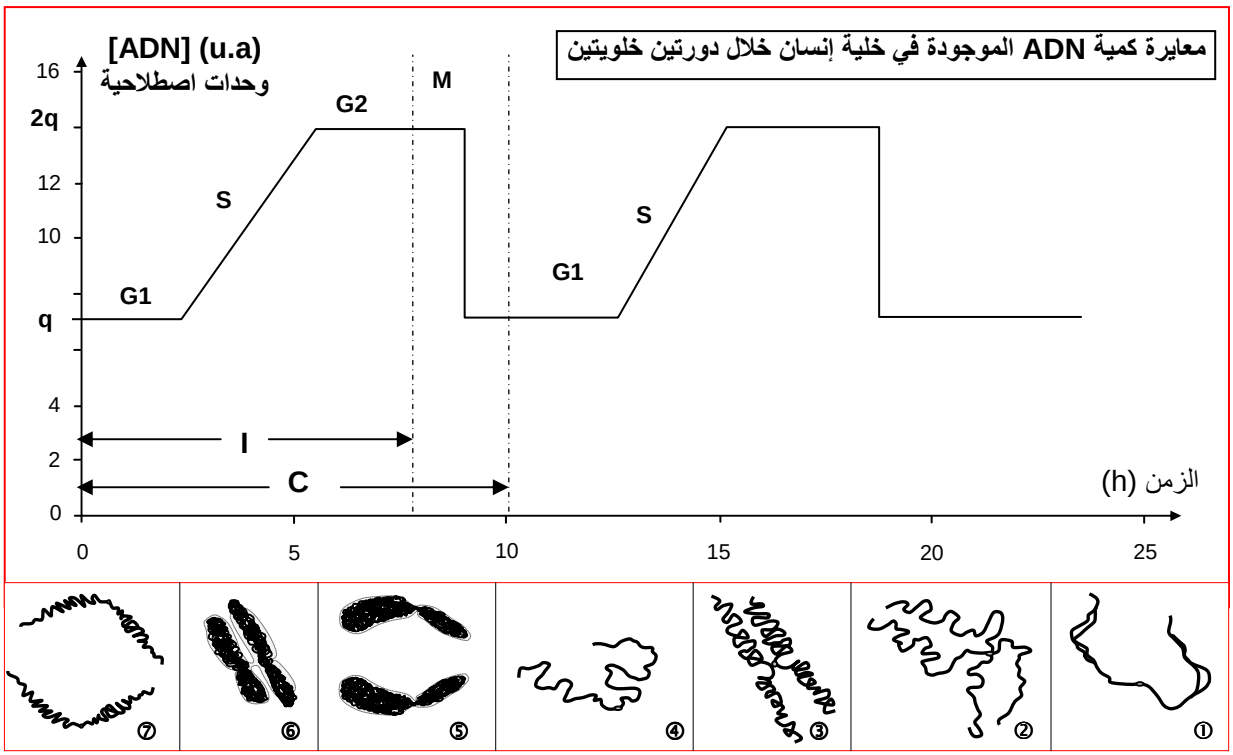
⑤ نشاط 5 مضاعفة ال ADN وعلاقتها بالحفاظ على الخبر الوراثي:

يعتبر ال ADN المكون الأساسي للصبغيات والحامل الكيميائي للخبر الوراثي ، وينتقل من جيل لآخر بواسطة الانقسام الخلوي غير المباشر. قصد فهم الآليات التي تضمن الحفاظ على الخبر الوراثي من دورة خلوية لأخرى، نقوم بدراسة الوثائق التالية:

♥ الوثيقة1 : تمت معايرة كمية ADN الموجودة في خلية إنسان خلال دورتين خلويتين فحصلنا على النتائج المبينة على الوثيقة 1 .

1) سم المراحل المشار إليها بحروف على الوثيقة. ثم حدد المدة الزمنية التقريبية للمراحل: I، وC ، و M.
2) كيف تتطور كمية ADN في الخلية خلال الدورة الخلوية؟
3) أنسب كل شكل من أشكال الوثيقة (①، ②، ③، ...، ⑦)، لمرحلة الدورة الخلوية المطابقة له (M,G2,S,G1).
4) بين العلاقة بين كمية ADN في الخلية وشكل الصبغي في مختلف مراحل الدورة الخلوية.

Moutamadris.ma



1) تسمية المراحل: I = مرحلة السكون، تدوم 8 ساعات، وتتكون من ثلاث فترات هي:
G1 = فترة النمو الأولى، S = فترة التركيب / التضاعف. G2 = فترة النمو الثانية.
M = الانقسام غير المباشر، ويدوم ساعتين.
M+I = C = دورة خلوية، وتدوم 10 ساعات.

2) تتغير كمية ADN في نواة الخلية خلال الدورة الخلوية على النحو التالي:

☆ خلال الفترة G1 من مرحلة السكون تبقى كمية ADN مستقرة في القيمة q، لتتضاعف خلال الفترة S وتمر من القيمة q إلى القيمة 2q. فتبقى مستقرة في القيمة 2q خلال الفترة G2.
☆ خلال الانقسام غير المباشر، تنخفض كمية ADN، لتمر من القيمة 2q إلى القيمة q، بحيث أنه خلال المرحلة التمهيدية والاستوائية، كمية ADN مستقرة في القيمة 2q، وفي المرحلة الانفصالية والنهائية، تصبح كمية ADN مستقرة في القيمة q.

3) ننسب للمرحلة G1، الشكل 4. وللمرحلة S، الشكل 1. وللمرحلة G2، الشكل 2. أما الأشكال 3، 5، 6، 7، فتنسب المرحلة M، أي الانقسام غير المباشر، (3 للمرحلة التمهيدية، 5 للمرحلة الانفصالية، 6 للمرحلة الاستوائية، 7 للمرحلة النهائية).

4) تتكون الدورة الخلوية من مرحلتين:
★ مرحلة السكون، خلالها تتضاعف كمية ADN في نواة الخلية، ومع تضاعف ADN تتضاعف
حيث يصبح كل صبغي مكونا من صبيغيين.
★ مرحلة الانقسام غير المباشر، خلالها تنشطر الصبغيات على مستوى الجزيء المركزي، فتتشكل
مجموعتان متماثلتان من الصبغيات، تحتوي كل واحدة على الكمية q من ADN.

يتبين من هذا أن الخلية تضاعف كمية ADN التي تتوفر عليها، لتصل إلى القيمة 2q، أثناء فترة السكون، ثم تعود بعد ذلك كمية ADN إلى القيمة الأصلية q أثناء المرحلة الانفصالية للانقسام غير المباشر.

Moutamadris.ma

② آلية مضاعفة ADN.

أ – تجربة Meselson و Stahl. أنظر الوثيقة 2، لوحة 7.

اللوحـــــــة 7

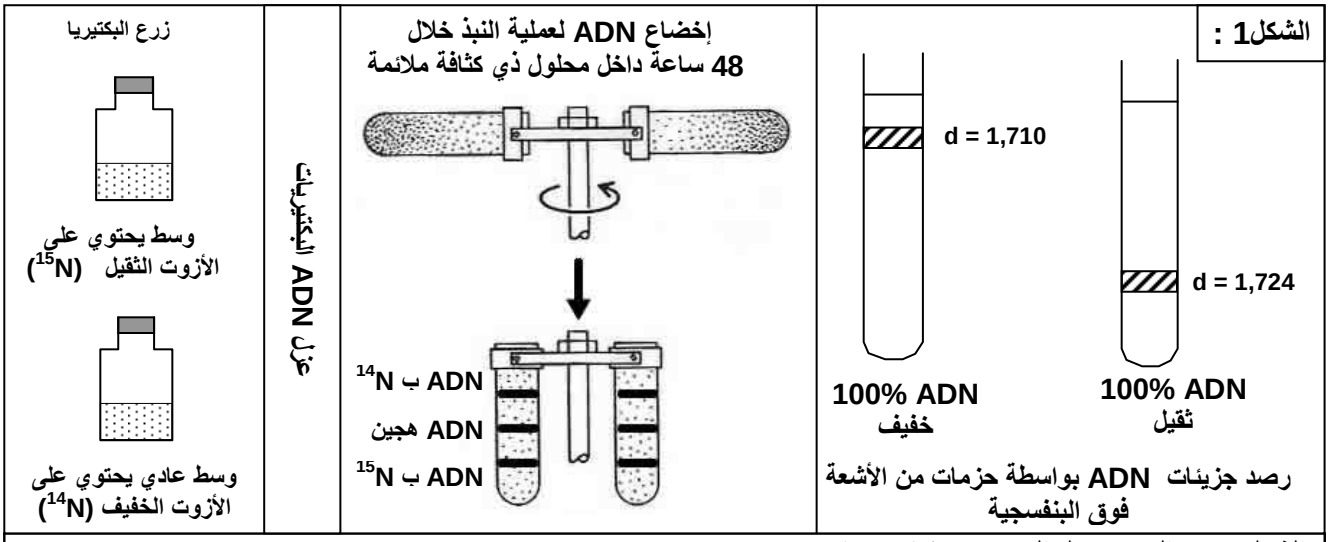
♥ الوثيقة 2 : تجربة Meselson و Stahl

بواسطة تقنية النبذ centrifugation ، تمكن Meselson و Stahl من عزل جزيئات ADN تحتوي على ذرات الأزوت الثقيل ^{15}N عن جزيئات ADN المشابهة والتي تحتوي على ذرات الأزوت الخفيف ^{14}N . كما هو مبين على الوثيقة 2 :

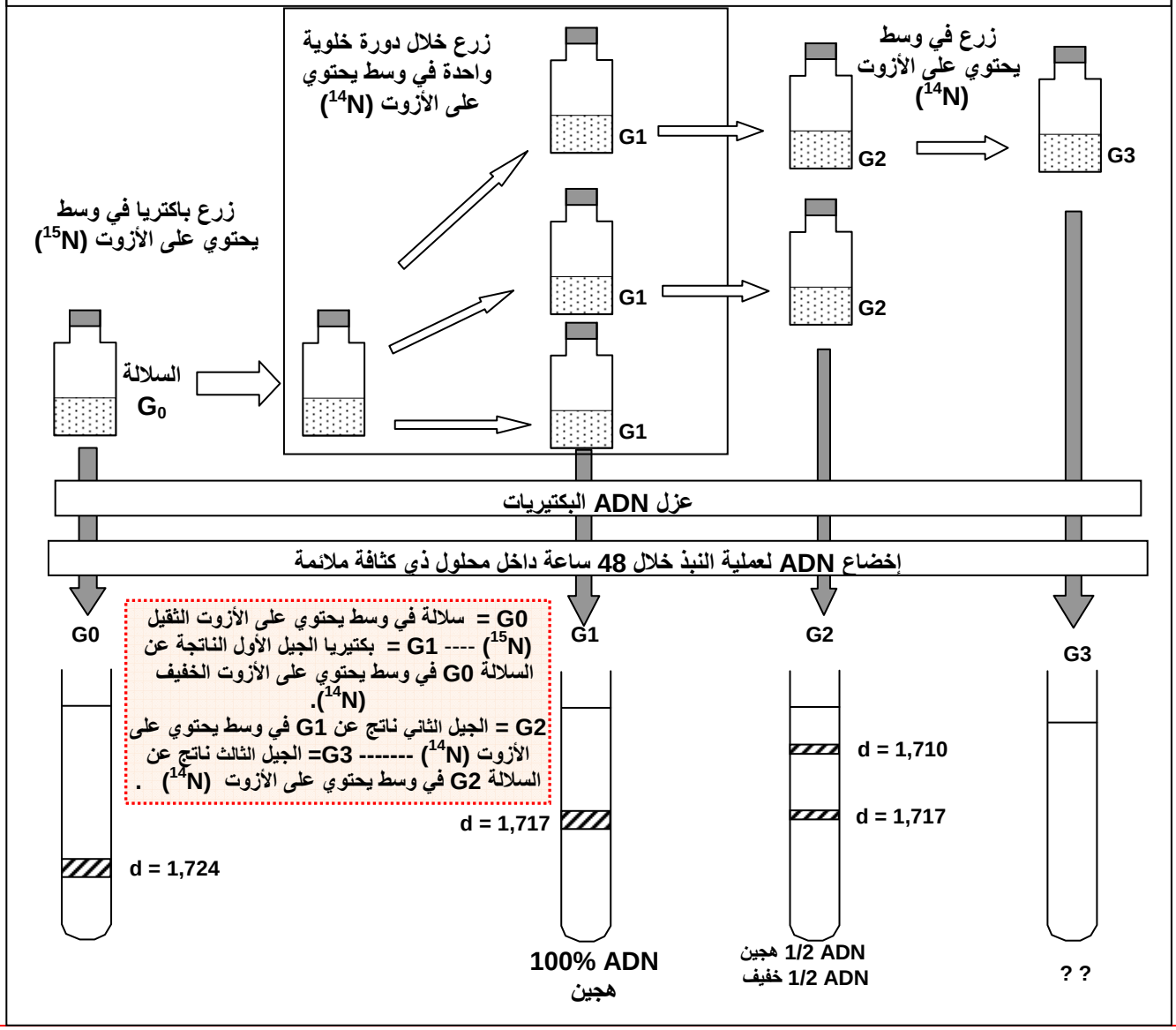
1) ماذا تستنتج من خلال تحليل نتائج تجربة Meselson و Stahl ؟

2) ترجم هذه الاستنتاجات على شكل رسوم تخطيطية محترما الطبيعة الفيزيائية لجزيئة ADN، قصد تفسير نتائج التجربة .

الشكل1 :



الشكل 2 : البروتوكول التجريبي ونتائج تجارب Meselson و stahl



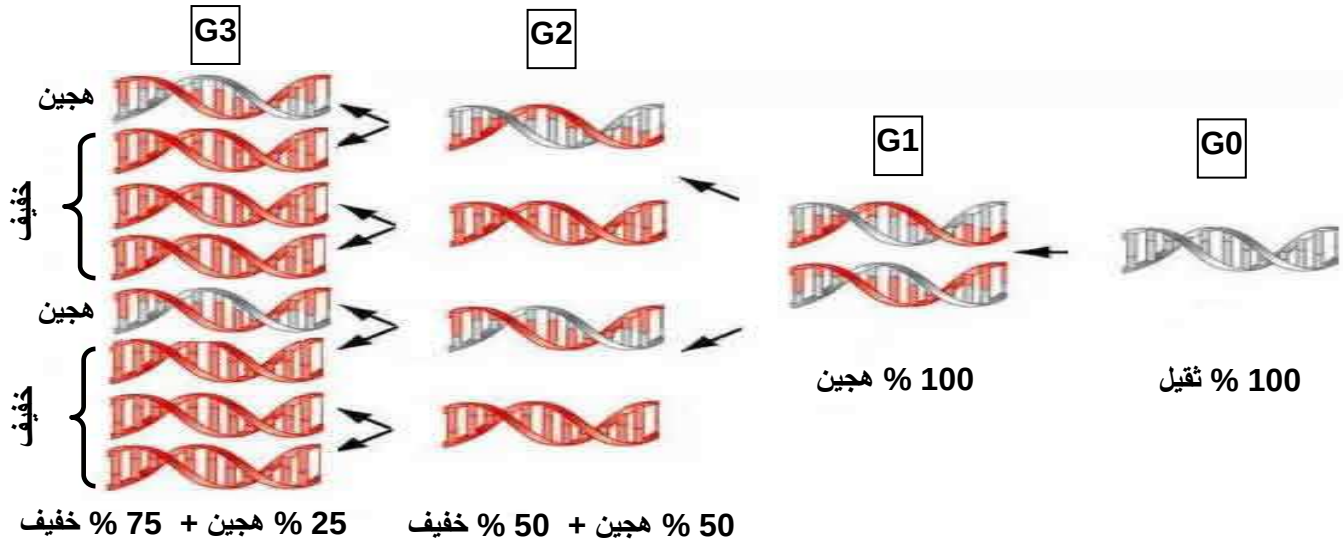
Moutamadris.ma

1) يتبين من المعطيات التجريبية أن :

الجيل G1 : كل الخلايا لها d(ADN) =1.717 (كثافة وسيطة بين ADN الثقيل (1.724) و ADN الخفيف (1.710) واعتبر هذا الـ ADN هجينا.
الجيل G2 : 50% من الخلايا لها ADN هجين و 50 % لها AND خفيف.
الجيل G3 : 25% من الخلايا لها ADN هجين و 75 % لها AND خفيف.

