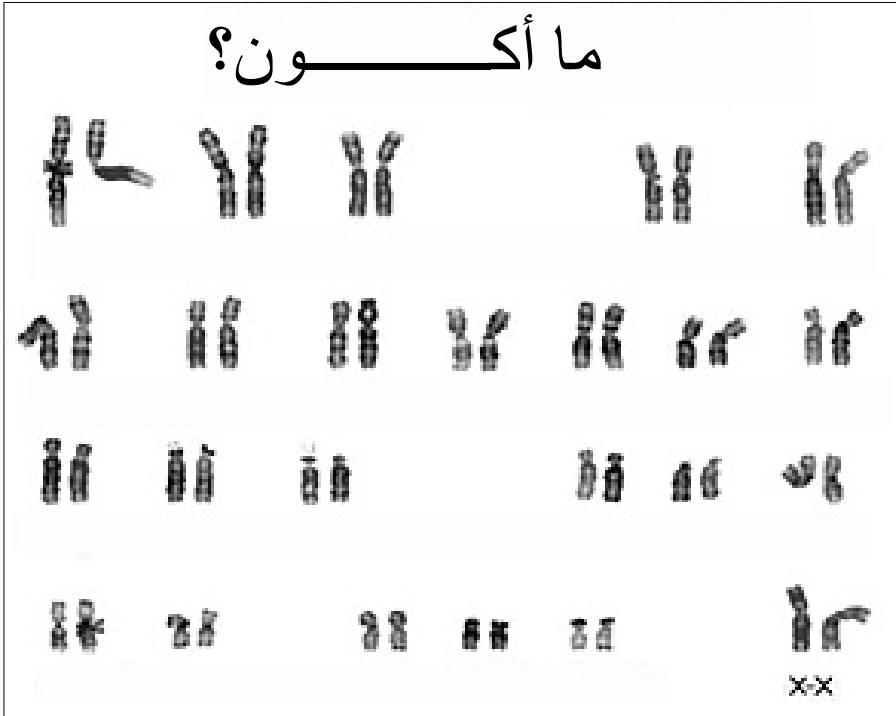


عنوان الوحدة:

الخبر الوراثي: طبيعته، نقله، آلية تعبيره، الهندسة الوراثية

مستوى السنة الثانية بكالوريا شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض
والسنة الأولى بكالوريا شعبة العلوم الرياضية "أ"

ما أكون؟



اقتراح: الأستاذة خديجة زكريط

البرنامج الخاص بتدريس مادة علوم الحياة والأرض.

السنة الأولى شعبة العلوم الرياضية.

والسنة الثانية شعبة العلوم التجريبية - مسلك علوم الحياة والأرض

الوحدة الثانية: طبيعة الخبر الوراثي وآلية تعبيره - الهندسة الوراثية.

الحصص		
	الثانية الإعدادية: التوالد عند الكائنات الحية وانتقال الصفات الوراثية عند الإنسان. الجذع المشترك العلمي: التوالد عند النباتات.	المكتسبات القبلية
14 ساعة (16 س ع ر)	<p>* مفهوم الخبر الوراثي:.....</p> <ul style="list-style-type: none"> - تموضع الخبر الوراثي داخل نواة الخلية. - دور الصبغيات في نقل الخبر الوراثي من خلية إلى أخرى. + مراحل الانقسام غير المباشر عند خلية نباتية وأخرى حيوانية. + الدورة الخلوية. - الطبيعة الكيميائية للمادة الوراثية. + تركيب وبنية كل من الصبغيات وجزئية L'ADN. + آلية مضاعفة L'ADN. - تعريف كل من الصفة والمورثة والحليل والطفرة. - العلاقة صفة - بروتين ومورثة - بروتين. + الدلالة الوراثية للطفرة، الرمز الوراثي. 	المضامين المراد دراستها والغلاف الزمني المخصص لكل منها
04 ساعات	<p>* آلية تعبير الخبر الوراثي: مراحل تركيب البروتينات:..... (الاستنساخ، الترجمة والاستطالة)</p>	
11 ساعة (10 س ع ر)	<p>* الهندسة الوراثية: مبادئها وتقنياتها:.....</p> <ul style="list-style-type: none"> - مراحل نقل مورثة، مفهوم التغيير الوراثي. - انتقال مورثات Agrobacterium tumefaciens إلى نبات. - نقل مورثة إلى بكتيرية معينة. - بعض الأمثلة لتطبيق الهندسة الوراثية: - الإنتاج الصناعي لهرمون الأنسولين البشري. - لإنتاج الصناعي لبروتينات سامة توجه ضد الحشرات الضارة. - الرفع من المردود الزراعي بواسطة المتعضيات المعدلة وراثيا. 	
30 دقيقة	- في بداية معالجة الوحدة.	التقويم القبلي
60 دقيقة	- في منتصف الوحدة.	التقويم التكويني
90 دقيقة	- عند نهاية الوحدة.	+ الدعم
120 دقيقة	- عند نهاية معالجة الوحدة وينبغي أن يشمل مكونات الوحدة.	التقويم الإجمالي
34 ساعة	المجموع	

الفهرس

الصفحة	العنوان
3	تقديم عام للوحدة
4	الفصل الأول: تموضع الخبر الوراثي وطبيعته الكيميائية.
31	الفصل الثاني: آلية تعبير الخبر الوراثي.
43	الفصل الثالث: الهندسة الوراثية، مبدؤها، تقنياتها وتطبيقاتها.

تقديم عام للوحدة

ينتج التوأمان الحقيقيان عن بيضة واحدة، انقسمت فأعطت جنينين مستقلين، تطورا بصفة مستقلة أحدهما عن الآخر. والتوأمان الحقيقيان يكونان دائما من نفس الجنس ولهما نفس الصفات المرفولوجية (المتعلقة بالشكل) والفيزيولوجية.

إن التشابه في الصفات عند التوأمين الحقيقيين يدل على أنهما تلقيا نفس الخبر من الخلية الأصلية (البيضة) وأن الخلية تملك خبرا ينتقل خلال الانقسامات المتتالية، إنه **الخبر الوراثي = البرنامج الوراثي** Information génétique = Programme génétique

أصل التوأمين الحقيقيين
وبعض مميزاتها المرفولوجية

**** اعتمادا على معارفك وعلى المعلومات المقدمة إليك، قارن بين مميزات التوأمين الحقيقيين**

**** ماذا يمكنك استنتاجه من خلال هذه المقارنة ومن خلال أصل التوأمين الحقيقيين؟**

**** ما هي التساؤلات التي تطرحها دراسة هذا المثال؟**

بويضة واحدة

حيوان منوي واحد

بيضة واحدة = خلية أصل

انقسام البيضة إلى خليتين مستقلتين

عدة انقسامات

عدة انقسامات

توأمان حقيقيين



1

- ✿ ففي أي جزء من الخلية يتموضع الخبر الوراثي وما هي طبيعته؟
- ✿ كيف ينتقل الخبر الوراثي من خلية إلى أخرى وما هي آلية تعبيره؟
- ✿ إلى أي حد تمكن المعارف المتعلقة بطبيعة الخبر الوراثي من التحكم في الصفات الوراثية للكائنات الحية بشكل يخدم صالح البشرية؟

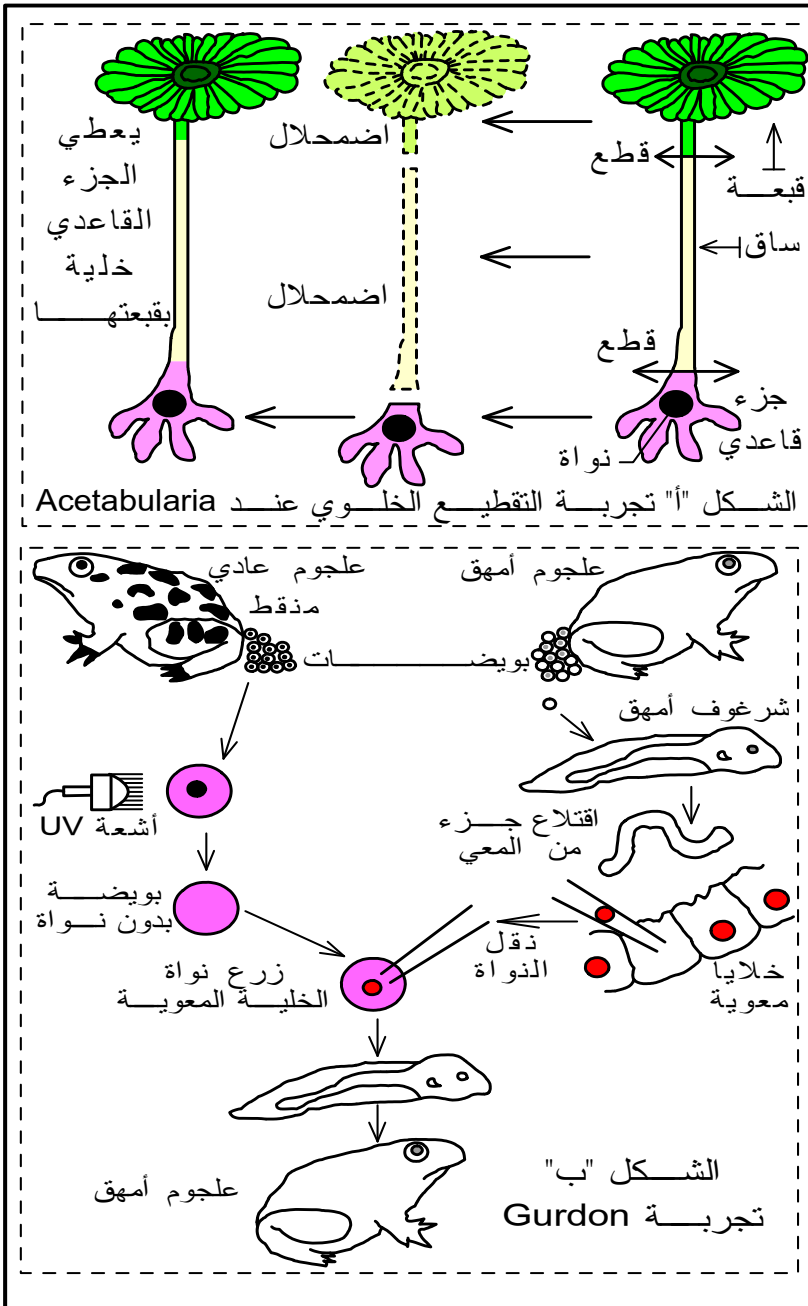


الفصل الأول

تموضع الخبر الوراثي وطبيعته الكيميائية

I في أي جزء من الخلية يتموضع الخبر الوراثي؟

1 - معطيات تحرسة (الوثيقة 2)



لتحديد موضع الخبر الوراثي في الخلية، نقتراح عليك التجربتين التاليتين:

**** تجربة التقطيع الخلوي عند الأسيتابولاريا:**

الأسيتابولاريا طحلب مائي وحيد الخلية، تم تقطيع جسم هذه الخلية إلى جزأين جزء منوى (يضم النواة) وجزء غير منوى فحصلنا على النتائج المدونة في وثيقة الشكل "أ".

1- ما ذا يمكنك استخلاصه من خلال تحليلك لنتائج هذه التجربة؟

**** تجربة Gurdon:**

والممثلة نتائجها في وثيقة الشكل "ب".

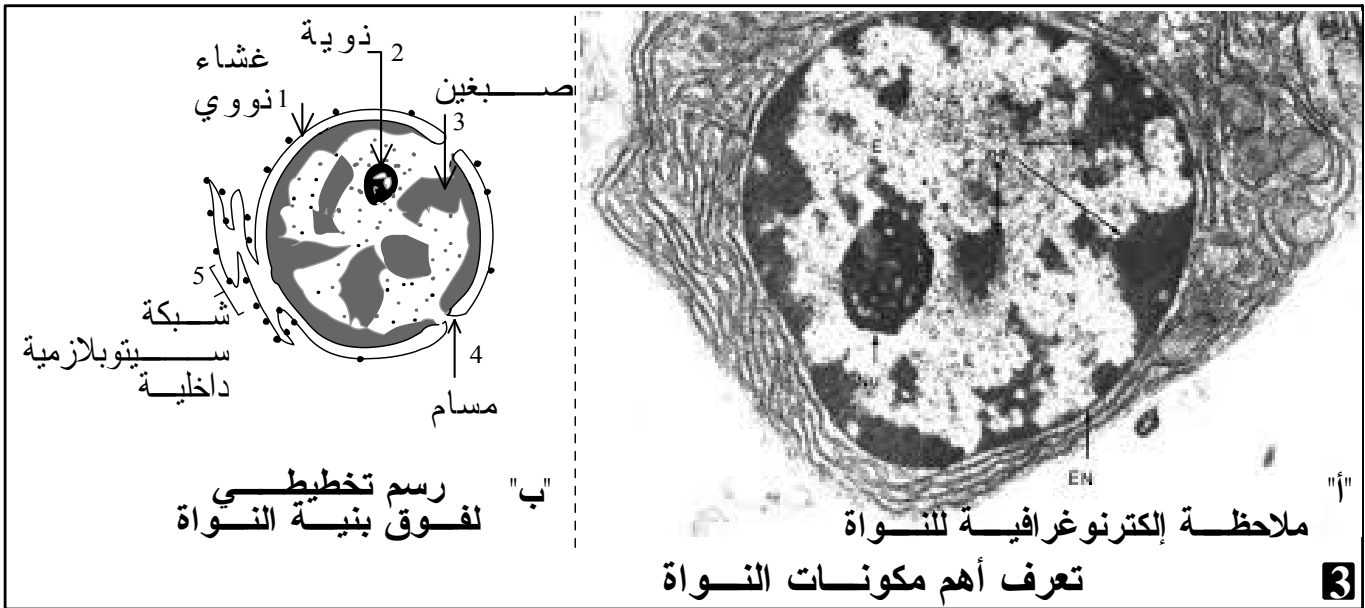
2- ما ذا يمكنك استخلاصه من خلال تحليلك لنتائج تجربة Gurdon

K Zekrite.doc

2

- 1- تقشل الأجزاء غير المنواة في النمو وتضمحل، بينما ينمو الجزء المنوى فيجدد الجزء المبتور بشكل شبيه تماما للخلية الأصلية.
- 2- نقطتين أساسيتين يمكن استخلاصهما من خلال هذه التجربة:
 - * النواة ضرورية لحياة الخلية.
 - * تتحكم النواة في الصفات المميزة للخلية، فهي إذن مقر الخبر الوراثي.
- 3- يرث العلجوم الابن صفة المهق من الأب الذي ورثه نواة خليته الأصل.
 - * تؤكد هذه التجربة صحة الاستنتاج الثاني السابق.
 - * يمكن تزويد التلميذ بتفسير موجز لعملية الاستنساخ (الجدارية).

2 - فوق نية النواة الوثيقة 3



3 - خلاصة

تؤكد المعطيات التجريبية السابقة وجود خبر وراثي يتموضع داخل نواة الخلية وهو المسئول عن البرنامج الوراثي الذي يتحكم في جميع الصفات (caractères) والخصائص النوعية للكائنات الحية.

II انتقال الخبر الوراثي خلال الانقسام الخلوي غير المباشر

1 - ملاحظات

- 5 طبيعة الخبر الوراثي وآلية تعبيره، الهندسة الوراثية في برنامج السنة الثانية بكالوريا علوم الحياة والأرض والأولى علوم رياضية "أ" اقتراح الأستاذة خديجة زكريط ثانوية أبطيح التأهيلية

- تتجدد كل خلايا الأمعاء الدقيقة كل 4 أيام، كما يتم تعويض مليون خلية معوية كل دقيقة تقريبا بخلايا شبيهة تماما للخلايا الأم.
 - تتجدد كل خلايا الجلد في ظرف 25 يوما تقريبا.
 - إن أصل كل كائن حي خلية واحدة تسمى البيضة . أما جسم الإنسان البالغ فيتكون من 100 ألف مليار خلية.
- ماذا يمكنك استنتاجه من خلال هذه المعطيات؟

* تخضع الخلايا الحيوانية والنباتية إلى انقسام نسميه **الانقسام غير المباشر = la mitose**.
 * **يضمن الانقسام غير المباشر تكاثر الخلايا وتجدها مع نقل الخبر الوراثي كاملا (وبدون تغيير) من الخلية الأم إلى الخليتين البنيتين.**

2 - الانقسام غير المباشر

أ - محاذاة نباتية :

a ملاحظات إلكتروغرافية (الوثيقة 4)

4

إليك بعض الصور الإلكترونية لمرحلة لانقسام غير مباشر عند خلية نباتية وهي غير مرتبة

....."أ" "ب" "ت" "ج".....

** رتب هذه المراحل حسب تسلسلها الزمني الافتراضي

** ناسب لكل مرحلة اسمها الصحيح من خلال ما يلي:

المرحلة التمهيديّة - المرحلة الاستوائية - المرحلة الانفصالية - المرحلة النهائية

أجوبة:

1) الترتيب الافتراضي للمراحل: ت ← أ ← ب ← ج.

2) أسماء المراحل:

ب = المرحلة الانفصالية

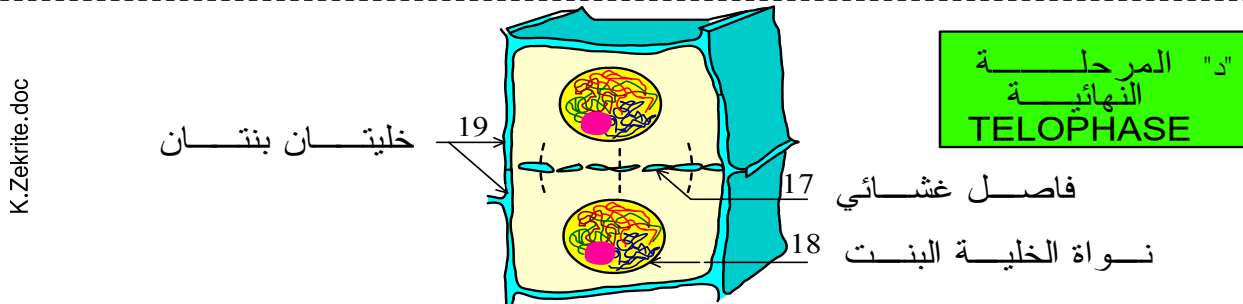
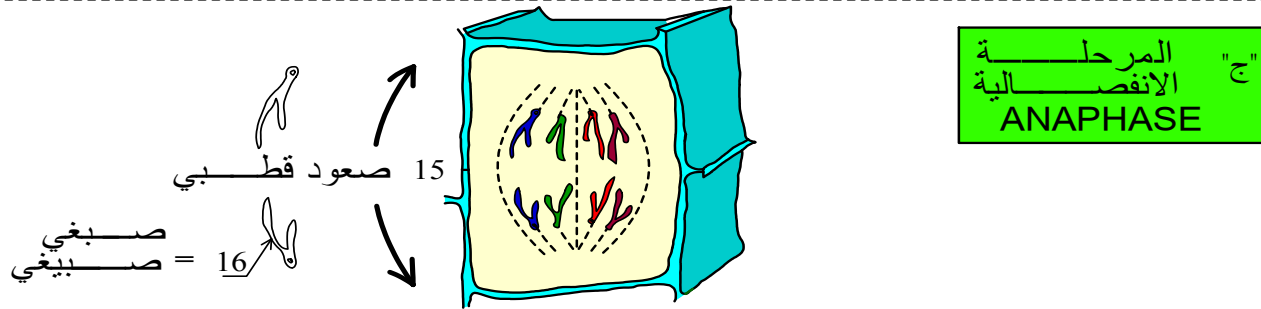
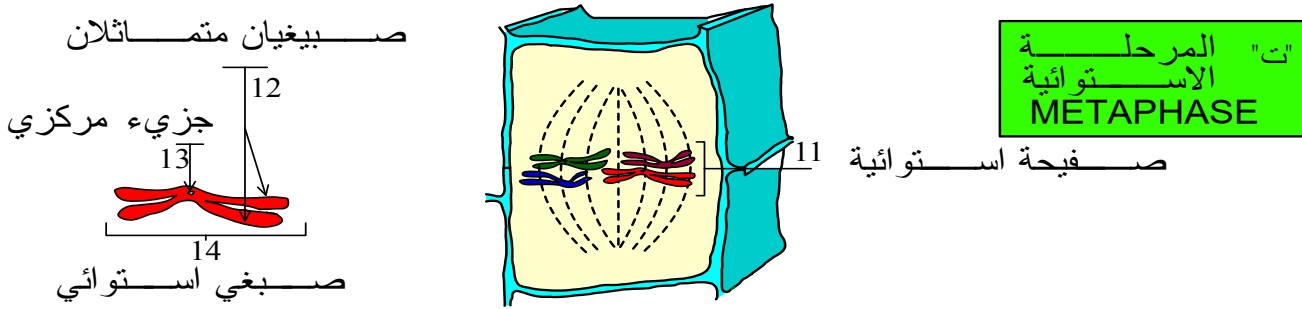
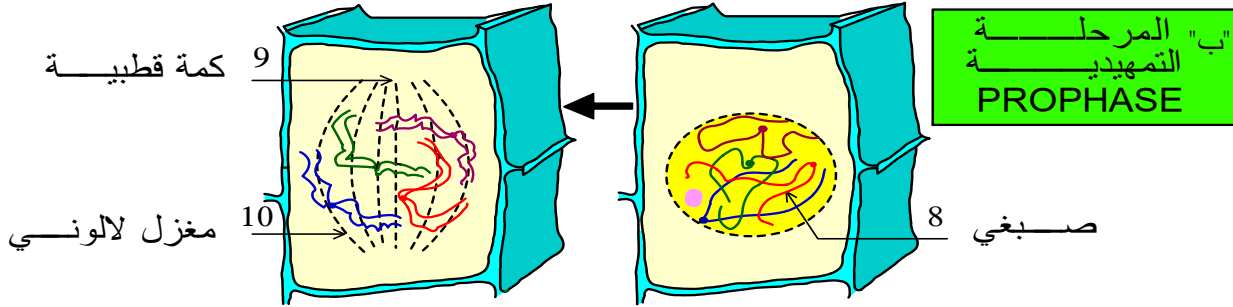
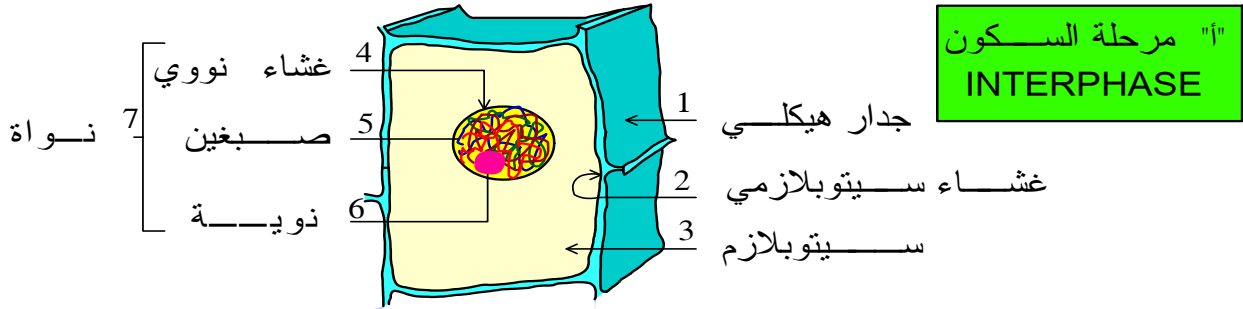
ت = المرحلة التمهيديّة

ج = المرحلة النهائية

أ = المرحلة الاستوائية

b - مراحل الانقسام غير المباشر (الوثيقة 5 في الصفحة الموالية)

إليك بعض الرسوم التخطيطية لمراحل الانقسام غير المباشر عند خلية نباتية:
 ** بعد تحديد أسماء العناصر المشار إليها بأسمهم وأسماء المراحل، صف مميزات كل مرحلة
 ** لون كل صبغي بلون مختلف واحسب عدد صبغيات هذه الخلية 6 صبغيات.



5 رسم تخطيطي لمراحل الانقسام غير المباشر عند خلية نباتية

2 - يعتبر الانقسام غير المباشر ظاهرة متتالية الأحداث، تتكون من 4 مراحل أساسية تتناوب مع مرحلة أطول تدعى مرحلة السكون:

✳ **الطور التمهيدي** = la prophase: يستغرق هذا الطور أطول مدة ويتميز ب:

✍ انتفاخ النواة، الذي ينتهي بانفجارها فيتلاشى الغشاء النووي.

✍ اختفاء النوية.

✍ اختفاء **الصبغين** = la chromatine تدريجياً وظهور **خييطات تسمى الصبغيات** =

الكروموزومات = les chromosomes، يمنع تشابكها في هذا الطور إمكانية تعدادها.

✍ في منتصف هذا الطور يبدو كل صبغي مكونا من خيطين متشابهين يسمى كل منهما **صبغي**

، chromatide=

تجمع بينهما منطقة خاصة تسمى بالجزء المركزي.

✍ بداية ظهور مغزل من الخييطات بين قطبي الخلية، يسمى **مغزل الانقسام** = **المغزل اللالوني** =

.Fuseau achromatique.

✍ كما يلاحظ وجود منطقة فاتحة في القطبين (تغيب فيها خييطات المغزل) نسمي كلا منها **بالكمة**

القطبية = calotte polaire.

✳ **الطور الاستوائي** = la métaphase: طور قصير المدة (بضع دقائق)، يتميز ب:

✍ تقلص الصبغيات فتصبح قصيرة وواضحة، حيث يمكن عدّها.

✍ تموضع الصبغيات وسط الخلية وعلى خط استوائها مكونة ما يسمى **بالصفحة الاستوائية**.

✍ يبقى كل صبغي مشكلا من صبيغين متماثلين متصلين على مستوى الجزء المركزي، حيث

يرتبط هذا الأخير بأحد ألياف المغزل اللالوني.

✳ **الطور الانفصالي** = Anaphase: طور سريع (2 إلى 3 دقائق)، خلاله:

✍ ينشطر كل جزء مركزي فينفصل كل صبغي عن مثيله.

✍ يهاجر الصبيغيان الناتجان في منحنيين متعاكسين نحو أحد قطبي الخلية، وذلك نتيجة تقلص خيوط

المغزل اللالوني، هذا ما نسمي بالصعود القطبي. تؤدي هذه العملية إلى هجرة مجموعتين متماثلتين من

الصبغيات في اتجاهين متضادين، حيث أن كل صبغي من الخلية الأولية ممثل في كل من المجموعتين

بصبغي (= صبيغي) ابن.

✳ **الطور النهائي** = Télaphase: تقارب مدته مدة الطور التمهيدي ويتميز ب:

✍ اختفاء المغزل اللالوني.

✍ اختفاء الصبغيات وتشكل كتلة من الصبغين.

✍ تكون غشاء نووي حول كل كتلة من الصبغين، بذلك يتم انقسام النواة.

✍ ظهور فاصل غشائي (جدار هيكلي جديد) في وسط الخلية، فينقسم السيتوبلازم، وبذلك تتشكل

خليتان بنتان، تدخل كل منهما في طور السكون.

ملحوظة: يصعب الفصل بين حدود الأطوار الأربعة، حيث أن الانقسام ظاهرة متواصلة .

ج - مقارنة بين الانقسام عند الخلية الحيوانية و عند الخلية النباتية:

- ♣ يتم انقسام الخلية النباتية والخلية الحيوانية في نفس المراحل: المرحلة التمهيديّة، المرحلة الاستوائية، المرحلة الانفصالية والمرحلة النهائية، وتتشابه هذه المراحل في خطوطها العريضة.
- ♣ يتميز انقسام الخلية الحيوانية عن انقسام الخلية النباتية ببعض الظواهر الخاصة:
 - تتوفر الخلية الحيوانية على عضي خاص يسمى **الجسيم المركزي** (يتشكل بدوره من مريكزين)، خلال الطور التمهيدي، ينشط هذا العضي فيعطي مريكزين، تنطلق منهما كل خيوط المغزل اللالوني فنسمي كلا منهما **نجيمة**، تبتعد النجيمتان عن بعضهما وتتموضع كل منهما في أحد قطبي الخلية. (تذكر أن المنطقة القطبية للخلية النباتية فارغة نسميها بالكمة القطبية).
 - في الطور النهائي، ينغمد الغشاء السيتوبلازمي في خط استواء الخلية الحيوانية محدثا شقا يفصل الخلية إلى جزأين متساويين، إنه **الاختناق الاستوائي** (التضييق الاستوائي) =Etrangement=équatorial، (تذكر أن انقسام السيتوبلازم عند الخلية النباتية يتم ببناء فاصل)

ملحوظات:

- ◆ لا تنقسم الخلايا العصبية، وبذلك لا تتكاثر ولا تتجدد، حيث يولد المولود حاملا لعدد قار من هذه الخلايا، وكل تلف لا يعوض.
- ◆ الخلايا السرطانية، خلايا فقدت السيطرة على الانقسام، حيث تنقسم بطريقة سريعة جدا وغير منتظمة وبذلك تتسلل هذه الخلايا بين الأنسجة مشكلة أوراما.
- ◆ تتحكم عدد من العوامل في انطلاق الانقسام، منها حجم السيتوبلازم، بعض المواد الكيميائية في السيتوبلازم، كمية مواد القيت في الخلية، الهرمونات الدرقية (خلل في هذه الغدة يؤدي إلى القزمية)، الهرمونات الجنسية (ينمو الشخص بسرعة أثناء فترة البلوغ مع بداية نشاط الغدد التناسلية)...