بناءا على هذه النتائج، فان بنية وكثافة ADN الجيل الأول G1 لا يمكن تفسيرها إلا باعتبار كون نصف جزيئة ADN الجيل الأول تتوفر على ^{14}N والنصف الآخر على ^{15}N.
وبنية وكثافة ADN الجيل الثاني G2 لا يمكن تفسيرها إلا باعتبار كون نصف الجزيئات يطابق ADN الجيل الأول، والنصف الآخر من الجزيئات لا يتوفر إلا على ^{14}N فقط.

2) أنظر الرسم :



ب – تجربة Taylor. أنظر الوثيقة 3، لوحة 8.

اللوحـــــة 8

♥ الوثيقة 3 :تجربة Taylor

وضع Taylor جذور نبات Bellevalia في وسط يحتوي على التيمدين معلم بالتريتيوم H^3 ، وهو نظير إشعاعي النشاط للهدروجين.
وبعد مرور 8 ساعات (مدة طور السكون)، أخرج Taylor هذه الجذور ثم غسلها ووضعها غي وسط اقتياتي محايد (غير مشع)، وتتبع اندماج التيمدين بالتصوير الإشعاعي الذاتي وذلك أثناء الانقسامات الخلوية، ومن أجل تسهيل ملاحظة الصبغيات، أضاف taylor للمحلول الاقتياتي مادة الكولشسين التي تمنع افتراق الصبغيات في نهاية الطور الاستوائي. فحصل على النتائج المبينة على الوثيقة3 :

1) بين أهمية توظيف التيميدين والكولشيسين في هذه التجربة.
2) صف نتائج هذه التجربة.
3) فسر بواسطة رسوم نتائج هذه التجربة، مع العلم أن كل صبيغي يتكون من جزيئة ADN واحدة.

Moutamadris.ma

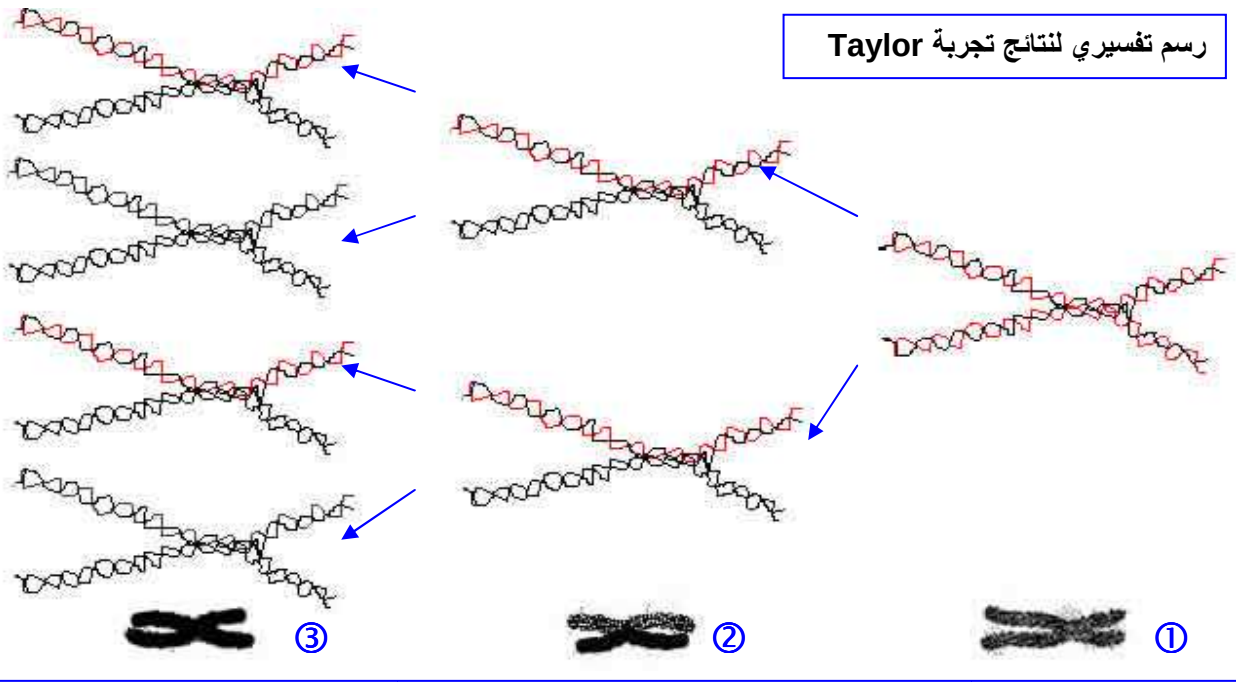
الوثيـــــــــــقة 3		
① مظهر الصبغيات بوجود التريتيوم	② مظهر الصبغيات بعد وضعها في وسط محايد خلال مدة تقابل دورة خلوية	③ مظهر الصبغيات بعد وضعها في وسط محايد خلال مدة زمنية تقابل دورتين خلويتين

1) التيميدين مكون لـ ADN، يحتوي على التيمين كقاعدة ازوتية، وتم استعماله مشعا لرصد إدماجه في جزيئة ADN.
الكولشيسين مادة توقف الانقسام غير المباشر في المرحلة الاستوائية، حيث تكون الصبغيات جد واضحة، مما يمكن من ملاحظتها وتحديد نشاطها الإشعاعي.

2) مباشرة بعد المعالجة بالتيميدين المشع، نلاحظ أن كل الصبغي يظهر نشاطا إشعاعيا.
بعد مدة زمنية من المعالجة تقابل دورة خلوية، نلاحظ أن أحد صبيغيي الصبغي يكون مشعا، والأخر غير مشع.
بعد مدة زمنية تقابل دورتين خلويتين، نلاحظ أن نصف الصبغيات يكون غير مشع، والنصف الأخر يتكون من صبيغيات مشعة وصبيغيات غير مشعة.

3) تفسر نتائج هذه التجربة بكون كل لولب من لولبي ADN، يعمل كقالب يشيد عليه لولب مكمل، مما ينتج عنه تكون جزيئتين متماثلتين لجزيئة ADN الأصل. ويلاحظ أنه أثناء المضاعفة يتم الاحتفاظ على نصف كل جزيئة أصلية، لذلك نتكلم عن التركيب النصف محافظ. Semi conservatif.أنظر الرسم.

رسم تفسيري لنتائج تجربة Taylor

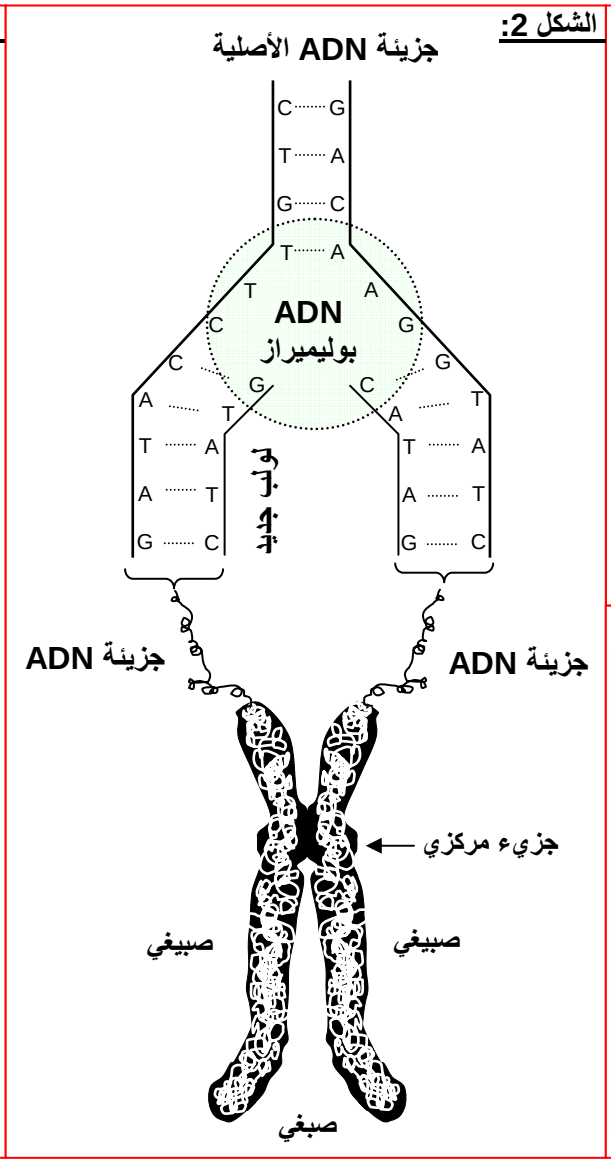


Moutamadris.ma

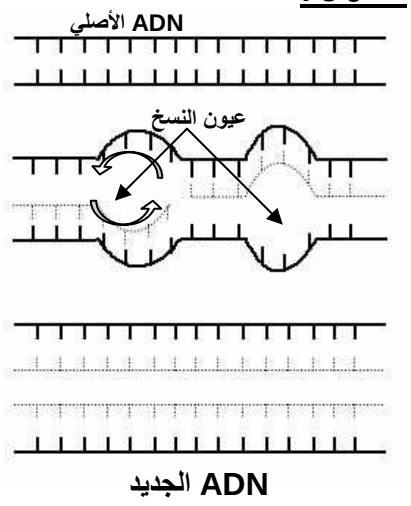
ج – التضاعف النصف محافظ لجزيئة ADN. أنظر الوثيقة 4، لوحة 8.

الشكل 1:
ملاحظة الكترونغرافية لصبغي في مرحلة السكون.

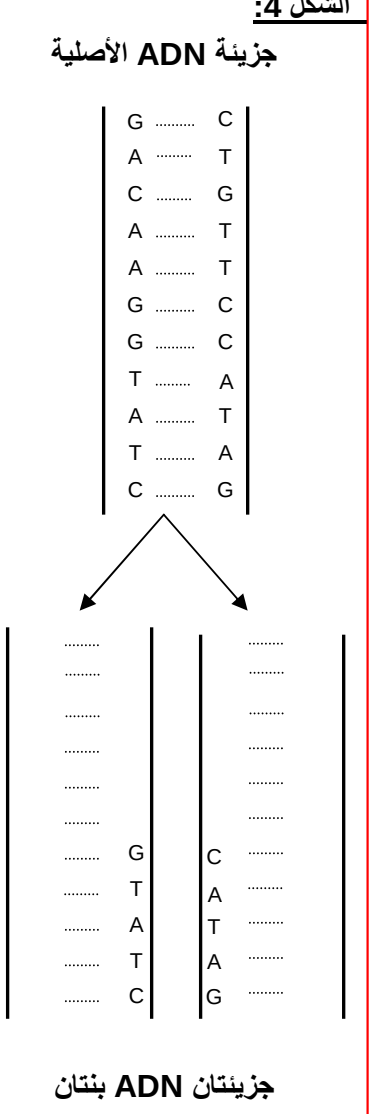
الشكل 2:



الشكل 3 :



الشكل 4:



يتطلب تركيب ADN جزيئة أصلية، ونيكليوتيدات حرة، وأنزيمات، وطاقة. ويتم التركيب الإحيائي لـADN على الشكل التالي:

★ تحت تأثير أنزيم خاص، يتم تفريق اللولبين المكملين، بانفصال الروابط الهيدروجينية الرابطة بين القواعد الازوتية، وبذلك تظهر مناطق افتراق اللولبين على شكل عيون النسخ (الشكل 1).

★ بلمرة تدريجية للنكليوتيدات تحت تأثير أنزيم ADN بوليميراز، حيث يستعمل كل شريط قديم كنموذج لتشييد شريط جديد، وذلك مع احترام تكامل القواعد الازوتية مع تلك المتواجدة في اللولب الأصلي، (الشكل2)، نتكلم عن النسخ الجزيئي لـ ADN.

★ تتم استطالة الشريطين الجديدين في الاتجاهين على مستوى عين النسخ، (الشكل3) مما يؤدي إلى اتساعها، فتلتحم ببعضها البعض ليتم الحصول على جزيئتين بنتين من ADN، كل واحدة تتكون من شريط قديم، ورثته من الجزيئة الأصلية، مع شريط جديد. (الشكل4)

Moutamadris.ma

الفصل الثاني:

تعبير الخبر الوراثي

تمهيد:

من خلال دراسة تجارب GRIFFITH تبين أن علاقة بين المادة الوراثية (ADN)، وظهور أو غياب صفة معينة. فما هي هذه العلاقة؟ وكيف يتحكم ADN في ظهور صفات وراثية قابلة للملاحظة والقياس؟

I – مفهوم الصفة، المورثة، الحليل، والطفرة.

① مفهوم الصفة الوراثية.

الصفة الوراثي هي ميزة نوعية أو كمية، تميز فردا عن باقي أفراد نوعه، وتنقل عبر الأجيال.
بعض الصفات تلاحظ بالعين المجردة (لون الأزهار مثلا)، في حين لا تبرز أخرى إلا بواسطة اختبارات أو تحاليل خاصة (الفصيلة الدموية مثلا).

② العلاقة بين الخبر الوراثي والصفة.

أ – **تجارب.** أنظر نشاط 1، لوحة1.

اللوحـــــة 1

① نشاط 1 مفهوم الصفة، المورثة، الحليل، والطفرة.

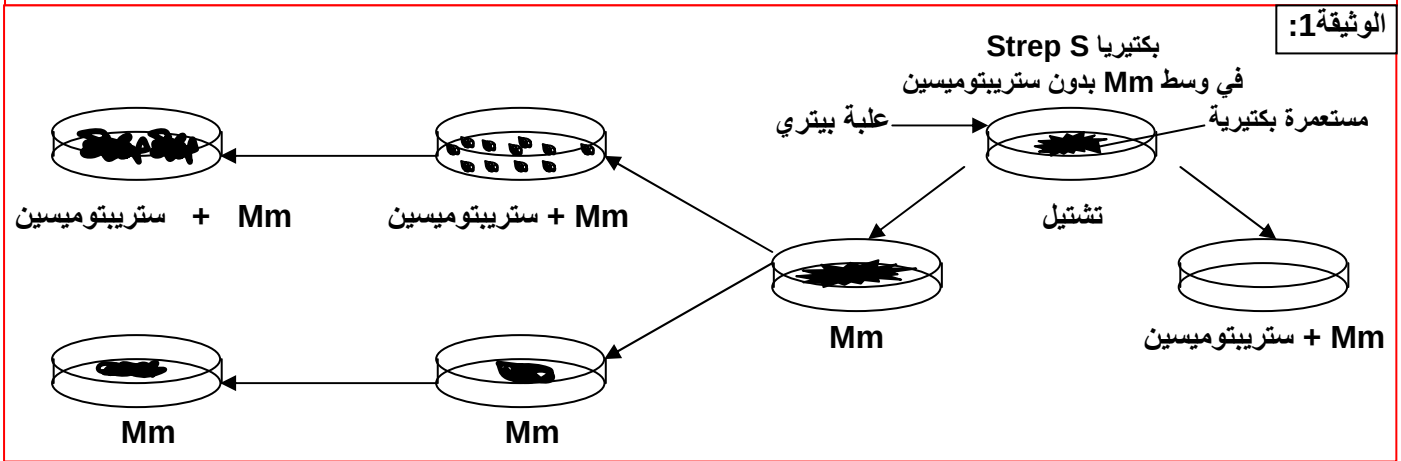
من خلال التجربتين التاليتين نحاول تتبع انتقال بعض الصفات الوراثية .

♥ التجربة 1 :

نختار إحدى الكائنات الحية التي لها دورة نمو قصيرة زمنيا مثل بكتريا Echerichia-Coli. إذا كانت الظروف ملائمة تنقسم هذه البكتريا فنحصل على مستعمرة بكتيرية (colonie) تدعى اللمة (clone)، تكون البكتريا بها لها نفس الخصائص والمتطلبات. و قد تتوالد هذه البكتريا في وسط أدنى (أملاح معدنية + غراء + سكر) = (M.m).ومن مميزات هذه البكتيريا أنها غير قادرة على العيش والتكاثر في وسط يحتوي على المضاد الحيوي (Antibiotique) المسمى ستريبتوميسين Streptomycine، حيث تعتبر حساسة لهذا المضاد الحيوي فنرمز لها بـ Strep S.
بعد زرع هذه البكتيريا في وسط بدون ستريبتوميسين، تم تشتيلها (نقلها) إلى أوساط مختلفة كما هو مبين على الوثيقة1:

1) انطلاقا من هذه المعطيات، أعط تعريفا للمة.
2) صف هذه التجربة، ثم حدد ما هو المشكل الذي تطرحه هذه النتائج؟
3) اقترح تفسيرا لنتائج هذه التجربة.