د - خلاصة وطرح تساؤلات

✿ يكون طور السكون والانقسام غير المباشر الذي يليه دورة خلوية.
✿ يضمن الانقسام غير المباشر ثباتا في عدد الصبغيات وفي الصفات الوراثية، حيث تحتفظ الخليتان البنتان بنفس عدد و صنف صبغيات الخلية الأم وبنفس صفاتها الوراثية.

✿ تطرح هذه الخلاصة تساولين اثنين:

- كيف تحتفظ الخلية بعدد الصبغيات قارا رغم الانقسام؟
- أليست الصبغيات حاملة للخبر الوراثي؟

3 - الصبغات دعامة الخبر الوراثي

أ - تعداد ومظهر الصبغيات

بعض الأنواع الأحادية الصيغة الصبغية	بعض الأنواع الثنائية الصيغة الصبغية	
	نباتات	حيوانات
07 فطر نوروسبورا	16 البصل	08 ذبابة الخل
07 فطر صورداريا	18 الخميرة	26 الضفدعة
04 فطر البينيسيليوم	20 Acetabulria طحلب	38 القط
01 البكتيريا	24 الأرز	40 الفأر
	22 اللوبيا	46 الإنسان
	48 التبغ	64 الحصان
	48 البطاطس	78 الدجاجة

الوثيقة 6: عدد الصبغيات عند بعض الأنواع
حل معطيات هذه الوثيقة

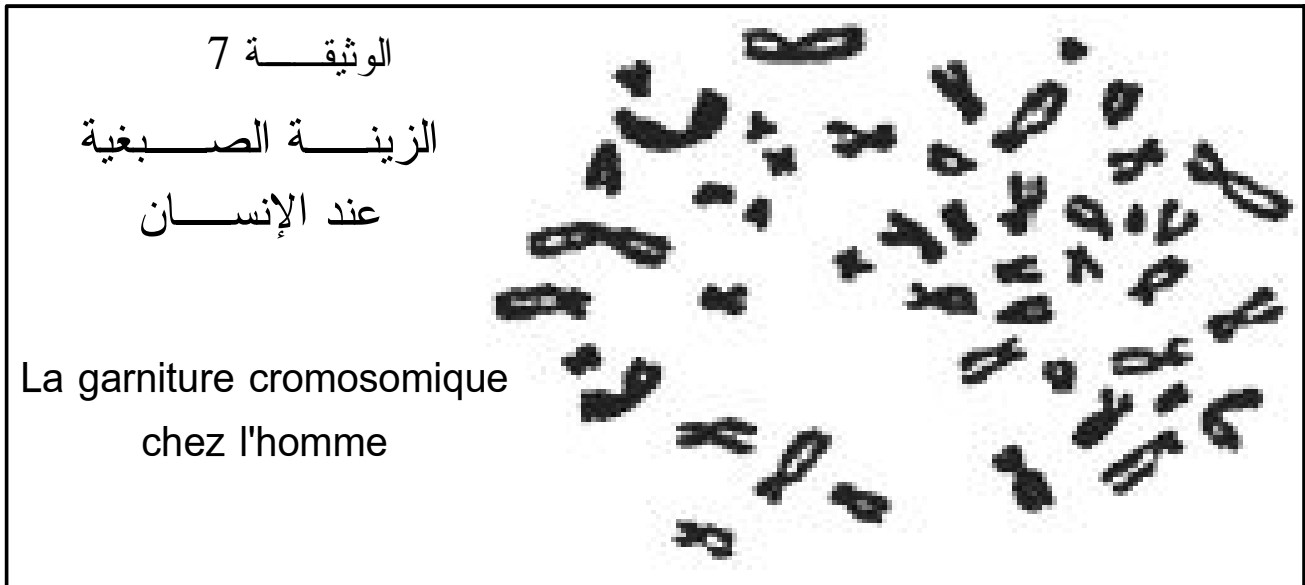
تحليل معطيات جدول الوثيقة 6:

- ✱ يختلف عدد الصبغيات من نوع لآخر، لكنه يبقى ثابتا بالنسبة لنفس النوع، فهذا العدد يميز النوع.
- ✱ نعبر عن عدد الصبغيات في الخلية بالصيغة الصبغية = Formule chromosomique.
- ✱ تضم خلايا بعض الكائنات الحية عددا زوجيا من الصبغيات، حيث أن لكل صبغي صبغي آخر مماثل له، نقول أن هذه الخلايا ثنائية الصيغة الصبغية = diploïde، فنرمز إلى الصيغة الصبغية ب $2n$ حيث يمثل n عدد الأزواج أي عدد الصبغيات المتماثلة.
- ✱ مثلا عند ذبابة الخل $2n = 8 \leftarrow n = 23$ ، يعني يوجد 4 أزواج من الصبغيات المختلفة.
- ✱ هناك كائنات لا يوجد تماثل بين صبغيات خلاياها فنقول أنها كائنات أحادية الصيغة الصبغية = Haploïde مثلا البينيسيليوم : $n = 4$

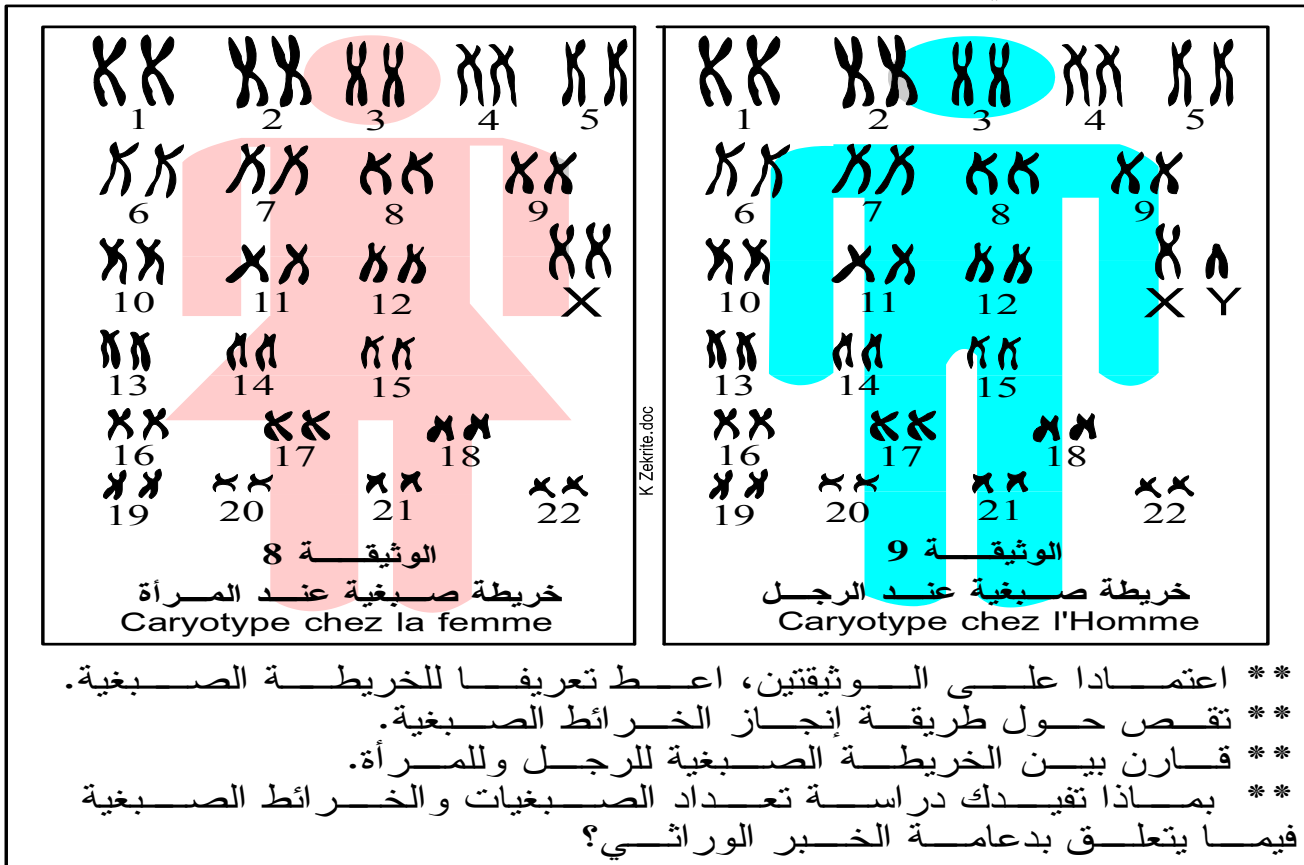
ب- الزينة و الخريطة الصبغيتين: الوثيقة 7 و 8 و 9

a تعريف

- ✱ الزينة الصبغية هي صورة (تمثيل) لكل الصبغيات المتواجدة في الخلية.



✿ الخريطة الصبغية هي زينة صبغية مرتبة.