الوثيقة1:



Moutamadris.ma

♥ التجربة 2 :
نضع بكتريا Strep s غير قادرة على العيش في وسط لا يحتوي على االلاكتوز (Lactose).وتتطلب هذه البكتريا هذا الأخير للعيش ولهذا يرمز إليها ب (Lac -) ، ادن هذه البكتريا سيرمز إليها ب (Lac - , Strep s).
إذا تتبعنا هذه التجارب فإننا نحصل بالإضافة للبكتريا المذكورة سابقا على أنواع أخرى والتي هي : (Strep r , Lac -) ، (Strep r , Lac +), (Strep s , Lac +) .

4) ماذا تستنتج من تحليل معطيات التجربة 2 ؟
5) اربط بين نتائج التجربتين وبنية جزيئة ADN ثم استخلص مفهوم المورثة Le gène و مفهوم الحليل L'allèle .

ب – تحليل واستنتاج.

1) اللمة هي مجموعة من الأفراد لهم نفس الخبر الوراثي، ومن تم نفس الصفات.

2) نلاحظ أن البكتيريا لا تتكاثر عند وجود الستريبتوميسين (Strep S)، لكن تظهر تلقائيا بكتيريات أخرى في هذا الوسط، مقاومة للستريبتوميسين، نصطلح على تسميتها (Strep R).
المشكل المطروح هو كيف أصبحت البكتيريا Strep S بكتيريا Strep R ؟

3) بما أن الصفة Strep S وراثية، والصفة Strep R بدورها وراثية، فان المتحكم فيهما هو ADN.
لا يمكن ادن تفسير تحول البكتيريا Strep S إلى بكتيريا Strep R إلا بحدوث تغير فجائي على مستوى ADN، ونسمي هذا التغير بالطفرة Mutation، فنقول أن البكتيريا Strep R بكتيريا طافرة أما البكتيريا Strep S فهي بكتيريا متوحشة.

4) نلاحظ في هذه التجربة صفتين:
★ العلاقة بالستريبتوميسين: وتظهر شكلين، الشكل المتوحش Strep S، والطافر Strep R.
★ العلاقة باللاكتوز: وتظهر شكلين، الشكل المتوحش Lac^-، والشكل الطافر Lac^+.
وهكذا فالسلالة المتوحشة بالنسبة للصفتين هي: (Strep S, Lac^+).
والسلالة الطافرة بالنسبة للصفتين هي: (Strep R, Lac^-).
نلاحظ أن ظهور طفرة في صفة ما غير مرتبط بالضرورة بظهور طفرة في الصفة الأخرى، ويمكن تفسير ذلك بأن قطعتي ADN المتحكمتين في الصفتين مختلفتان.

5) بما أن التغير على مستوى المادة الوراثية ADN أدى إلى تغير على مستوى الصفة، فهذا يعني أن كل صفة يقابلها جزء خاص من ADN، يسمى مورثة Gène.

③ العلاقة مورثة – بروتين / بروتين - صفة.

أ – مثال أول : تجربة Beadle et Tatum: أنظر نشاط 2، لوحة1.

اللوحـــــــة 1

② نشاط 2 العلاقة صفة – بروتين – مورثة
قصد الكشف عن هذه العلاقة نعمل على استثمار المعطيات التالية:

♥ تجربة Beadle و Tatum

النوروسبورا Neurospora عفن مجهري على شكل غزل فطري، ينمو عادة على الخبز. يمكن للسلالة المتوحشة أن تعيش في وسط أدنى يحتوي على سكر + ماء + أملاح الأمونيوم. بينما توجد سلالة طافرة غير قادرة على العيش في هذا الوسط.
نقوم بزرع السلالة الطافرة في وسط أدنى + الحمض الأميني التريبتوفان L'acide aminé Tryptophane فنلاحظ أن هذه السلالة قادرة على العيش والتكاثر في هذا الوسط وحده.
1) ماذا تستنتج من هذه التجربة؟

Moutamadris.ma

يتم تركيب التريبتوفان عبر سلسلة من التفاعلات الأنزيمية، يمكن تلخيصها فيما يلي:

أملاح الأمونيوم (وسط أدنى) ← أنزيم E1 ← حمض أنترانيليك Antranilique ← أنزيم E2 ← أندول Indole ← أنزيم E3 ← تريبتوفان Tryptophane

2) ماذا تستخلص إذا علمت أن بعض السلالات الطافرة يكفيها وجود حمض أنترانيليك في الوسط لكي تعيش وتتكاثر ؟

1) نلاحظ أن السلالة الطافرة غير قادرة على تركيب التريبتوفان في وسط أدنى يتكون من أملاح الأمونيوم فقط. لذا نرمز لهذه السلالة ب Try^-، ونقول أنها سلالة غير ذاتية التركيب للتريبتوفان Auxotrophe pour la tryptophane. بينما السلالة المتوحشة Try^+ فهي ذاتية التركيب للتريبتوفان Autotrophe pour la tryptophane.
نستنتج من هذه الملاحظة أن الصفة مرتبطة بالقدرة على تركيب بروتيني معين.

2) إن السلالة الطافرة Try^- غير قادرة على تحديد التحول أملاح الأمونيوم ← حمض الأنترانيليك. وذلك لغياب الأنزيم E1.
نستخلص ادن أن كل صفة مرتبطة بتركيب بروتيني معين، والذي يرتبط بدوره بتركيب أنزيمي معين.

ب – مثال ثاني : فقر الدم المنجلي L'anémie falciforme انظرنشاط1، وثيقة1 لوحة 2

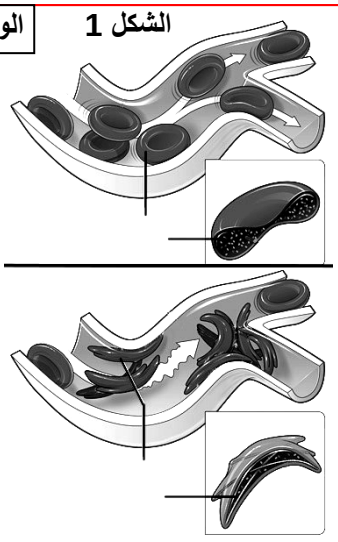
اللوحـــــة 2

الوثيقة 1

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.
فقر الدم المنجلي مرض استقلابي ناتج عن تركيب خضاب دموي Hémoglobine غير عادي (تشوه الكريات الحمراء تصبح منجلية الشكل) يرمز له ب (HbS)، بينما يرمز لخضاب الدم العادي ب : (HbA).أنظر الوثيقة1، شكل1.
عند تحرير (HbS) للأكسيجين يصبح الخضاب غير دواب ويترسب على شكل ابر تشوه مظهر الكريات الحمراء التي تفقد ليونتها وتسد الشعيرات الدموية، مما ينتج عنه فقر في إمداد الخـــــــــلايا بالأكسيجين.
يعطي الشكل2 تسلسل الأحماض الأمينية المكونة لجزء من جزيئة الخضاب الدموي مع جزء من المورثتين المتحكمتين في تركيبهما.

1) قارن سلسلتي HbA و HbS من جهة ومورثة HbA و HbS من جهة أخرى.
2) ماذا تستنتج ؟

الشكل 1



الشكل 2

جزء المورثة المسؤول عن تركيب HbA

GTGCACCTTACTCCAGAGGAG
CACGTGGAATGAGGTCTCCTC

الخضاب الدموي HbA: val(1) his(2) leu(3) thr(4) pro(5) glu(6) glu(7) ← بداية السلسلة β

جزء المورثة المسؤول عن تركيب HbS

GTGCACCTTACTCCAGTGGAG
CACGTGGAATGAGGTCACCTC

الخضاب الدموي HbS: val(1) his(2) leu(3) thr(4) pro(5) val(6) glu(7)

Moutamadris.ma

1) يكمن الاختلاف الوحيد بين السلسلة β للخضاب الدموي HbA والخضاب الدموي HbS، في تعويض الحمض الأميني رقم 6 (Glu) في HbA بالحمض الأميني Val في HbS.
وأن متتالية القواعد الأزوتية لجزء المورثة HbA تختلف عن متتالية القواعد الازوتية لجزء المورثة HbS، إذ استبدل الزوج النيكليوتيدي رقم 17، حيث تم استبدال T – A في HbS بـ T – A في HbA.

2) إن استبدال متتالية القواعد الازوتية في المورثة، ترتب عنه تغيير في متتالية الأحماض الأمينية في البروتين. نستنتج أن هناك علاقة بين المورثة والبروتين.
إن كل تغيير في بنية البروتين، يؤدي إلى تغيير في المظهر الخارجي لصفة معينة (تغير بنية الخضاب تغير شكل الكريات الحمراء)، هذا يدل على وجود علاقة بين الصفة والبروتين.

ج – خلاصة.

إن كل صفة تترجم وجود بروتين بنيوي، أو نشاط بروتيني مختص، وأن كل تغير في تعاقب القواعد الازوتية (النيكليوتيدات) داخل جزيئة ADN ، ينتج عنه تغير في تعاقب الأحماض الأمينية داخل السلسلة البروتينية. وهذا يعني أن ترتيب النيكليوتيدات في جزيئة ADN، هو الذي يحدد طبيعة وترتيب الأحماض الأمينية في البروتينات.
تسمى كل قطعة من ADN تتحكم في صفة وراثية معينة مورثة، وبما أن الصفة لها عدة أشكال، فان للمورثة المتحكمة فيها عدة أشكال كذلك، وكل شكل يسمى حليلا Allele.
مثال : صفة العلاقة بالستريبتوميسين لدى البكتيريا E.coli:
الحليل المتوحش StrepS ، الحليل الطافر StrepR.

II – آلية تعبير الخبر الوراثي: من المورثة إلى البروتين.

المورثات قطع من ADN، وموقعها النواة، أما تركيب البروتينات فيتم على مستوى السيتوبلازم. فما الذي يلعب دور الوسيط بين النواة والسيتوبلازم؟

① الوسيط بين النواة والسيتوبلازم.

أ – معطيات تجريبية.

انطلاقا من معطيات الوثيقة1، نشاط 3، لوحة2، حدد طبيعة الوسيط بين النواة والسيتوبلازم.

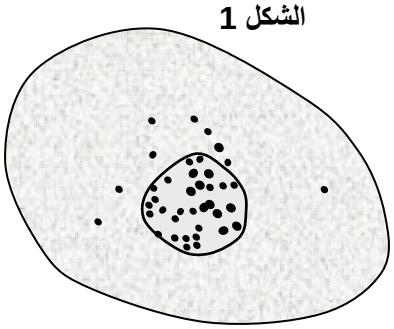
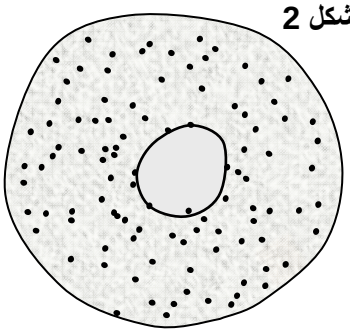
③ نشاط 3 آلية تعبير الخبر الوراثي : **اللوحـــــة 2**

إن الخبر الوراثي يتموضع داخل النواة بينما تركيب البروتينات يتم داخل السيتوبلازم. من خلال نتائج تجريبية وملاحظات مجهرية نسعى إلى تحديد العلاقة بين النواة و السيتوبلازم ودورها في تركيب البروتينات .

تضم الخلايا جزيئات يقارب تركيبها الكيميائي تركيب ADN، وتسمى ARN. نكشف عن تموضع الجزيئتين معا في خلايا البنكرياس، باستعمال خليط من ملونين : أخضر الميتيل الذي يلون ADN بالأزرق المخضر، و البيرونين الذي يلون ARN بالوردي.
يضاف إلى وسط زرع الخلايا مكون نوعي لـ ARN مشع، ثم نلاحظ تطور الإشعاع داخل الخلية فنحصل على النتائج المبينة على الشكل1 و2.
ماذا تستنتج من معطيات التجربة؟ حدد الخاصية المميزة لـ ARN معللا نعته ب ARN الرسول.

Moutamadris.ma

الوثيقة 1:

الشكل 1	الشكل 2
	
صورة إشعاعية ذاتية لخلية زرعت مدة 15 mn بوجود بشير مشع نوعي لـ ARN	صورة إشعاعية ذاتية لخلية مماثلة عرضت مدة 15 mn لنفس البشير المشع، ثم زرعت مدة ساعة ونصف في وسط يحتوي على بشائر أخرى عادية

ب – تحليل واستنتاج.

نلاحظ في المرحلة الأولى من التجربة تركيز الإشعاع في نواة الخلية، وفي المرحلة الثانية من التجربة انتقل الإشعاع نحو السيتوبلازم.

نستنتج من هذه الملاحظات أن ARN يركب داخل النواة، وينتقل بعد ذلك إلى السيتوبلازم. وهكذا يمكن افتراض أن الوسيط بين المورثات في النواة، و البروتينات في السيتوبلازم، هو ARN، لذلك سمي ARN الرسول، ونرمز له ب ARNm. (ARN méssager).

ج – التحقق من الفرضية. أنظر الوثيقة 2، لوحة3.

اللوحـــــــة 3

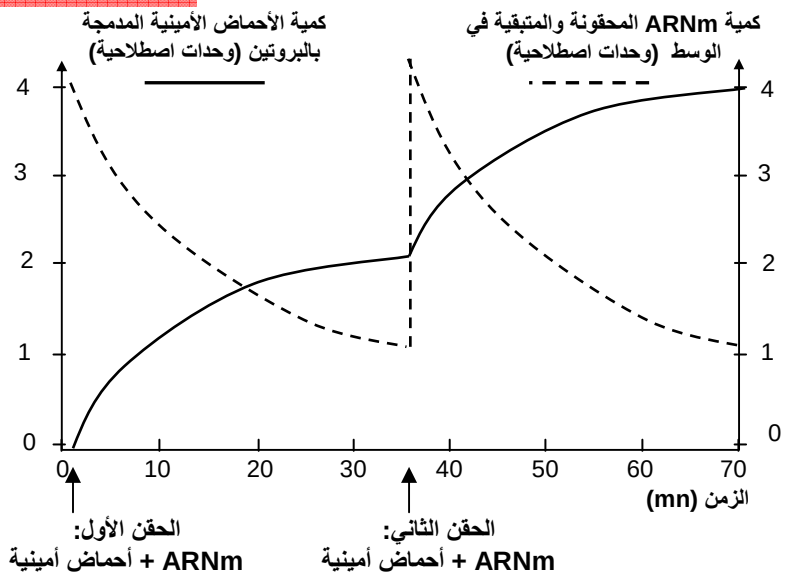
♥ **الوثيقة 2 : تجربة تركيب البروتينات في الزجاج.**

انطلاقا من عصيات كولونية نعد مستخلصا يحتوي على جميع المكونات السيتوبلازمية اللازمة لتركيب البروتينات، ماعدا ADN. بعد ذلك نضيف لهذا المستخلص كميتين من ARNm وأحماض أمينية، خلال فترتين مختلفتين.

يعطي المبيان أمامه، تطور كمية ARNm والأحماض الأمينية المدمجة في البروتينات بعد كل حقن.

1) صف نتائج هذه التجربة.

2) ماذا تستنتج؟



1) بعد كل حقن لـ ARNm والأحماض الأمينية، ترتفع كمية الأحماض الأمينية المدمجة في البروتينات، مع انخفاض في كمية ARNm.

2) نستنتج من هذه التجربة أن هناك علاقة مباشرة بين تركيب البروتين ووجود ARNm، أي أن ARNm هو فعلا الوسيط بين المادة الوراثية على مستوى النواة، وتركيب البروتينات على مستوى السيتوبلازم.

Moutamadris.ma

② بنية جزيئة ARN. أنظر الوثيقة 3، لوحة3.

اللوحـــــــة 3

♥ الوثيقة 3 : تعطي الوثيقة التالية جزء المورثة المسؤولة عن تركيب الخضاب الدموي HbA و ARNm المناسب له.
قارن الجزيئتين.