- ** اعتمادا على الوثيقتين، اعط تعريفًا للخريطة الصبغية.
- ** تقص حول طريقة إنجاز الخرائط الصبغية.
- ** قارن بين الخريطة الصبغية للرجل والمرأة.
- ** بماذا تفيدك دراسة تعداد الصبغيات والخرائط الصبغية فيما يتعلق بدعامة الخبر الوراثي؟

✿ لإنجاز خريطة صبغية نعتمد التقنيات التالية:

- ① نوقف الانقسام خلال الطور الاستوائي حيث تكون الصبغيات واضحة، وذلك بواسطة مادة السورنجين.
- ② نفجر الخلية بوضعها في وسط ناقص التوتر فتتحرر الصبغيات.
- ③ نثبت الصبغيات بمواد خاصة مثل الكحول ثم نصورها، فنحصل على زينة صبغية.
- ④ نرتب هذه الصبغيات بالاعتماد على المعايير التالية:
 - ◀ قدها (من الأكبر إلى الأصغر).
 - ◀ موقع الجزيء المركزي (وسط، طرف ...)
 - ◀ الأشرطة الملونة الفاتحة والداكنة.
 - ◀ في حالة الخلايا الثنائية الصيغة الصبغية نرتب الصبغيات بالأزواج، حيث يضم كل زوج صبغيين متماثلين.

b مقارنة بين الخريطة الصبغية للرجل والمرأة

- عند مقارنة الخريطين الصبغيتين لكل من الرجل والمرأة (الوثيقة 8 و9) نلاحظ أن:
- ◀ عدد الصبغيات زوجي وقار عند الرجل والمرأة: $2n = 46$.
 - ◀ صبغيا الزوج 23 يسمحان بتمييز الجنس الذكري عن الجنس الأنثوي:

♦ عند المرأة، صبغيا الزوج 23 متماثلان، نرّمز إلى كل منهما بالحرف X (الزوج XX).

♦ عند الرجل، صبغيا الزوج 23 مختلفان، نرّمز لأكبرهما ب X ولأصغرهما ب Y.
 < يشكل الزوج 23 عند الإنسان ما نسمي ب الصبغيات الجنسية = les chromosomes sexuels، وتشكل الأزواج الأخرى (22 زوج المتبقية) الصبغيات اللاجنسية les autosomes، نرّمز إليها بالحرف A.
 < نكتب الصيغة الصبغية عند الإنسان على الشكل التالي:






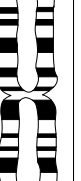

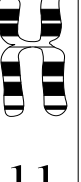
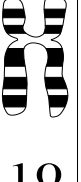

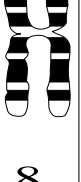
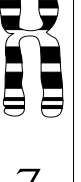

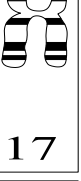
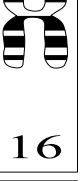

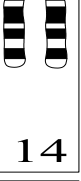
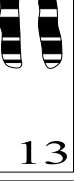





عند المرأة	عند الرجل
$2n = 46$	$2n = 46$
$= 44A + XX$	$= 44A + XY$
$= 22 AA + XX$	$= 22 AA + XY$




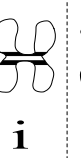





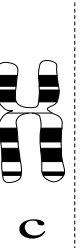








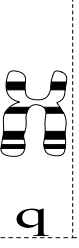




3 - خلاصة:

✱ يتميز كل نوع من الكائنات الحية بعدد صبغياته كما يختص بمجموعة من الصفات والخصائص التي تميزه عن بقية الأنواع الأخرى.
 ✱ تختلف الخريطة الصبغية للرجل عن الخريطة الصبغية للمرأة بزوج من الصبغيات، موازاة مع ذلك يتميز كل من الرجل والمرأة بمجموعة من الصفات تحدد جنسه.
 ✱ تدعو هذه الملاحظات للقول بأن الصبغيات هي وحدات نقل الخبر الوراثي (دعامة الخبر الوراثي).

تمرين تطبيقي

باستعمالك لصبغيات الجدول "ب"، أتم إنجاز الخريطة الصبغية لحميل بشري بالجدول "أ".
هل يتعلق الأمر بحميل ذكر أم أنثى؟ علل جوابك.

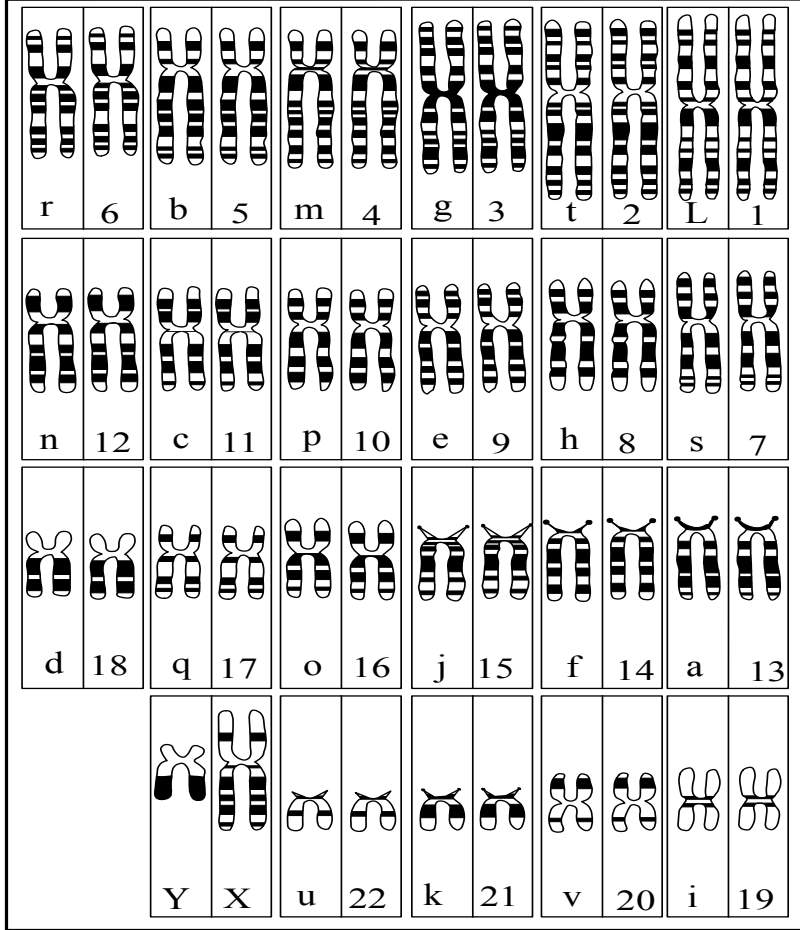
					
6	5	4	3	2	1
					
12	11	10	9	8	7
					
18	17	16	15	14	13
الجدول "أ"					
	X	22	21	20	19

											
L	k	j	i	h	g	f	e	d	c	b	a
											
y	v	u	t	s	r	q	p	o	n	m	

الجدول "ب"

حل التمرين

تحديد الصبغيات المتماثلة (انظر الوثيقة)



(1,L) (2,t) (3,g)

(4,m) (5,b) (6,r)

(7,s) (8,h) (9,e)

(10,p) (11,c) (12,n)

(13,a) (14,f) (15,j)

(16,o) (17,q) (18,d)

(19,i) (20,v) (21,k)

(22,u) (x,y)

الصبغيات الجنسية غير متماثلان، أحدهما طويل (X) والآخر قصير (Y)، إذن يتعلق الأمر بخريطة صبغية لحميل ذكر.

1 - الطبيعة الكمائية للخبر الوراثي:

أ - أبحاث Griffith (1928): الوثيقة 11

11 تجارب Griffith: التهاب الرئة مرض تسببه بكتيريا تسمى المكورات الرئوية توجد هذه المكورات على شكلين:
* شكل لا يتوفر على غمد، نرمل له ب R (خشن = Rough)
* شكل يتوفر على غمد (محفظه = جدار) نرمل له ب S (أملس = Smoot)
للإشارة فالشكل أملس أو خشن يعد صفة وراثية، على هذه المكورات أجرى Griffith التجارب التالية

الاستنتاجات	النتائج	التجارب
يتمثل العامل الممرض في تواجد الغمد حيث أن المكورات R التي لاتملك غمدا لا تسبب المرض.	ملاحظات على موت مستوى الدم مكورات S حية غمد مكورات S حية	قطن معقم مكورات رئوية حية S مكورات رئوية حية R
تؤكد نتيجة هذه التجربة صحة الاستنتاج السابق حيث أن المكورات S المجردة من الغمد أصبحت غير ممرضة.	بقاء مكورات S ميتة بدون محفظة	مكورات رئوية S ميتة تسخين
إن تواجد مكورات S حية في دم هذا الفأر لا يمكن تفسيره إلا كالآتي: تحولت المكورات R إلى مكورات S بفضل مادة انتقلت إليها من بقايا المكورات S. سمي Griffith هذه المادة بالعلقة المحولة وسمى هذه الظاهرة بظاهرة التحول البكتيري.	موت مكورات S حية ومكورات R	خليط من المكورات الرئوية S الميتة و R الحية

K. Zekrite.doc

في سنة 1944 استخلص الباحثون Macleod, Avery و Mac Carthy مادة كيميائية من النواة، تسمى الحمض النووي الريبوزي ناقص الأوكسجين ADN = Acide desoxyribo-nucléique فأعادوا به ظاهرة التحول البكتيري كما توضح الوثيقة جانبه. ما ذا تستنتج من خلال نتائج هذه التجربة؟

تجربة Macleod, Avery et Mac Carthy

12 K. Zekrite.doc

بوجود ADN المكورات S، تحولت المكورات R إلى مكورات S، إذن فالعلة المحولة التي تكلم عنها Griffith ما هي في الواقع إلا جزيئات ADN.

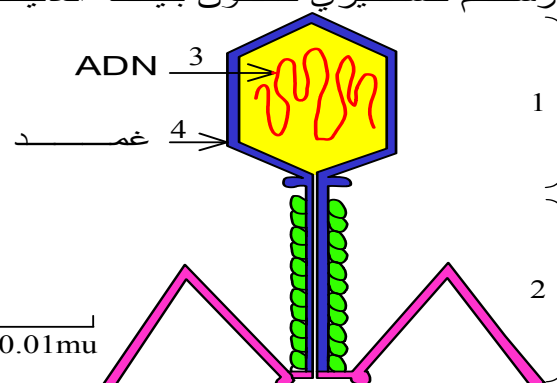
ت - آلية التحول البكتيري الوثيقة 13

تفسير نتائج تجربة Macleod, Avery et Mac Carthy اعتمادا على الرسم التخطيطي، صغ نصا مبسطا توضح من خلاله آلية التحول البكتيري

13 K. Zekrite.doc

بامتلاكها قطعة ADN صادرة من المكورات S، تصبح المكورات R قادرة على إنتاج غمد خاص بها، فتكتسب بذلك صفة وراثية جديدة. نستنتج إذن أن جزيئات L'ADN هي المادة الوراثية الحاملة للخبر الوراثي.

الشكل "أ": رسم تفسيري لفوق بنية العاثية



** الفيروسات = الحمات
عناصر جد دقيقة (يتراوح
قدها بين 10 و 36 um)،
تتشكل من خيوط طويل
من L'ADN أو L'ARN،
لا تملك عضيات
سيتوبلازمية لذلك فهي
غير قادرة على إنتاج
المواد الضرورية لحياتها
وبالتالي فكل الحمات
طفيلية إجباريا لخليا
أخرى.

** تتطفل بعض الفيروسات على البكتيريا فنسميها عاثيات
** يبين الشكل "أ" البنية العامة للعاثية ويبين الشكل "ب" رسما
تفسيريا لآلية تكاثر هذه الحمات.

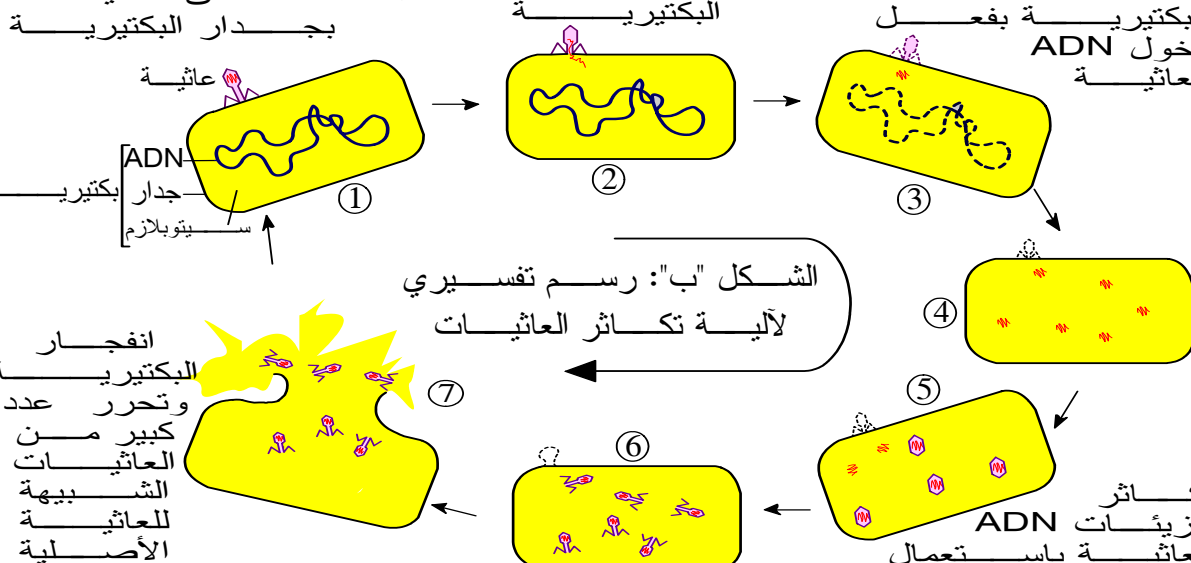
1- حدد الأسماء المناسبة لأسهم وثيقة الشكل "أ".
2- ما ذا يمكنك أن تستنتج من خلال آلية تكاثر العاثيات؟

14

تحلل البكتيرية بفعل دخول ADN العاثية

حقن العاثية لجزئتها من L'ADN في سيتوبلازم البكتيرية

التصاق العاثية بجدار البكتيرية



الشكل "ب": رسم تفسيري لآلية تكاثر العاثيات

تكاثر جزئيات العاثية باستعمال مكونات البكتيرية

انفجار البكتيرية وتحرر عدد كبير من العاثيات الشبيهة للعاثية الأصلية

تشكل عدد كبير من العاثيات

K Zekrite.doc

مكن L'ADN المحقون داخل البكتيرية من إنتاج عدد هائل من العاثيات الجديدة المتشابهة فيما بينها والشبيهة للعاثية الأصلية، مما يفيد ويؤكد أن L'ADN هو الجزئية التي تحمل الخبر الوراثي.

د - خلاصة

أكدت كل من تجارب Griffith ودراسة آلية تكاثر العاثيات أن الحمض النووي الريبوزي ناقص الأوكسجين = L'ADN هو دعامة الخبر الوراثي

ملحوظة: يمكن أن يحمل الخبر الوراثي بواسطة جزئيات تسمى L'ARN (مثلا عند فيروس السيدا).

ملحوظة:

نظرا للترابط الدقيق بين القواعد الأزوتية فإن: مقدار C = مقدار G و مقدار A = مقدار T، ومنه نفهم العلاقة التالية:

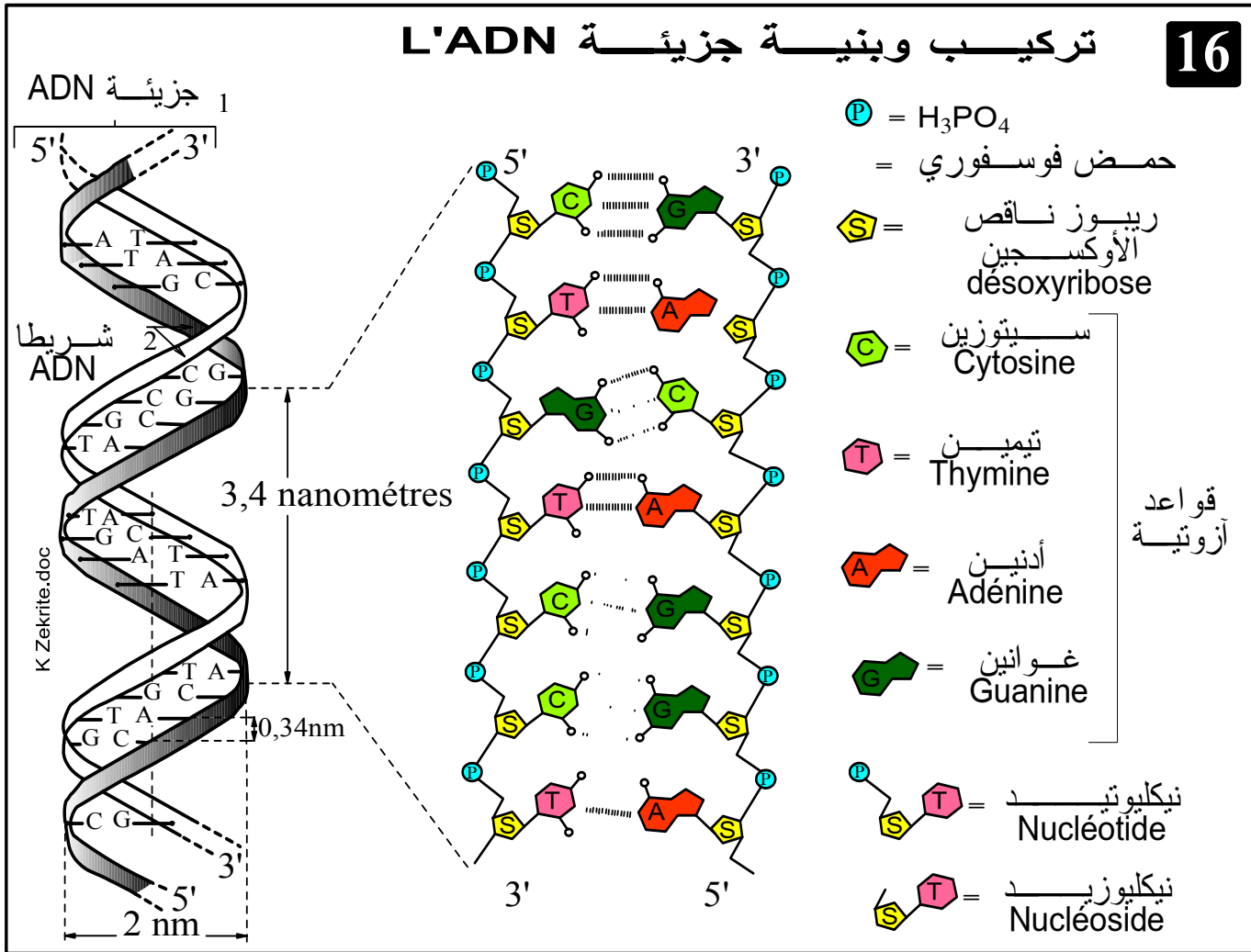
$$\frac{A}{T} = \frac{C}{G} = \frac{A+C}{T+G} = 1$$

يرمز اصطلاحيا لذرات الكربون الخمس المكونة لسكر الريبوز ناقص الأوكسجين بـ 'C1'، 'C2'، 'C3'، 'C4' و 'C5'. في كل شريط ADN نجد في إحدى النهايتين: 'C3' له وظيفة OH حرة، وفي النهاية الأخرى نجد 'C5' حرة. وهكذا فلكل شريط قطبية تبعا لاتجاه '5' - '3'. كما أن شريطا L'ADN المتجمعان لهما قطبية متضادة '3'5' مع '5'3'. فالشريطان متعاكسا التوازي.