GTGCACCTTACTCCAGAGGAG CACGTGGAATGAGGTCTCCTC	GUGCACCUUACUCCAGAGGAG
جزء من ADN المسؤول عن تركيب HbA	ARNm المناسب لـ ADN المسؤول عن تركيب HbA U = قاعدة ازوتية هي الأوراسيل (Uracile)

ARN هو الحمض النووي الريبوزي Acide ribonucléique، يتكون من سلسلة من النيكليوتيدات على شكل لولب واحد (شريط واحد)، وكل نيكليوتيد يتكون من حمض فوسفوري + سكر الريبوز + قاعدة ازوتية تكون إما الأدنين A، أو الغوانين G، أو السيتوزين C، أو الأوراسيل U.

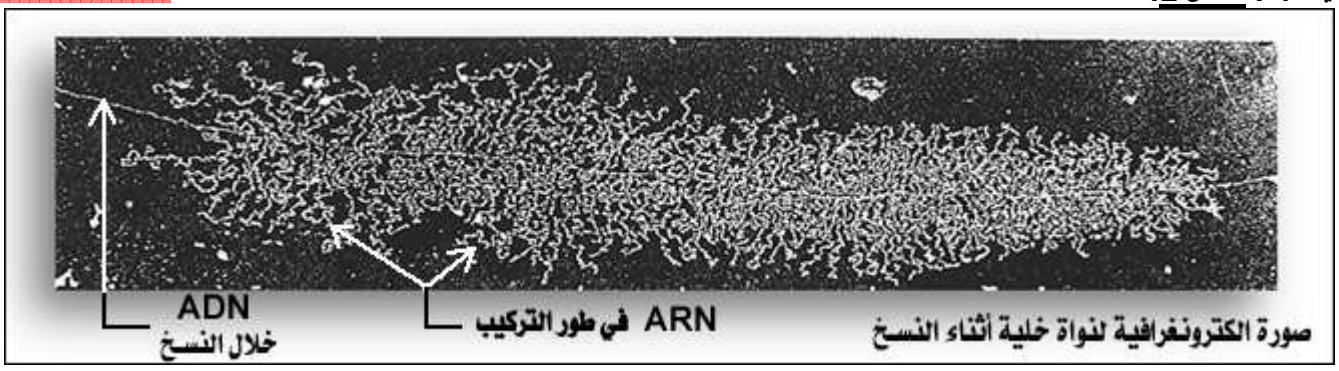
③ مراحل تعبير المورثة.

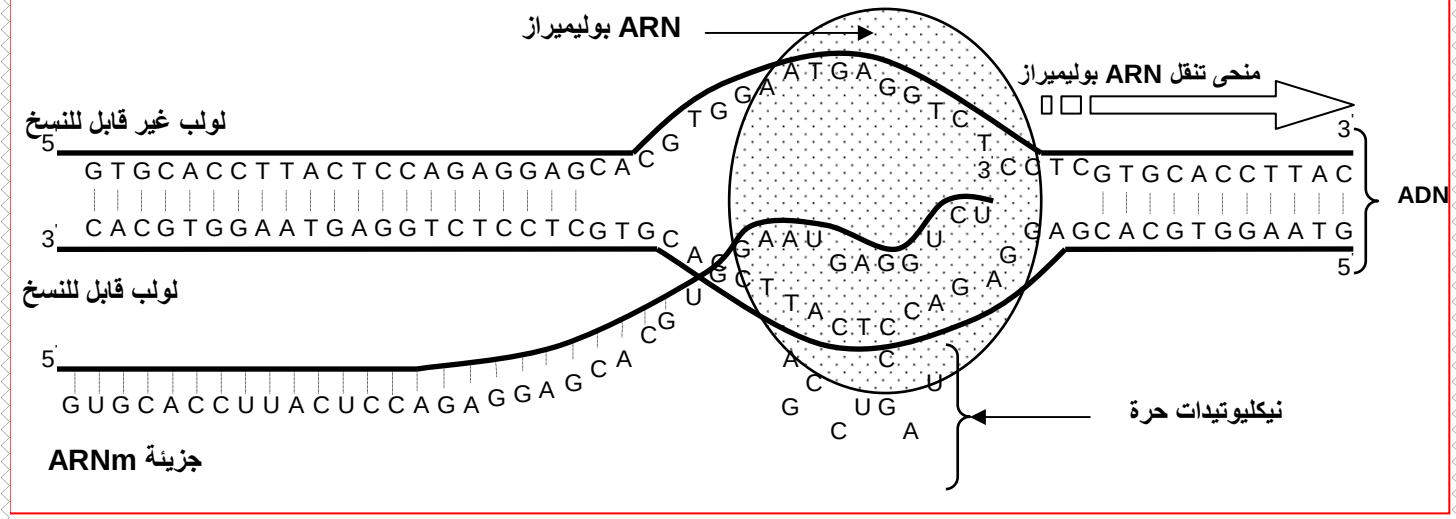
أ – مرحلة نسخ ARN: من المورثة إلى ARNm.

☒ انطلاقا من الوثيقة 4، لوحة 3، قارن بين بنية جزيئة ARNm و ADN، ثم حدد مراحل تركيب ARNm انطلاقا من ADN.

اللوحـــــــة 3

الوثيقة 4 . الشكل 1:





☑ إن تركيب ARNm يتم داخل النواة، ثم ينتقل إلى السيتوبلازم حاملا الخبر الوراثي، أو الشفرة الضرورية لتركيب البروتين.

Moutamadris.ma

إن ARNm هو نسخة لأحد شريطي ADN، وتسمى عملية تركيب ARNm بالاستنساخ والتي تتم كما يلي:

- يتعرف أنزيم ARN polymérase على الإشارات الوراثية المسؤولة عن انطلاق تركيب ARNm ويلتصق بها.
- يعمل ARN polymérase على تفريق لولبي جزيئة ADN على اثر انفصام الروابط الكيميائية التي تجمع القواعد الازوتية المتاكملة فيما بينها.
- تعمل ARN polymérase على بلمرة النيكليوتيدات الخاصة بـ ARNm، وذلك حسب تكامل القواعد الازوتية لـ ARNm، (G أمام C و U أمام A).
- تتعرف ARN polymérase على الوحدات الرمزية المسؤولة عن نهاية الاستنساخ، فتتوقف عن البلمرة، وتستعيد جزيئة ADN حالتها الأصلية.

ب – مرحلة الترجمة في السيتوبلازم: من ARNm إلى البروتين.

اللوحـــــة 4

a – معطيات حول الطفرات: أنظر الوثيقة1، لوحة 4.

④ نشاط 4 العلاقة بين نكليوتيدات ADN ومتتالية الأحماض الأمينية و أدوات تعبير الخبر الوراثي :

♥ الوثيقة 1 : معطيات حول الطفرات

كشفت دراسة الطفرات عن ما يلي:

- يؤدي تغيير نيكليوتيد واحد أو اثنان أو ثلاثة نيكليوتيدات متتالية في المورثة، إلى تغيير متتالية النيكليوتيدات في ARNm، وبالتالي تغيير حمض أميني واحد في البروتين.
- يؤدي تغيير أربع أو خمس أو ست نيكليوتيد متتالية في المورثة، إلى تغيير متتالية النيكليوتيدات في ARNm، وبالتالي تغيير حمضين أمينيين في البروتين.

عن ماذا تكشف هذه المعطيات ؟

تبين هذه المعطيات ما يلي:

- هناك علاقة بين النيكليوتيدات المكونة لـ ARNm والأحماض الأمينية للبروتين.
- إن الإشارة لحمض أميني واحد في البروتين، يتم بواسطة ثلاثة نيكليوتيدات في ARNm.

اللوحـــــة 4

b – تجارب Nirenberg و Matthaei أنظر الوثيقة2، لوحة 4.

عزل مستخلص خلوي من بكتيريا E.coli يتوفر على كل العناصر السيتوبلازمية اللازمة لتركيب البروتينات،(ريبوزومات، ATP، GTP، Mg2+ ، أنزيمات). ماعدا ADN، وARNm.

وضع المحتوى الخلوي تحت حرارة 37℃ في 20 أنبوب اختبار، ثم أضيف لكل أنبوب اختبار 20 حمض أميني . حيث أن كل أنبوب يتميز بكون حمض أميني واحد موسوم بالكربون المشع 14C . بعد ذلك تضاف إلى كل وسط جزيئات ARNm اصطناعية، ذات متتالية نيكليوتيدية معروفة، مثلا متتالية مكونة من نيكليوتيدات لا تحتوي إلا على قاعدة ازوتية واحدة هي الأوراسيل - U - وبذلك يرمز له بـ U Poly ARNm.

في آخر التجربة وسط واحد من هذه الأوساط يظهر سلسلة عديد الببتيد مشعة، هذا الوسط يتميز بتوفره على الحمض الأميني الفينيلالانين .

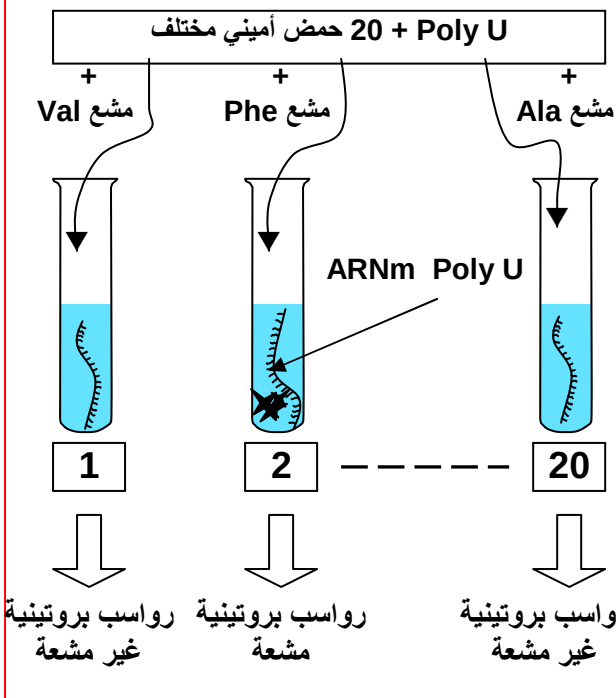
1) ماذا تستنتج من هذه المعطيات ؟

عندما نستعمل ARN Poly-C نحصل على متتالية من البرولين Pro.

عندما نستعمل ARN Poly-A نحصل على متتالية من الليزين Lys.

عندما نستعمل ARN Poly-GU نحصل على متتالية من حمضين أمينيين السيستين - الفالين Val-Cys.

2) حدد الوحدة الرمزية التي تطابق كل حمض أميني من الأحماض الأمينية التي تكشف عنها التجارب السابقة.



www.lycee4.com Moutamadris.ma للمزيد من الدروس زوروا

1) يتبين من هذه المعطيات أن الطابع الوراثي الأساسي يوجد على شكل ثلاثي من النيكليوتيدات، حيث أن الثلاثي UUU يرمز للحمض الأميني الفينيلالانين.

2) الوحدة الرمزية CCC ترمز للحمض الأميني البرولين. والوحدة الرمزية AAA ترمز للحمض الأميني الليزين . والوحدة الرمزية GUG ترمز للحمض الأميني الفالين، والوحدة الرمزية UGU ترمز للحمض الأميني السيستين.

نستخلص من هذه التجارب أن كل ثلاثي نيكليوتيدي يشكل وحدة رمزية Codon، ويرمز لأحد الأحماض الأمينية. وباستعمال نفس التقنية التجريبية السابقة، تمكن الباحثون من تحديد الوحدات الرمزية التي تشير إلى 20 نوعا من الأحماض الأمينية المكونة للبروتينات، فتم تجميع النتائج المحصل عليها في جدول الرمز الوراثي الممثل على الوثيقة 3، لوحة4.

اللوحـــــة 4

♥ الوثيقة 3 :

تبعا لتجارب مماثلة للتجارب السابقة تم الحصول على نتائج الجدول الممثل على الوثيقة 3 (جدول الرمز الوراثي Code génétique) الذي يعطي مختلف التوافقات الممكنة لأربع نيكليوتيدات مأخوذة ثلاثة بثلاثة ومعاني هذه *التركيبات.*

الحرف الأول	U		C		A		G		الحرف الثالث
U	UUU	الفينيلالنين Phe	UCU	سيرين Ser	UAU	تيروزين Tyr	UGU	سيستيين Cys	U
U	UUC		UCC		UAC		UGC		C
U	UUA	لوسين Leu	UCA		UAA	بدون معنى STOP	UGA	بدون معنى STOP	A
U	UUG		UCG		UAG		UGG	تريبتوفان Trp	G
C	CUU	لوسين Leu	CCU	برولين Pro	CAU	هستدين His	CGU	أرجينين Arg	U
C	CUC		CCC		CAC		CGC		C
C	CUA		CCA		CAA	غلوتامين Gln	CGA		A
C	CUG		CCG		CAG		CGG		G
A	AUU	ازولوسين Ileu	ACU	تريونين Thr	AAU	أسباراجين Asn	AGU	سيرين Ser	U
A	AUC		ACC		AAC		AGC		C
A	AUA		ACA		AAA	ليزين Lys	AGA	أرجينين Arg	A
A	AUG	ميثيونين Met	ACG		AAG		AGG		G
G	GUU	فالين Val	GCU	فالين Val	GAU	حمض أسبارتيك Asp	GGU	غليسين Gly	U
G	GUC		GCC		GAC		GGC		C
G	GUA		GCA		GAA	حمض الغلوتاميك Glu	GGA		A
G	GUG		GCG		GAG		GGG		G

يتبين من هذه الوثيقة أن الرمز الوراثي يتكون من 4^3 أي 64 وحدة رمزية تتكون من ثلاثيات من النيكليوتيدات، حيث أن عدة ثلاثيات ترمز لنفس الحمض الأميني، وبعض الثلاثيات لا ترمز لأي حمض أميني نقول أنها بدون معنى أو قف، هي (UGA , UAG , UAA).

c – مراحل الترجمة: أنظر الوثائق، لوحة 5.

✸ العناصر اللازمة للترجمة:

يحتاج تركيب البروتينات بالإضافة إلى ARNm و المورثة إلى:

⇦ ريبوزومات و هي عضيات سيتوبلازمية صغيرة يتشكل كل واحد منها من وحدة صغيرة و وحدة كبيرة، وتتكون كل وحدة من ARN ريبوزومي (ARNr) و من بروتينات. وتتكون الريبوزومات داخل النوية.

Moutamadris.ma

⇦ ARN ناقل (ARNt) الموجود بالسيتوبلازم، ويختص بنقل الأحماض الأمينية الحرة المطابقة
للوحدة الرمزية. تتكون جزيئة ARNt من نيكليوتيدات وتتضمن موقعين: أنظر الوثيقة

- موقع يحتوي على ثلاث نيكليوتيدات مكملة للوحدة الرمزية المشيرة لحمض أميني معين، ويسمى هذا الثلاثي النيكليوتيدي مضاد الوحدة الرمزية Anticodon.
- موقع لتثبيت الحمض الأميني المناسب للوحدة للوحدة الرمزية.

⇦ أحماض أمينية و هي 20 حمض أميني طبيعي.

⇦ طاقة لمختلف مراحل التركيب ، مصدرها الاستقلاب الطاقي.

⇦ عوامل منشطة

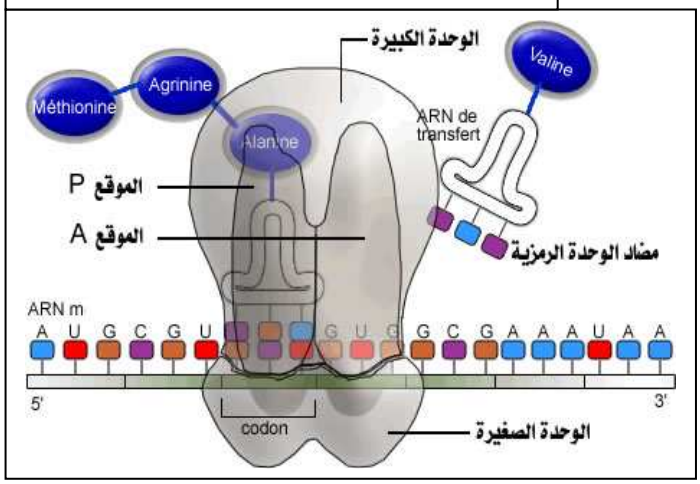
✸ مراحل الترجمة:

يمكن تلخيص ظاهرة تركيب البروتينات في ثلاثة مراحل أساسية و هي:

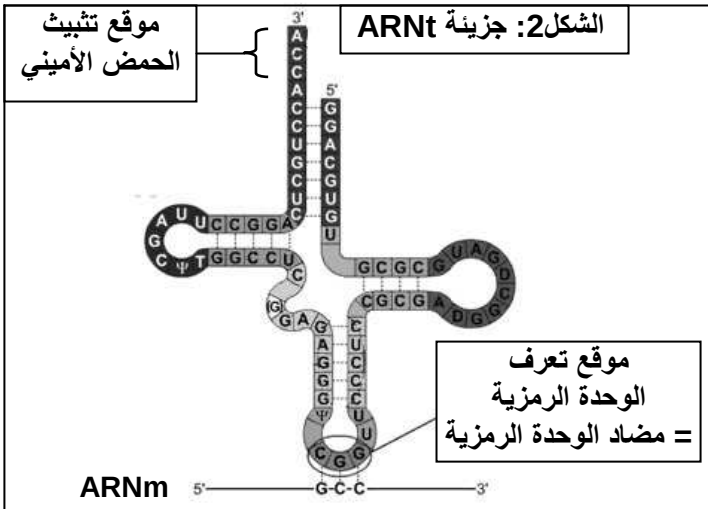
⇦ المرحلة الأولى:.البداية

اللوحـــــة 5

الشكل1: الريبوزوم وعلاقته بـ ARNm و ARNt



الشكل2: جزيئة ARNt



خلال هذه المرحة تلتصق وحدتي الريبوزومات بـ ARNm، على مستوى الوحدة الرمزية AUG، التي تمثل إشارة البدء، وترمز للحمض الأميني الميثيونين الذي يرتبط بـ ARNt خاص يسمى ARNt المبتديء، والحامل لمضاد الوحدة الرمزية UAC.

⇦ المرحلة الثانية:الاستطالة

وصول ARNt آخر حاملا معه حمض أميني ثاني مطابق للوحدة الرمزية الموالية على ARNm . تتشكل رابطة ببيتيدية بين Met و الحمض الأميني الموالي، فتنفصل الرابطة بين Met و ARNt المبتديء الذي يغادر الريبوزوم.
يتحرك الريبوزوم بوحدة رمزية واحدة، ليصل ARNt ثالث، وهكذا تتضاعف الأحماض الأمينية في السلسلة الببتيدية.

⇦ المرحلة الثالثة:النهاية

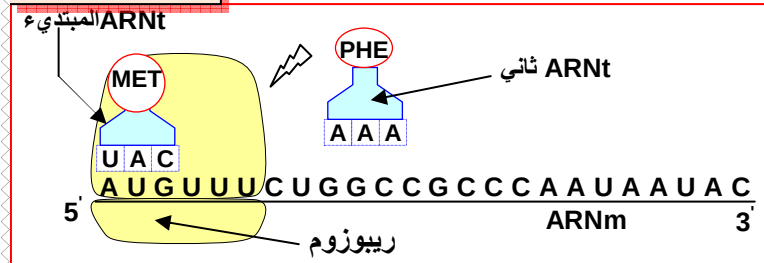
عندما يصل الريبوزوم إلى الوحدة الرمزية قف (UAA أوUAG أوUGA) لا يدمج أي حامض أميني، إذ لا يوجد أي ARNt متكامل مع هذه الوحدات الرمزية. فتفترق وحدتي الريبوزوم عن

Moutamadris.ma

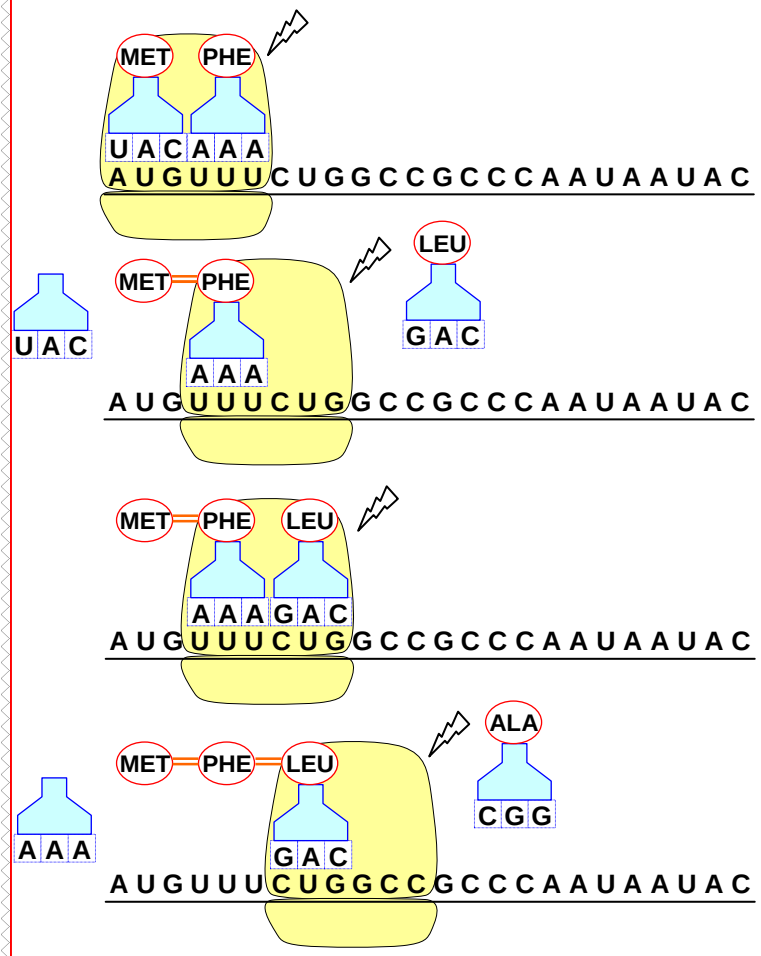
بعضهما البعض و عن ARNm و يتم تحرير السلسلة البيبتيدية. كما ينفصل الحمض الأميني Met عن باقي السلسلة البيبتيدية .

♥ الوثيقة 5 : مراحل الترجمة.

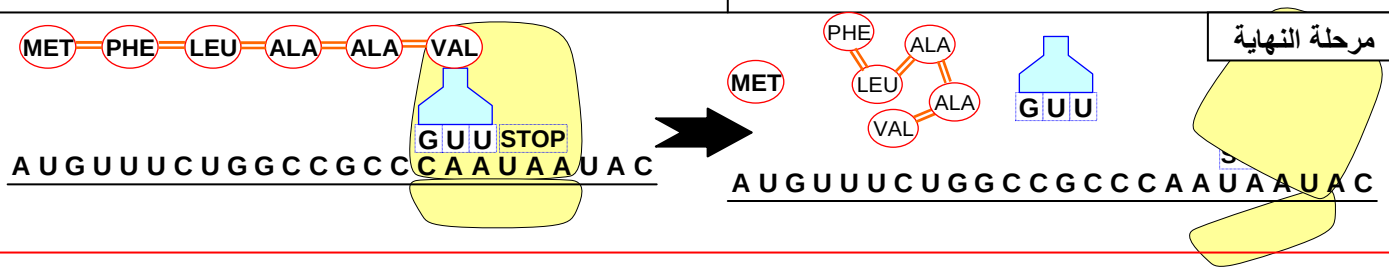
مرحلة البداية



مرحلة الاستطالة



مرحلة النهاية



ملحوظة:

إن جزيئة واحدة من ARNm تتم ترجمتها في نفس الوقت بواسطة عدة جسيمات ريبية، تنتقل على طول خيبط ARNm، مما يسمح بتكون عدة بروتينات في نفس الوقت.

Moutamadris.ma

الفصل الثالث:

الهندسة الوراثية : مبادئها وتقنياتها

تمهيد : تمكن علماء الوراثة منذ السبعينات من نقل وتوظيف مورثات متنوعة ضمن خلايا أخرى أجنبية، الشيء الذي يعطي خلايا هجينة لم تكن موجودة من قبل في الطبيعة. بعد ذلك تم الانتقال من التجارب المخبرية إلى المجال الصناعي، حيث تأسست صناعة حقيقية تعتمد على التغيير الوراثي للخلايا الحية بواسطة نقل المورثات. تسمى التقنيات المعتمدة في هذا التغيير الوراثي: الهندسة الوراثية.

I – مفهوم التغيير الوراثي ؟

① الانتقال الطبيعي لمورثات البكتيريا At إلى نبات:

أ – معطيات تجريبية : أنظر نشاط 1، لوحة1.

اللوحـــــة 1

① نشاط 1: مفهوم التغيير الوراثي:

دراسة حالة: مرض جرب السنخ La galle du collet ، عبارة عن ورم سرطاني ضخم يظهر عند بعض النباتات على مستوى السنخ، وهي منطقة التقاء الساق والجذر (الوثيقة 1) ، ونظرا لأثره الحاسم على الاقتصاد فقد كان موضوع عدة أبحاث وتجارب.

التجربة الأولى : (E . Smith et C . Townsend en 1907)

عزل الباحثان من ورم سرطاني في جذر نبات بكتيريا تدعى At = Agrobacterium tumefaciens (الوثيقة 2). وبعد ذلك تم زرع هذه البكتريا في فتحة حديثة (أقل من يومين) أنجزت على نبات سليم، فلوحظ ظهور الورم السرطاني في النبتة.

1) ماذا يمكنك استنتاجه من هذه التجربة؟

التجربة الثانية: (A. Braun 1972) .

لقد استطاع هذا الباحث أن يزرع نسيج جرب السنخ لا يحتوي على بكتيريا في وسط معين بدقة، يتكون فقط من السكروز وأملاح معدنية. فلاحظ أن خلايا النسيج تتكاثر بصورة فوضوية عكس الخلايا العادية التي تتكاثر ببطء متطلبة وجود الهرمونات النباتية.

2) ما التغيير الذي حدث لخلايا السنخ بوجود البكتيريا A.Tumefaciens؟

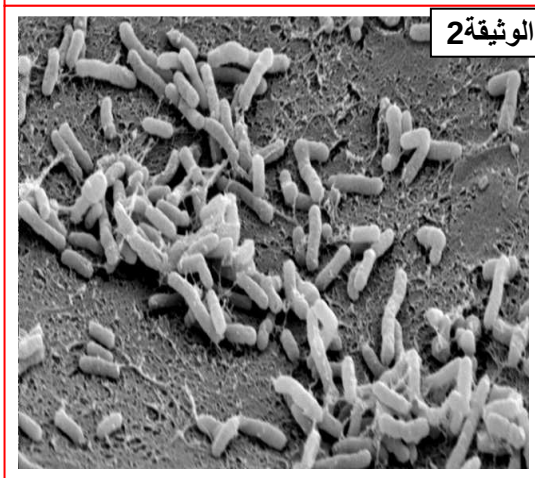
3) ما الفرضية التي يمكنك إعطاؤها حول التغيير الذي أصاب سلوك الخلايا النباتية؟

اكتشفت مجموعة من الباحثين وجود نمطين من بكتيريات Agrobacterium tumefaciens : A و B .وهذان النمطان يسببان المرض (يؤديان إلى تكون ورم). حيث يؤدي النمط A إلى تكون ورم تركب خلاياه النوبالين Nopaline بينما يؤدي النمط B إلى تكون ورم تركب خلاياه الأكتوبين Octopine (النوبالين و الأكتوبين عبارة عن مشتقات من مستقلبات مشتركة تتكون في معظمها من أحماض أمينية وأحماض سيتونية مختلفة أو سكريات).

4) ما مكمل الفرضية الذي يمكنك إعطاؤه حول التغيير الذي أصاب سلوك هذه الخلايا؟

الوثيقة1

الوثيقة2



ب – تحليل المعطيات التجريبية :

1) نستنتج من هذه التجربة أن البكتيريا At هي المسؤولة عن ظهور الورم السرطاني عند النباتات السليمة.

Moutamadris.ma

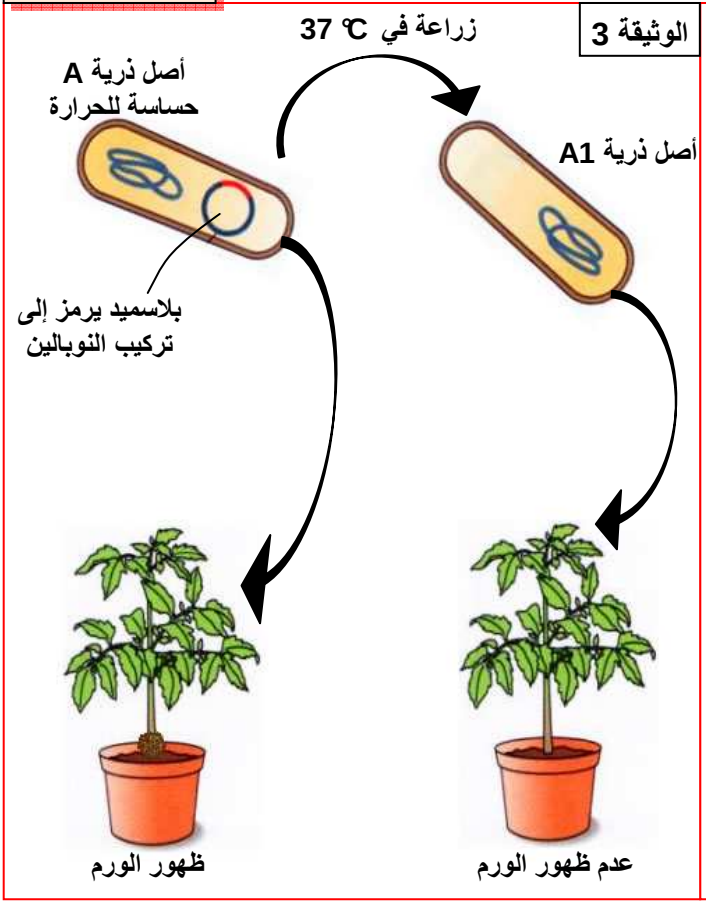
2) التغيرات التي تطرأ على خلايا السنخ بواسطة البكتيريا At هي التكاثر العشوائي والسريع غير المنتظم لخليا النبتة دونما حاجة إلى الهرمونات النباتية المسؤولة أصلا عن نمو خلايا السنخ.

3) الفرضية: نقلت الباكتيريا At إلى الخلايا النباتية مادة ما أدت إلى تغيير على مستوى الخبر الوراثي وبالتالي اكتساب الخلايا النباتية صفة التكاثر العشوائي.

4) ربما أن التغير في جينوم الخلايا النباتية ناتج عن إدخال مورثات بكتيرية إلى الخلايا النباتية، هذه المورثات هي التي تتحكم في تركيب النوبالين والأكتوبين.

اللوحـــــة 1

الوثيقة 3



التجربة الثالثة:

تمكن باحثون من عزل البكتيريا Agrobacterium tumefaciens ، وبعد دراسة مكوناتها وجدوا ADN حلقية تدعى البلاسميد Ti . نزرع في درجة حرارة 37 ° C أصل ذرية ل Agrobacterium tumefaciens من النمط A حساسة للحرارة، فنحصل على أصل ذرية A1. تبين الوثيقة 3 بقية التجربة .

5) فسر النتائج المحصل عليها.

التجربة الرابعة:

لتوضيح دور البلاسميد (حلقة صغيرة من ADN تحمل مورثات إضافية) ننجز التجربة التالية:

ندخل في نبات سليم بكتيريات A1 لا تسبب المرض ومقاومة للمضادات الحيوية، وبكتيريات B مسببة للمرض وحساسة للمضادات الحيوية فيتكون ورم (أنظر الوثيقة4، لوحة2).