نيكليوزيد = Nucléoside = سكر الريبوز ناقص الأوكسجين + قاعدة أزوتية.

تركيب وبنية جزيئة L'ADN

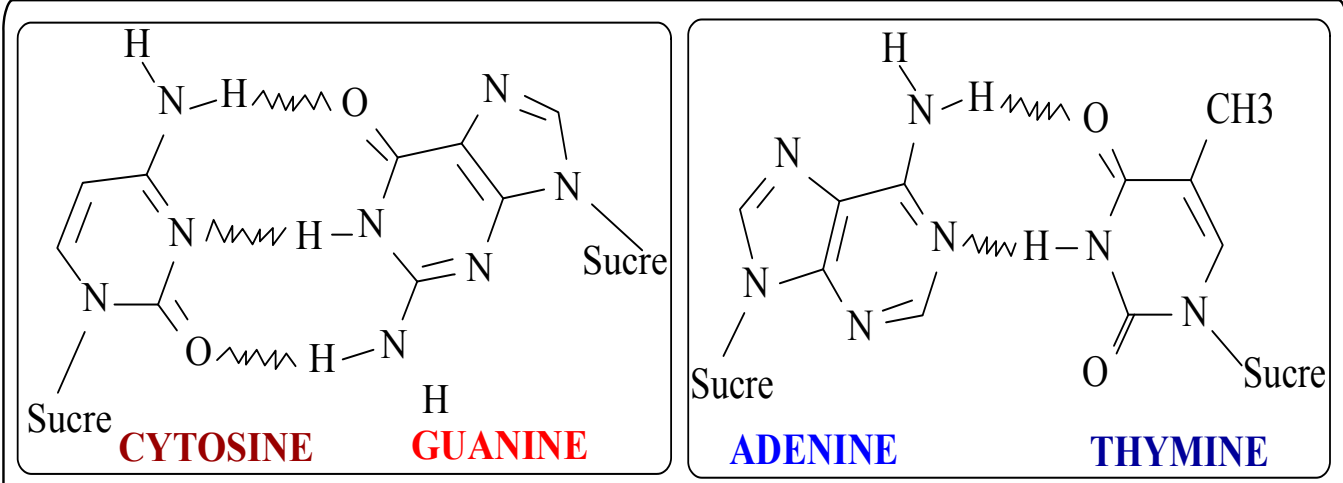
16



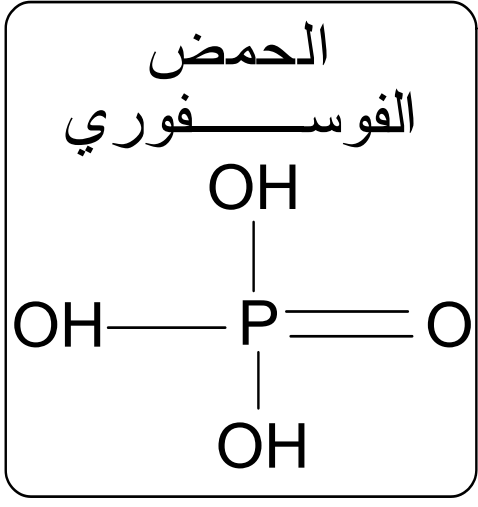
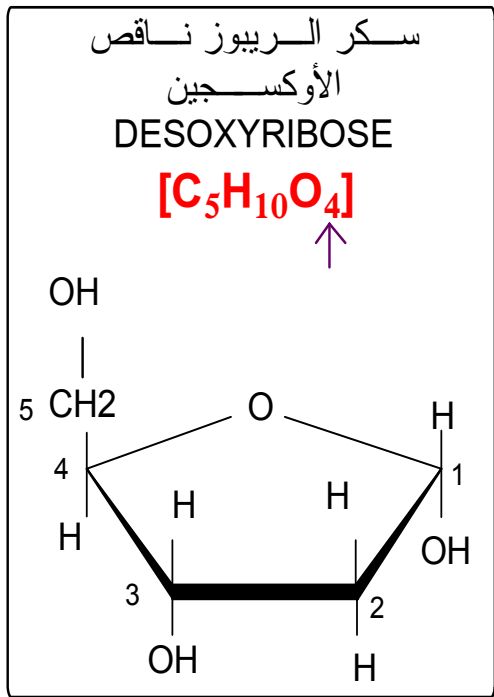
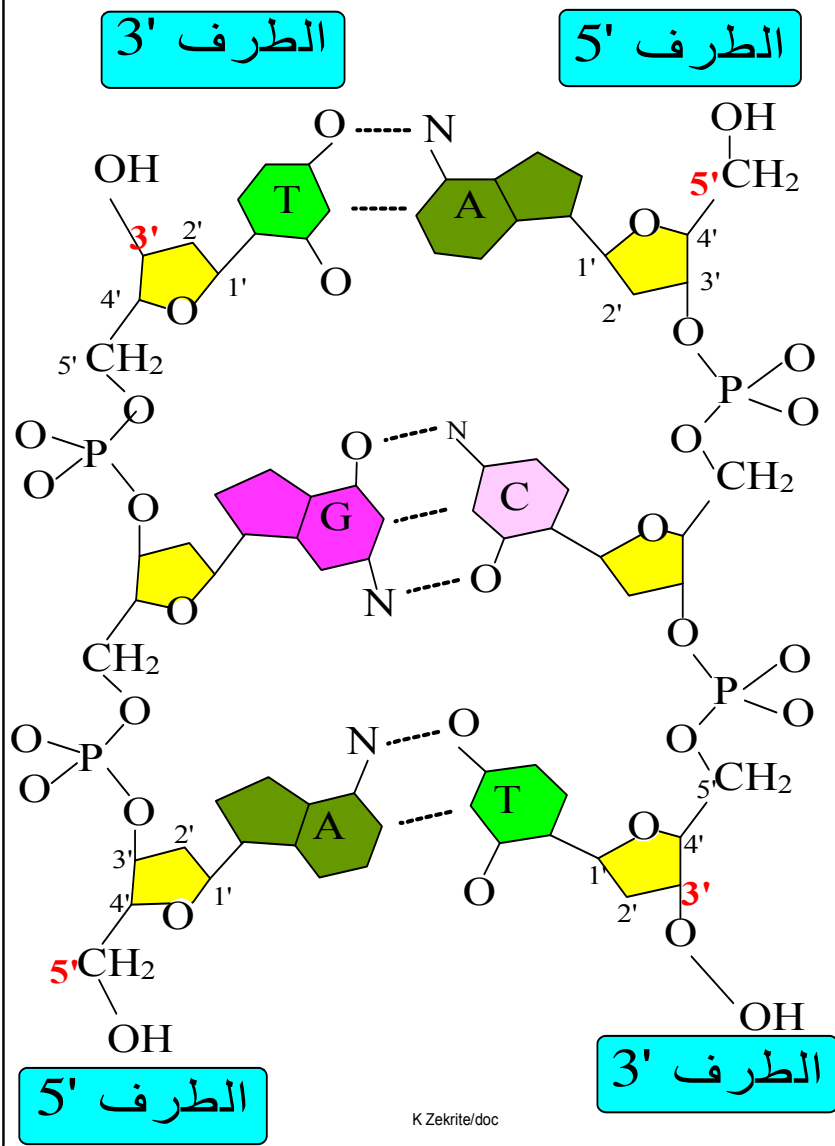
3 - خلاصة:

إن الخبر الوراثي ما هو إلا متتالية نيكليوتيدات تشكل جزيئة L'ADN.