6) ما التفسير الذي تقترحه بالنسبة لنتيجة هذه التجربة؟

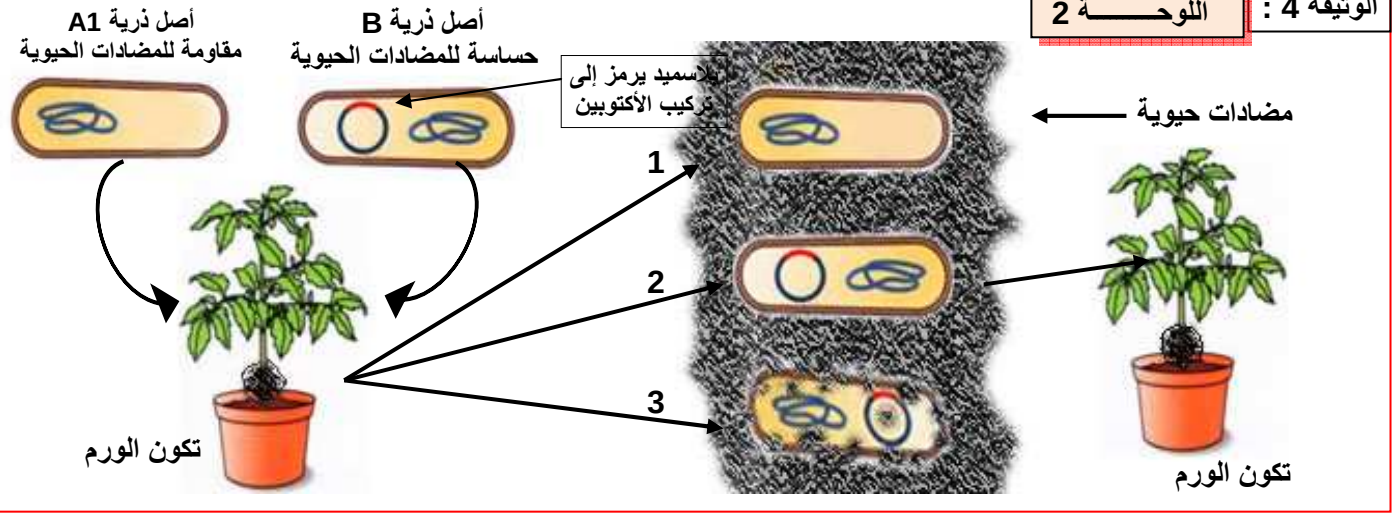
نسحق الورم ونبسطه فوق وسط زرع يحتوي على مضادات حيوية: نتائج التجربة ممثلة في الجزء الأسفل من الوثيقة 4، لوحة2.

7) تعرف على البكتيريات 1 و 2 و 3 المحصل عليها.

8) هل يمكنك تحديد دور البلاسميد؟

9) انطلاقا من نتائج التجارب السابقة وباعتمادك على الوثيقة 5 لوحة 2 ، اشرح كيفية تكون الورم في مستوى السنخ عند النبات.

الوثيقة 4 : **اللوحـــــة 2**



5) نلاحظ أنه تحت تأثير الحرارة، يتم تفكيك البلاسميد المسؤول عن تركيب النوبالين، وينتج عن هذا التفكك عدم إصابة النبتة بالورم، فالبلاسميد ادن هو المسؤول عن القدرة الممرضة للبكتيريا.

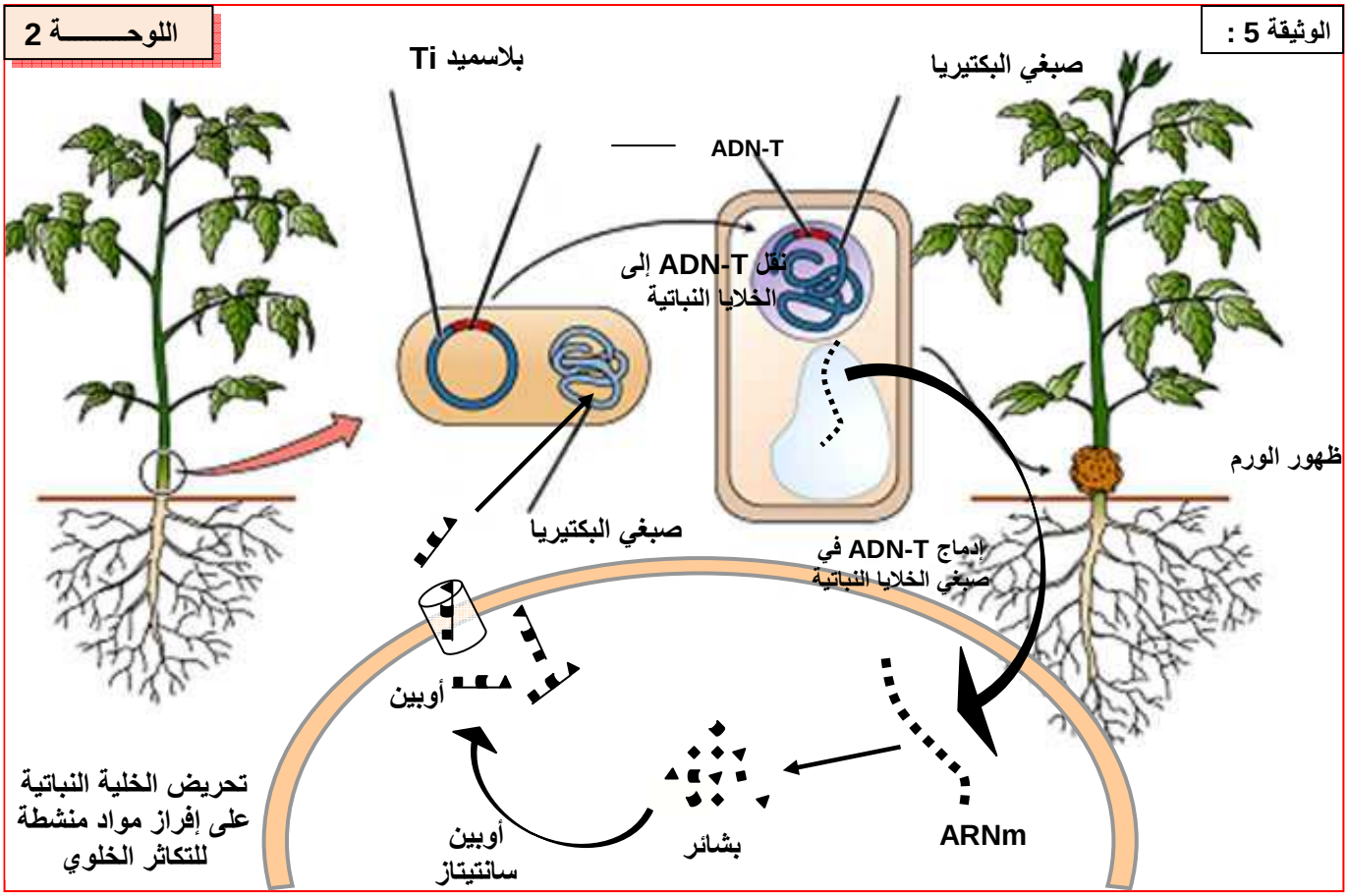
Moutamadris.ma

6) إن البكتيريا A1 فقدت قدرتها الممرضة لغياب البلاسميد. لذا يمكن تصور أن البكتيريا B المتوفرة على البلاسميد المسؤول عن تركيب الأكتوبين هي التي تؤدي إلى ظهور الورم عند النبتة.

7) البكتيريا 1 غير ممرضة ومقاومة للمضادات الحيوية، ادن هي البكتيريا A1.
البكتيريا 2 تحتوي على بلاسميد ومقاومة للمضادات، ادن هي نمط هجين يحمل صفات A1 و B.
البكتيريا 3 هي حساسة للمضادات الحيوية، ادن هي بكتيريا B.

8) لقد ظهرت بكتيريا جديدة تشبه A1 وتملك بلاسميد البكتيريا B، وتحدث المرض، نستنتج من هذا أن البلاسميد يستطيع الانتقال من خلية بكتيرية إلى أخرى محدثا تغيرا في الصفات، ومن هذا فان البلاسميد مسؤول عن تغيير الخبر الوراثي.

الوثيقة 5 : **اللوحـــــة 2**



9) يظهر جرب السنخ على مراحل هي:

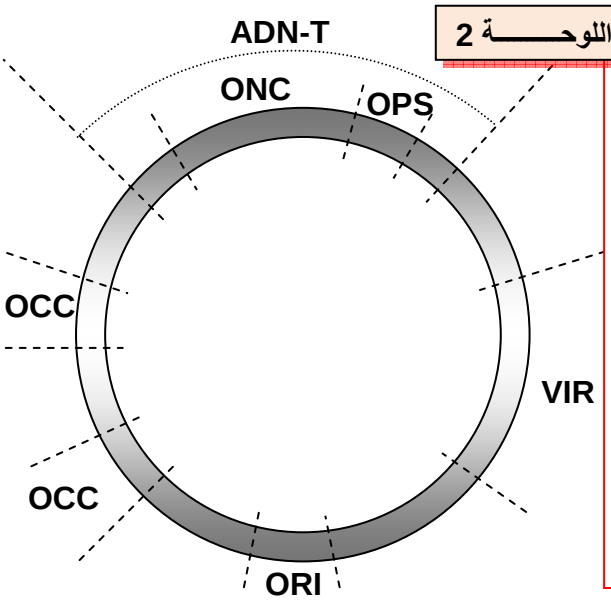
- المرحلة الأولى: تنفد البكتيريا في جرح يكون قريبا من سنخ النبات، فتقوم بحقن بلاسميدها Ti في الخلية النباتية. هذا البلاسميد يحتوي على قطعة من ADN تدعى ADN-T.
- المرحلة الثانية: تدمج المرثات ADN-T ضمن ADN الخلية النباتية العائلة، لتدخل تلك القطعة ضمن ذخيرتها الوراثية.
- المرحلة الثالثة: تستنسخ ARNm من مورثات ADN-T، وتترجم إلى بروتين في سيتوب لازم الخلية النباتية. هذا البروتين هو أنزيم يحفز تفاعل تركيب الأوبين من طرف الخلية.
- المرحلة الرابعة: يؤدي الأوبين المركب إلى تكاثر الخلايا النباتية بإيقاع مرتفع، مما ينتج عنه ورم. كما أن الأوبين المفرز خارج الخلية يؤدي إلى تكاثر البكتيريا At.

Moutamadris.ma

② خلاصة:

إن جرب السنخ ناتج عن تغير وراثي لخلايا النبتة. هاته الصفة أصبحت وراثية، ويعتبر بلاسميد البكتيريا عامل نقل المورثة من البكتيريا إلى الخلية النباتية. ولقد مكنت دراسة هذه الظاهرة من وضع الخريطة الوراثية للبلاسميد Ti عند البكتيريا At. أنظر الوثيقة 6 لوحة 2.

اللوحـــــة 2



الخريطة الوراثية للبلاسميد Ti عند البكتيريا At

يرمز لهذا البلاسميد بـ Ti ، نسبة لـ Tumor inducing أي محرض للورم.

- **ADN-T = Transferred ADN الجزء الذي ينتقل إلى الخلايا النباتية ويندمج مع ذخيرتها الوراثية. ويرمز للمورثات المسؤولة عن تركيب الأوبينات (OPS)، والمسؤولة عن التكاثر العشوائي (ONC)**
- **الوظيفة VIR مسؤولة عن إدماج ADN-T في المادة الوراثية للخلية النباتية.**
- **الوظيفة OCC مسؤولة عن هدم الأوبينات المحررة من طرف النبتة.**
- **الوظيفة ORI مسؤولة عن النسخ الذي يمكن البلاسميد من التكاثر.**

II – آليات الهندسة الوراثية.

① الوسائل المستعملة في الهندسة الوراثية:

أ – **بكتيريا Escherichia coli :** أنظر الوثيقة 1، لوحة 3.

اللوحـــــة 3

✪ الوثيقة 1: أهمية اختيار بكتيريا Eschérichia-coli في الهندسة الوراثية.

تعتبر العصية الكولونية La Colibacille E.coli ، الكائن المفضل عند العلماء المهتمين بميدان الهندسة الوراثية وذلك لعدة اعتبارات، أهمها القدرة الكبيرة لهذا الكائن على التكاثر (تنقسم كل 20 دقيقة)، و كذلك لتوفره بالإضافة للصبغي الأساسي على عدة بلاسميدات يمكن استغلالها كناقلات للمورثات، كما أن سيتوبلازم هذه البكتيريا غني بالجسيمات الريبية والعناصر الضرورية لتركيب البروتينات.

ب – **أنزيمات الفصل وأنزيمات الربط :** أنظر الوثيقة 2، لوحة 3.

a - أنزيمات الفصل les enzymes de restriction

إنها أنزيمات نوعية قادرة على التعرف في مستوى جزيئة ADN على تسلسلات دقيقة من القواعد الازوتية، وقطع الجزيئة على مستواها. ويحمل كل أنزيم فصل اسم النوع البكتيري الذي استخلص منه.

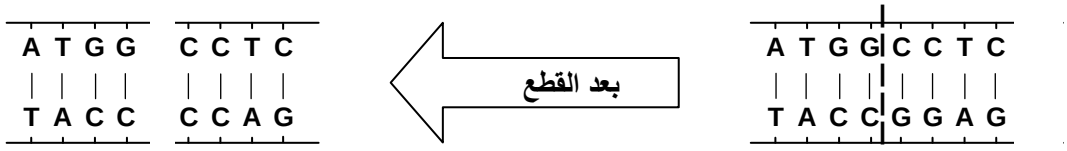
b - أنزيمات الربط Les ligases

هي أنزيمات نوعية قادرة على ربط أجزاء ADN مقطوعة، وذلك بربط الأطراف الموحدة مع بعضها حسب مبدأ تكاملية القواعد الازوتية.

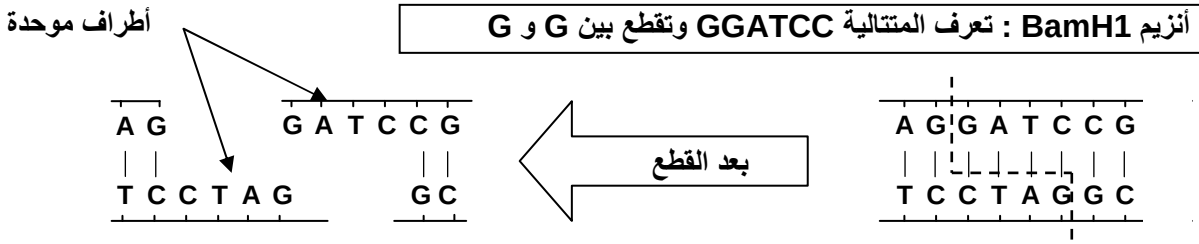
Moutamadris.ma

اللوحـــــــة 3

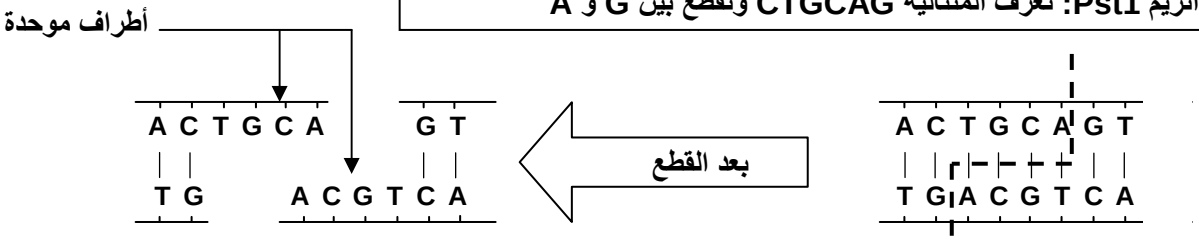
* أنزيم HaeIII : تعرف المتتالية GGCC وتقطع بين G و C



* أنزيم BamH1 : تعرف المتتالية GGATCC وتقطع بين G و G



* أنزيم Pst1: تعرف المتتالية CTGCAG وتقطع بين G و A



ج – **الناسخ العكسي :** أنظر الوثيقة 3، لوحة 3.

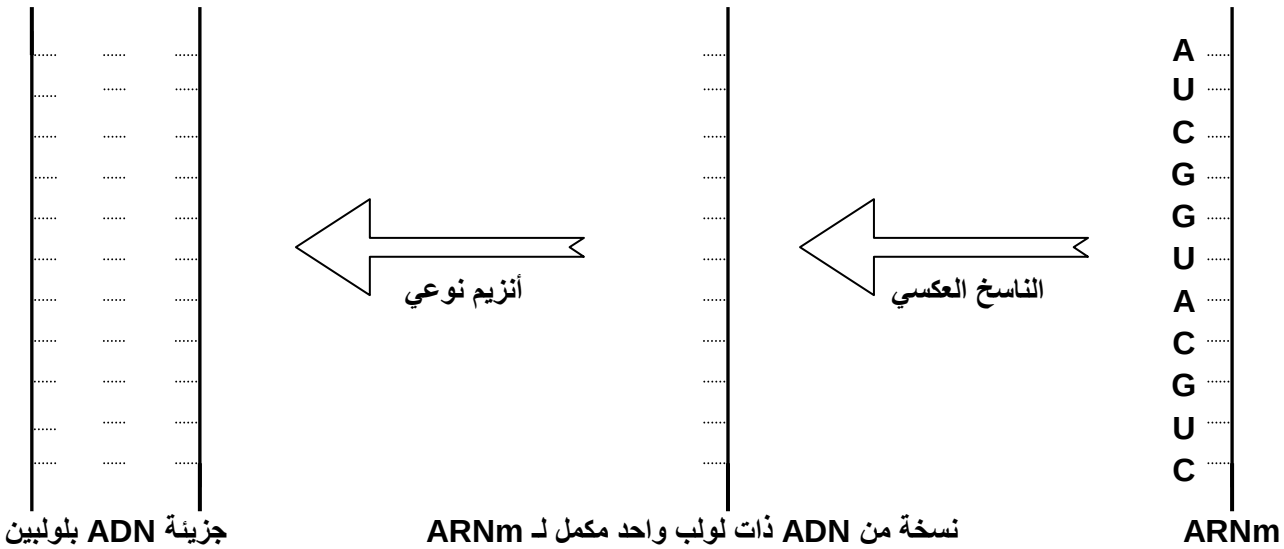
هو أنزيم يستطيع تركيب جزيئة ADN انطلاقا من جزيئة ARNm.

اللوحـــــــة 3

✪ **الوثيقة 3: الناسخ العكسي Transcriptase inverse.**

الناسخ العكسي هو أنزيم يعمل على تركيب جزيئة ADN انطلاقا من جزيئة ARNm، وهكذا يمكن تركيب المورثة التي ترمز لبروتين معين انطلاقا من ARNm الذي يرمز له.

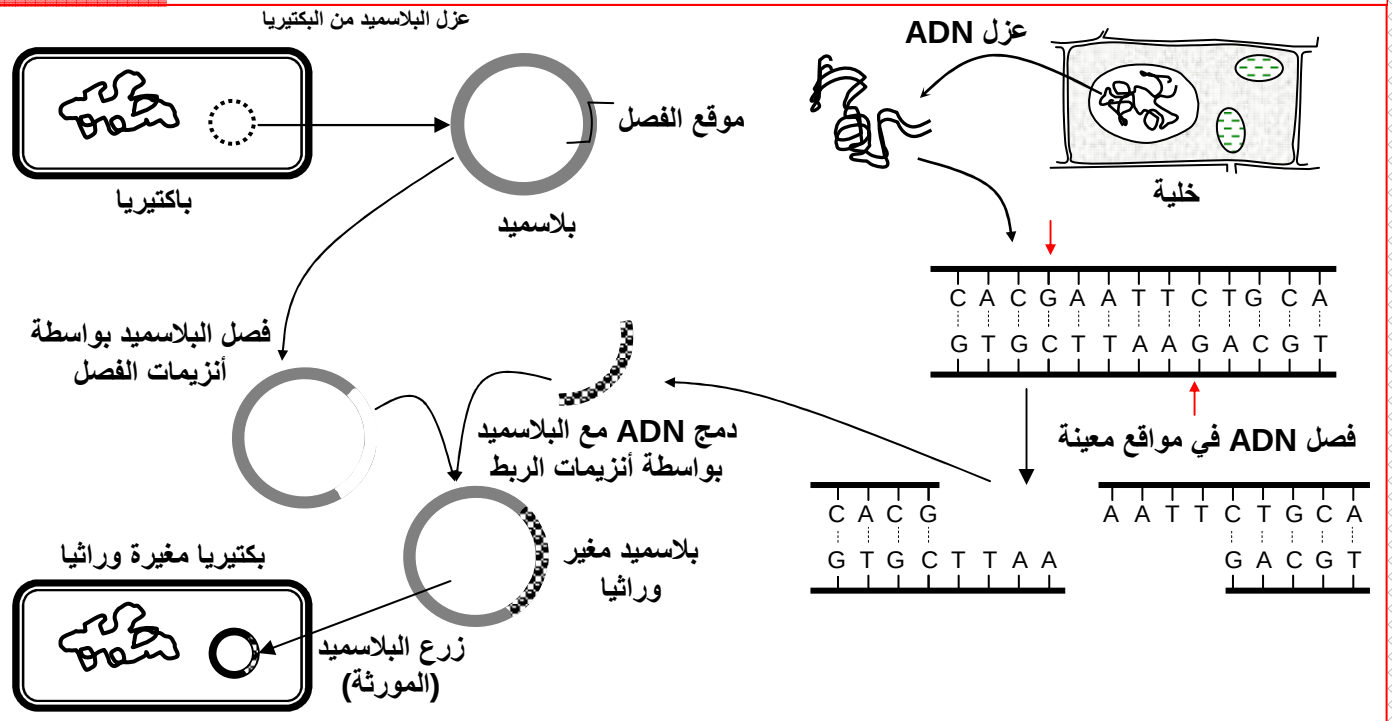
انطلاقا من جزيئة ARNm التالية، حدد خيبط ADN المنفرد الناتج عن النسخ العكسي، ثم حدد جزيئة ADN المزدوجة والتي تمثل المورثة المرغوبة.



Moutamadris.ma

② مراحل نقل مورثة إلى بكتيريا : أنظر الوثيقة 1، لوحة 4.

✪ الوثيقة 1: نقل المورثة من خلية إلى بكتيريا — **اللوحـــــة 4**



يتطلب نقل مورثة إلى بكتيريا معينة المرور من المراحل التالية:

أ – عزل المورثة (جزء من ADN)

بعد تحديد الصفة المرغوبة، يتم عزل المورثة التي ترمز لها، وذلك بطريقتين:

- عزل ADN الخلية التي تحتوي على المورثة المراد نقلها، ثم يتم تقطيع جزيئة ADN بواسطة أنزيمات الفصل.
- استخلاص ARNm من الخلية التي تحتوي على المورثة المراد نقلها، وبواسطة الناسخ العكسي يتم تركيب ADNc الذي يكون حاملا للمورثة المرغوبة، ثم تضاف لـ ADNc أطراف موحدة.

ب – إدماج المورثة داخل متعضي ناقل.

نستخرج من خلية E.coli ناقل معزول (= بلاسميد). يتم قطع البلاسميد بواسطة أنزيم الفصل. ثم يتم ربط ADN البلاسميد بالجزء من ADN المراد نقله بواسطة أنزيم الربط. فنحصل بذلك على بلاسميد مغير يتم إدخاله داخل متعضي ناقل (خلية E.coli).

ج – نقل وتلميم المورثة.

داخل علبة بيتري، يتم زرع البكتيريا المحتوية على ADN المغير، فتتكون لمات، يتم نقل هذه اللمات إلى علب جديدة، فنحصل بذلك على عدة لمات بعضها يحتوي على البكتيريا المغيرة وراثيا.

د – رصد البكتيريات المغيرة وراثيا. أنظر الوثيقة 2، لوحة 4.

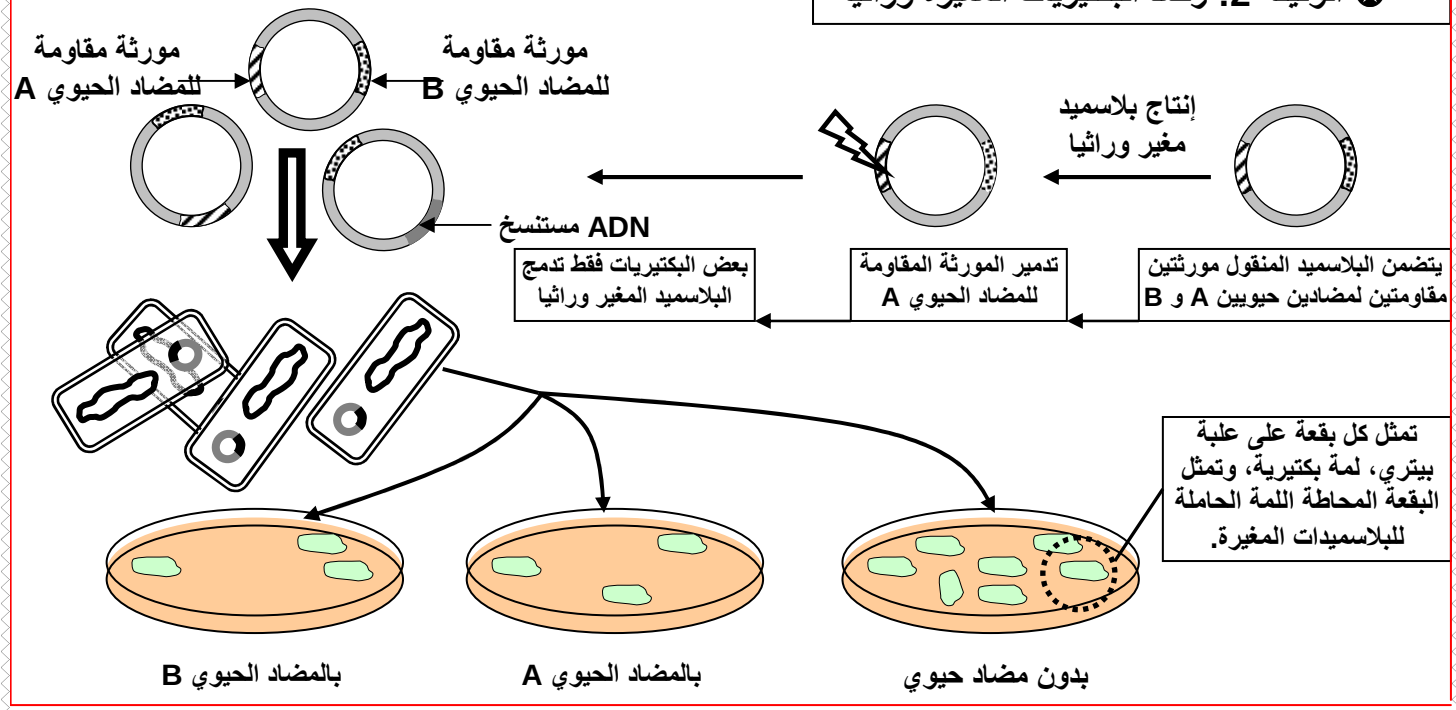
قبل زرع الخلايا لابد من التأكد من كونها تحتوي فعلا على البلاسميد المغير, نستغل لهذا الغرض خصائص البلاسميد، كخاصية المقاومة للمضادات الحيوية.

Moutamadris.ma

نلاحظ أن البلاسميد المستعمل في هذه الحالة يتميز بوجود مورثتين: المورثة A (مقاومة المضاد الحيوي A) والمورثة B (مقاومة المضاد الحيوي B).
بعد دمجه للمورثة الجديدة، فقد البلاسميد المورثة A دون أن يفقد المورثة B .ادن البكتيريا الحاملة للبلاسميد المغير ستكون حساسة للمضاد الحيوي A ومقاومة للمضاد الحيوي B . وهكذا يتم رصدها باستعمال هذه المضادات الحيوية.

اللوحـــــــة 4

✪ الوثيقة 2: رصد البكتيريات المغيرة وراثيا



ه – تعبير المورثة.

بعد الحصول على اللمات التي تحتوي على المورثة المطلوبة، يتم زرع هذه الخلايا المغيرة في مخمرات صناعية لتتكاثر وتنتج أكبر كمية من المادة الناتجة عن ترجمة المورثة المدمجة في البلاسميد.
لكي تقوم البكتيريا بإنتاج بروتينات لا تحتاجها، تضاف إلى المورثة المرغوبة وحدات وظيفية منظمة.

③ خلاصة : تعريف الهندسة الوراثية

الهندسة الوراثية هي استخلاص جزء من ADN حامل لمورثة مطلوبة، وزرعها في خلايا أخرى (بكتيريا أو خلايا الخميرة ...). وهكذا يتم الحصول اصطناعيا على خلايا هجينة لم تكن موجودة من قبل في الطبيعة، قادرة على إنتاج بروتينات معينة مطلوبة.

III – أمثلة لتطبيقات الهندسة الوراثية.

① الإنتاج الصناعي لهرمون النمو البشري أنظر نشاط 3، وثيقة1، لوحة 4.

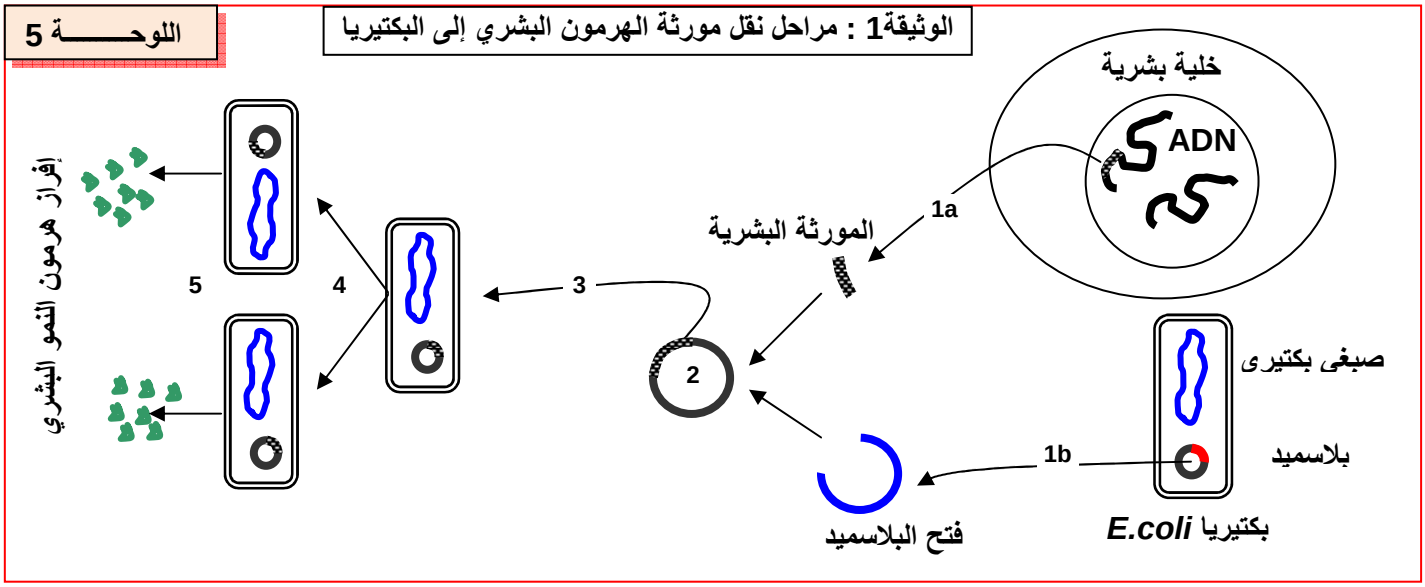
اللوحـــــــة 4

✪ الوثيقة 1: الإنتاج الصناعي لهرمون النمو HGH (Human growth hormone)

هرمون النمو البشري HGH يفرز من طرف الغدة النخامية، ويتكون من سلسلة بروتينية تتألف من 191 حمض أميني. وهو المسؤول عن نمو القامة، إذ يؤدي كل نقصان في إفرازه إلى تأخير في النمو. لتعويض هذا النقص، استغل هرمون النمو لدى الأبقار منذ 1944 لكن المحاولة كانت غير موفقة لاختلاف التركيب الكيميائي، كما استغلت كذلك مستخلصات نخامية من جثث بشرية. وهي كذلك غير كافية. لكن بفضل الهندسة الوراثية يتم حاليا إنتاج هرمون النمو بشكل وافر.
بالاعتماد على معلوماتك حول تقنيات الهندسة الوراثية، وعلى الوثيقة1 لوحة5، بين كيف يمكن إنتاج هرمون النمو.

Moutamadris.ma

a - نقل المورثة: أنظر الوثيقة 1، لوحة 5.



+ عزل المورثة المرغوب فيها: يمكن الحصول عليها إما بعزل ADN البشري وتجزيئه باستعمال أنزيمات الفصل. أو انطلاقا من ARNm المستخلص مباشرة من خلايا الغدة النخامية البشرية والذي يخضع بعد ذلك لعملية النسخ العكسي ثم بلمرة الشريط الأخر بفضل أنزيم البلمرة (ADN polymérase).

+ رصد الجزء المرغوب فيه ضمن أجزاء ADN المحصل عليها بعد تجزيئه.تذكر أننا نتوفر على معلومات كافية حول الجزء المبحوث عنه ضمن الأجزاء الناتجة عن تجزيء ADN. في البداية لابد من فصل الأجزاء فيما بينها: نستعمل تقنية الهجرة الكهربائية Elèctrophorése. بعد ذلك نسلط عليها ARN مجس (يكون مشعا وله القدرة على الارتباط بجزء ADN المبحوث عنه).

+ إدماج المورثة المحصل عليها في الوسيلة الناقلة: الوسيلة المستعملة هنا هي البلاسميد. هذه المرحلة تتطلب استعمال أنزيم الفصل لفتح البلاسميد ثم أنزيم الربط لدمج المورثة.

+ إدخال البلاسميد المركب(المغير) في البكتيرية قصد التكاثر(يمكن الإشارة هنا إلى أهمية ++Ca في امتصاص الخلية للبلاسميد المركب.

b - رصد البكتيريا المغيرة وراثيا:

تهدف هذه المرحلة إلى تحديد البكتيريا التي تتوفر بداخلها على البلاسميد المركب، والتي ستكون قادرة على إنتاج هرمون النمو(يمكن الإشارة إلى أهمية معرفة خصائص البلاسميد المستعمل قبل دمجه للمورثة الدخيلة كمقاومتها لبعض المضادات الحيوية).

c - زرع البكتيريا المركبة:

تزرع البكتيريا المركبة في مخمرات صناعية حيث جميع الظروف المناسبة في قيمتها المثلى قصد تسخيرها لإنتاج هرمون النمو بكمية وافرة.

d - استخلاص المنتوج (هرمون النمو):

تغمر البكتيريا في محلول سكري جد مركز (مفرط التوتر)، ثم يعاد غمرها في محلول جد مخفف، فتمتلئ الخلايا وتطرد الهرمون إلى الوسط الخارجي عبر ثقوب المحفظة.

Moutamadris.ma

② الإنتاج الصناعي للأنسولين Insuline أنظر وثيقة 2، لوحة 5.

اللوحـــــة 5

✪ الوثيقة 2: الإنتاج الصناعي للأنسولين Insuline

الأنسولين هرمون مخفض لنسبة السكر في الدم، ويتم إنتاجه من طرف خلايا β لجزيرات Langerhans البنكرياسية . وكل نقص في هذا الهرمون يؤدي إلى مرض السكري. الذي يعالج في هذه الحالة بحقن الشخص بالأنسولين الحيواني، إلا أن استعماله في هذه الحالة يؤدي إلى ظهور حالات أرجية، بحكم اختلاف التركيب الكيميائي بين أنسولين الحيوانات والأنسولين البشري.
بفضل تقنيات الهندسة الوراثية تم إنتاج الأنسولين البشري بكميات صناعية إذ تم تركيب المورثة انطلاقا من ARNm المسئول عن إفراز هذا الهرمون . ثم بعد ذلك نقلت هذه المورثة إلى متعضيات مجهرية كخميرة البيرة وبعض العصيات التي تقوم بعد ذلك بإنتاج هذا الهرمون وطرحه في الوسط الخارجي مباشرة.

انطلاقا من المعطيات السابقة ومن معارفك حول آليات الهندسة الوراثية:
1) بين أهمية اللجوء إلى الهندسة الوراثية لإنتاج الأنسولين البشري
2) أعط مراحل تطبيق الهندسة الوراثية لإنتاج الأنسولين البشري.

1) للأنسولين نفس الدور عند مختلف الثدييات، إلا أنه يظهر بعض الاختلافات في التركيب الكيميائي. ولذلك فاستعمال الأنسولين الحيواني عند الإنسان، يؤدي إلى ظهور حالات أرجية. ومن هنا تظهر أهمية اللجوء إلى الهندسة الوراثية لإنتاج أنسولين مطابق للأنسولين البشري. كما أن هذا الأنسولين يكون بكميات وافرة، وبكلفة أقل.

2) مراحل تطبيق الهندسة الوراثية لإنتاج الأنسولين البشري :
+ عزل الصبغي المتضمن للمورثة المعنية.
+ قطع ADN المراد استعماله بواسطة أنزيم الفصل.(تظهر على ADN المقطوع أطرافا موحدة).
+ استخراج البلاسميد (ناقل) من بكتيريا
+ قطع ADN البلاسميد بواسطة أنزيم الفصل. (يملك ADN البلاسميد المقطوع أطرافا موحدة، والتي تتكامل مع أطراف ADN البشري المعزول).
+ دمج المورثة على البلاسميد بواسطة أنزيم الربط.
+ نقل البلاسميد إلى داخل البكتيريا.
+ رصد البكتيريات المغيرة وراثيا.
+ تلميم البكتيريات للحصول على لمات تتوفر على المورثة المراد نقلها.
+ حث البكتيريات المغيرة وراثيا على إنتاج الأنسولين.

③ نقل القدرة على محاربة الحشرات الضارة أنظر وثيقة 3، لوحة 5.

لمقاومة أسروعات الفراشات النارية، استعمل المزارعون المبيدات الحشرية، إلا أنها أعطت نتائج جد محدودة. لهذا لجأ الباحثون إلى الهندسة الوراثية لنقل المورثة المسؤولة عن إنتاج بروتين سام بالنسبة للأسروعات، ودمجه مع جينوم خلايا النبتة، فتصبح بذلك مقاومة للأسروعات.

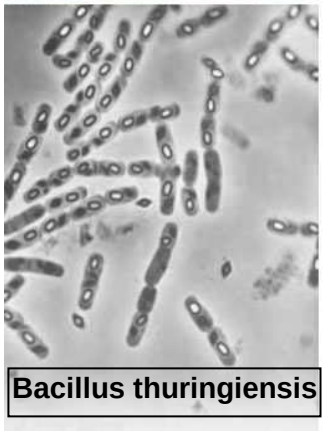
Moutamadris.ma

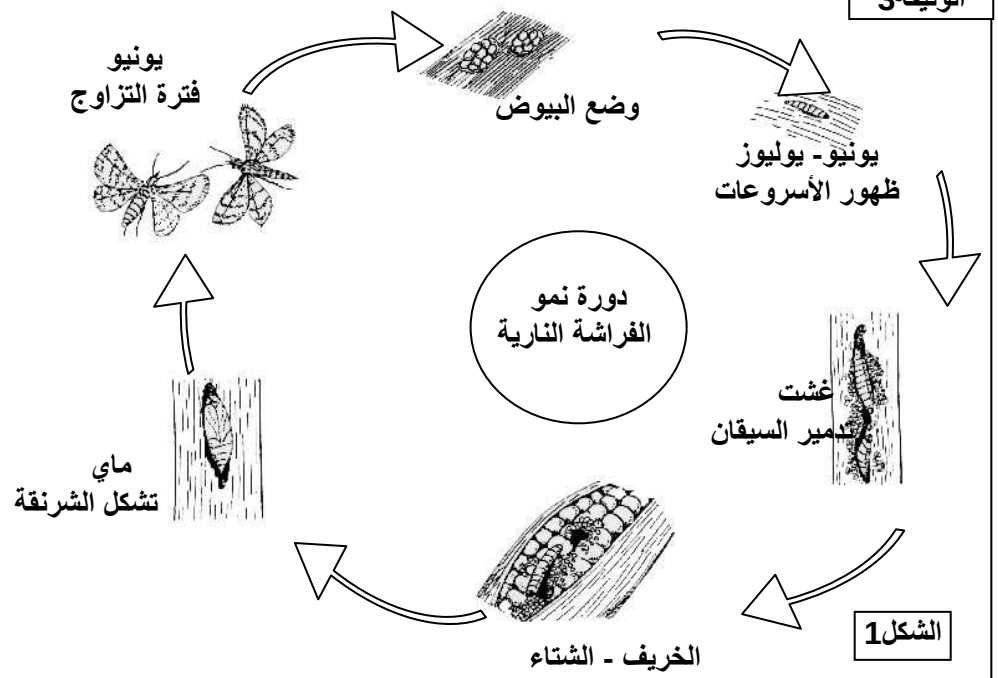
اللوحـــــــة 5

✪ الوثيقة 3: نقل القدرة على محاربة الحشرات الضارة.

تعتبر أسروعات الفراشات النارية (*Ostrinia nubilalis*) La pyrale du maïs ، أكبر متلف لنبات الذرة، إذ تتوغل الأسروعات داخل ساق النبتة لتتغذى على أنسجتها، كما تحدث أضرارا على مستوى السنابل والبذور، فيصبح النبات المصاب ضعيف النمو.

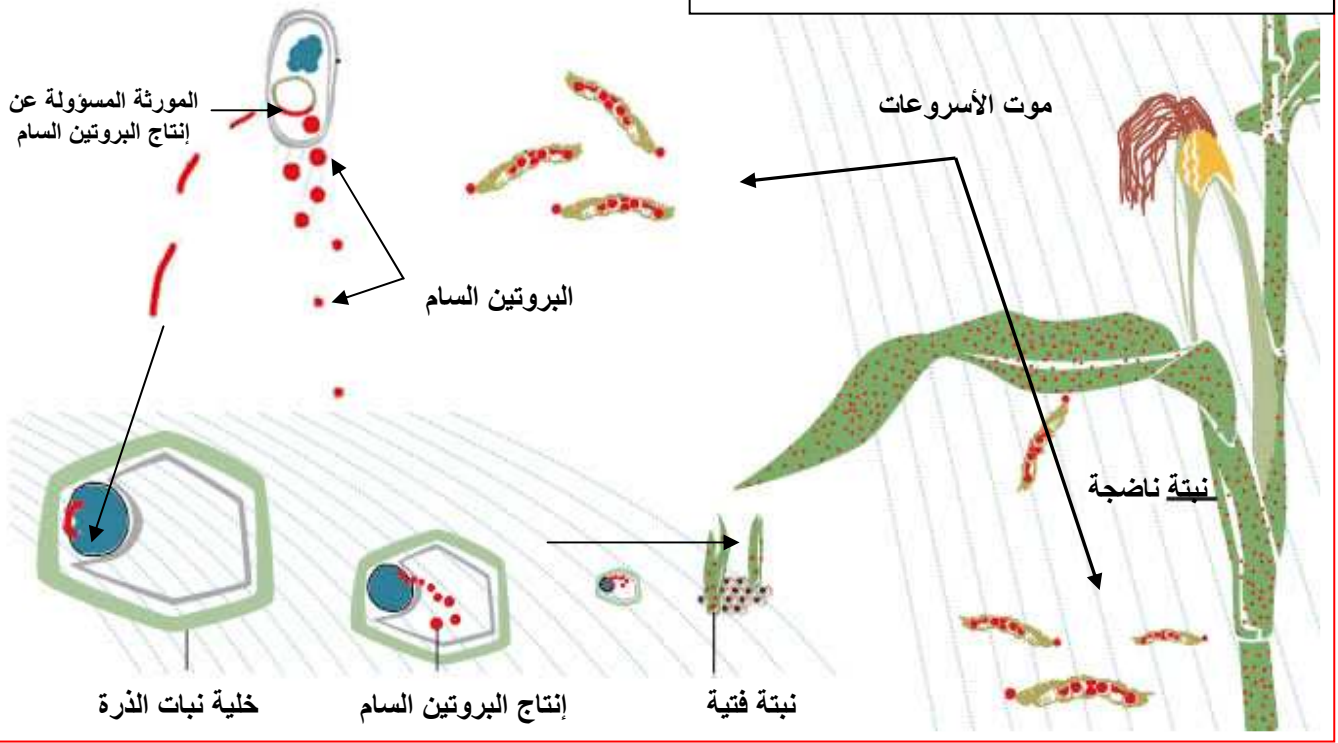
لمقاومة أسروعات الفراشات النارية، اكتشف بعض العلماء نوعا من البكتيريات تدعى Bacillus thuringiensis تستطيع تركيب بروتين سام بالنسبة للأسروعات، وغير ضار بالنسبة للفقريات.





تعطي الوثيقة 4 لوحة 6، مراحل نقل مورثة البروتين السام لنبات الذرة.

اللوحـــــــة 6



Moutamadris.ma

+ تعرف المورثة ذات النفع عند المتعضي المعطي (بكتيريا Agrobacterium turingiensis).
+ عزل المورثة ذات النفع.
+ دمج المورثة ذات النفع داخل بلاسميد ناقل.
+ تلميم البلاسميد المغير وراثيا.
+ رصد الخلايا المغيرة وراثيا.
+ إنبات نبتات مغيرة وراثيا.

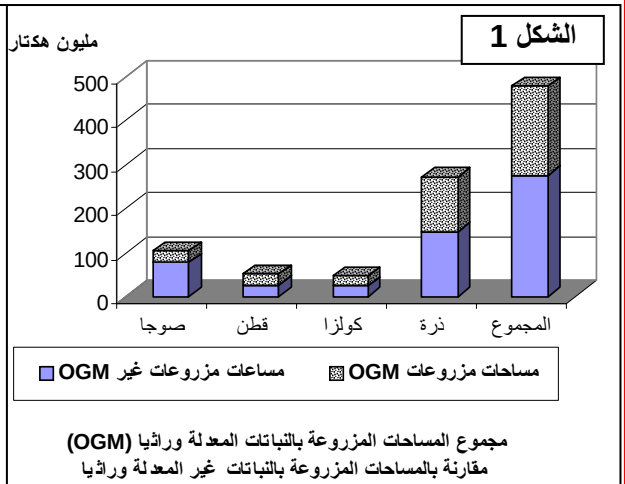
④ الرفع من المردود الزراعي أنظر وثيقة 5، لوحة 6.

اللوحـــــة 6

الوثيقة 5: الرفع من المردود الزراعي بواسطة المتعضيات المعدلة وراثيا (OGM)

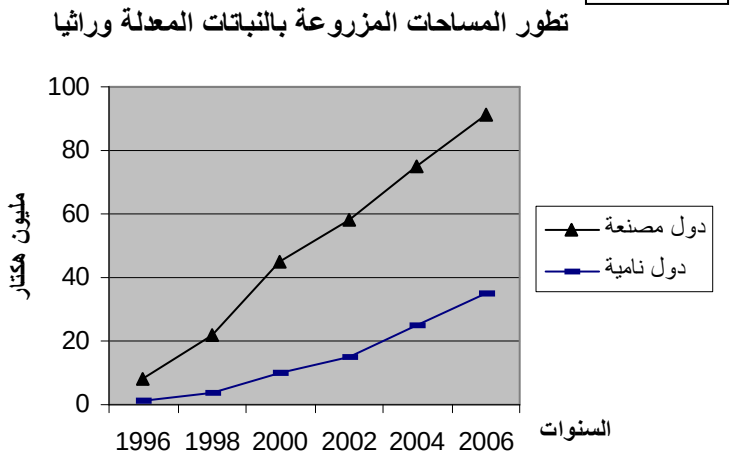
انطلاقا من المعطيات التالية استخرج خاصيات المتعضيات المعدلة وراثيا واستنتج انعكاساتها على مردودية الإنتاج.

الشكل 1



مجموع المساحات المزروعة بالنباتات المعدلة وراثيا (OGM)
مقارنة بالمساحات المزروعة بالنباتات غير المعدلة وراثيا

الشكل 2



الشكل 3

خاصيات بعض أنواع المتعضيات المعدلة وراثيا			
صوجا	ذرة	قمح	بطاطس
- تحمل المبيدات العشبية. - تغيير في تركيب الزيت والبروتينات - انتاج جزيئات نوعية كالأنزيمات.	- مقاومة الحشرات الضارة - تحمل المبيدات العشبية - مقاومة الأمراض تغيير نسبة البروتينات.	- تحمل المبيدات العشبية - مقاومة الأمراض. تغيير نسبة النشا.	

الشكل 4

نوع الزراعات	المساحة العالمية المزروعة بمليون هكتار	النسبة المائوية
صوجا متحملة لمبيد العشب	48.4	% 60
الذرة Bt	11.2	%14
الكولزا متحمل لمبيد العشب	4.3	% 5
قطن متحمل لمبيد العشب	1.5	% 2
ذرة متحملة لمبيد العشب	4.3	% 5
قطن Bt	4.5	% 6
قطن Bt متحمل لمبيد العشب	3	% 4
المجموع	81	%100

مكنت الهندسة الوراثية من الحصول على نباتات معدلة وراثيا، بحيث ساهمت هذه التقنية في:
+ جعل بعض النباتات مقاومة للحشرات (كالذرة والقطن).
+ جعل بعض النباتات مقاومة للمبيدات التي تستعمل في قتل الحشرات الضارة والأعشاب الطفيلية.
نقل المورثات البكتيرية المسؤولة عن تثبيت أزوت الهواء إلى النباتات وجعلها قادرة على امتصاص الازوت، مما يسمح بعدم استعمال الأسمدة الازوتية.
+ رفع القدرة على إنتاج بروتينات يحتاجها الإنسان في تغذيته.
وبهذا يتم الرفع من مردودية الإنتاج، والتقليص من كلفة الإنتاج.

Moutamadris.ma