مكملات المعرفة حول بنية LADN

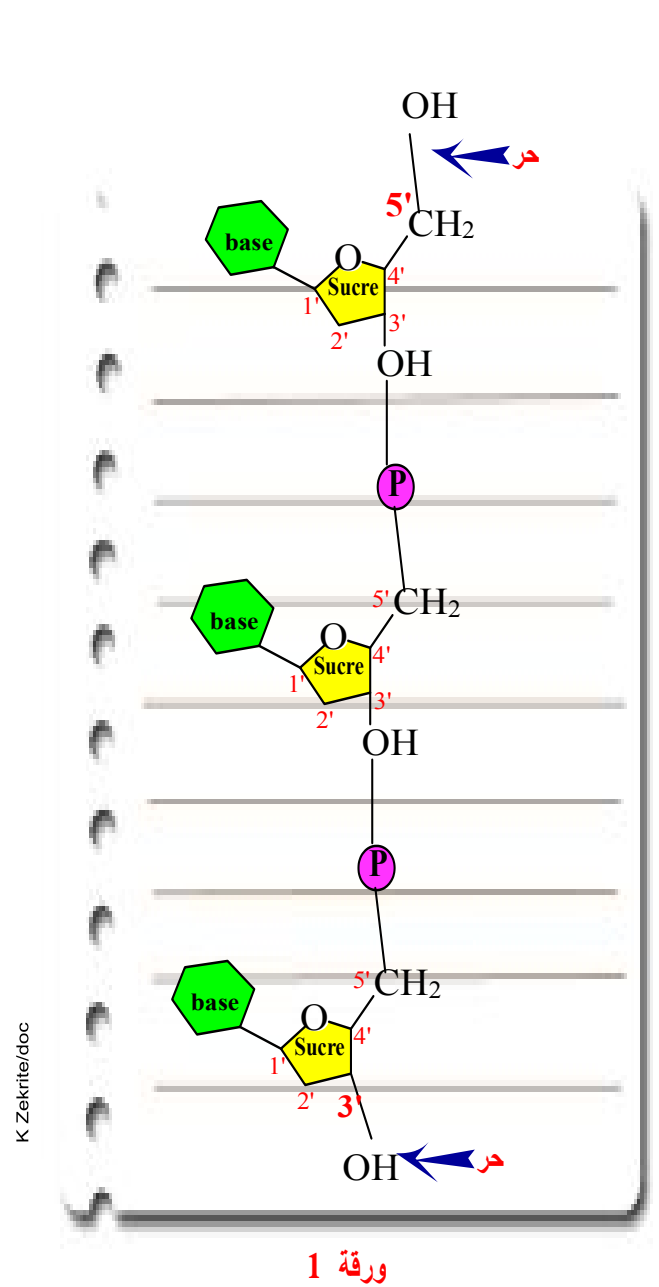
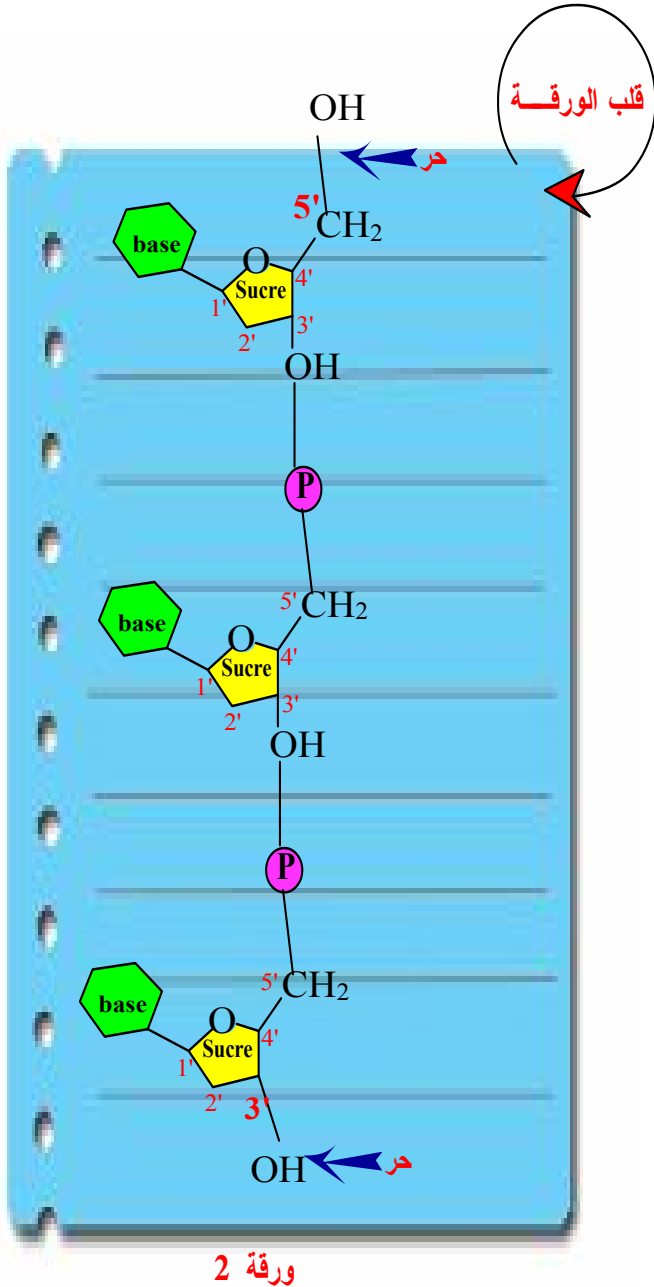


بنية L'ADN



ملحوظة:

لتبليغ مفهوم التوازي المتعاكس لشريطي L'ADN يمكن الاعتماد الإنجاز التالي: يطلب من التلميذ رسم شريطي ADN على ورقتين مستقلتين، رسم مبسط يتضمن 3 نيكلوتيدات فقط مثلاً، ثم يوجه الشريطين حسب الوظيفة OH الحرة. بعد ذلك يطلب منه إلصاق الشريطين لتشكيل جزيئة L'ADN شريطة أن يتم الربط على مستوى القواعد الأزوتية. سيتبين له حتما ضرورة قلب أحد الأشرطة رأساً على عقب، ومن تم سيحصل على شريطين متوازيين لكن متعاكسي التوجيه.



IV كيف يضمن الانقسام غير المباشر ثبات عدد الصبغيات؟

1 - مظهر صبغي خلال دورة خلوية: الوثيقة 17

17

يمثل الشكل جانبه مظهر صبغي خلال دورة خلوية: الدورة الصبغية
** اعط تعليقا موجزا للمظهر الصبغي في كل مرحلة.

a- مرحلة السكون
يتضاعف كل صبغي خلال الفترة S فيصبح في الفترة G₂ مشكلا من صبيغين متمائلين.

b- المرحلة التمهيديّة
تتولب الصبغيات فتصبح قصيرة وواضحة

c- المرحلة الاستوائية
تزداد درجة التلويب فيصبح الصبغي أكثر قصرا وأشد وضوحا.

d- المرحلة الانفصالية
ينفصل الصبيغين المتمائلان عن بعضهما.

e- المرحلة النهائية
يزول تلويب كل صبغي = صبغي

** وضح إن كيف تحتفظ الخليتان البنتان بنفس عدد صبغيات الخلية الأم

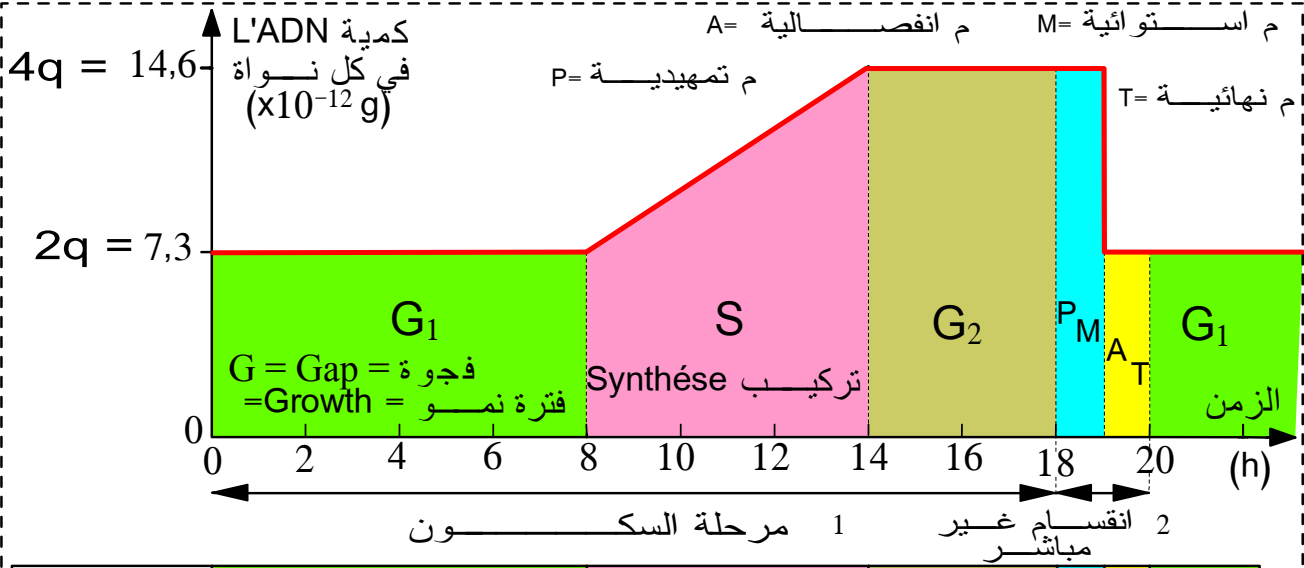
أثناء طور السكون، يتضاعف كل صبغي إلى صبيغين، وأثناء المرحلة الانفصالية ينفصل الصبيغين المتمائلان فيهاجر كل منهما إلى خلية من الخليتين البنتين، وبفضل هاتين الظاهرتين المتعاقبتين تحتفظ الخليتان البنتان بنفس عدد وصنف صبغيات أمها.

ملحوظة: تتغير درجة تلويب الصبيغيات، هذا ما يفسر تغير مظهرها، قدها ومدى وضوحها خلال مراحل الدورة الخلوية. كما أن اختفاء الصبيغين لصاح ظهور الصبغيات عند المرور من مرحلة السكون إلى الانقسام غير المباشر (وعكس ذلك عند المرور من الانقسام إلى مرحلة السكون) ما هو في الواقع إلا ظاهري، يناسب درجات متزايدة من التلويب والتكاثف.

2 - كيف تتضاعف الصبغيات خلال طور السكون؟

أ - تطور كمية L'ADN خلال دورة خلوية: الوثيقة 18 في الصفحة الموالية

يمثل البيان أسفله تطور كمية L'ADN في خلية بشرية خلال دورة خلوية:



مظهر الصبغي					
عدد جزيئات L'ADN في كل صبغي	(1)	—	(2)	(2)(1)	(1)

** حدد الأسماء المناسبة لمراحل الدورة الخلوية ومدة هذه الدورة

** حل المنحنى.

** املاً الجدول بما يناسب ثم استنتج كيف تتضاعف الصبغيات خلال طور السكون.

K Zekrite.doc

تحليل المنحنى: يمكن تقسيم المنحنى إلى فترتي الدورة الخلوية:

- مرحلة السكون: يمكن تقسيمها إلى 3 فترات:

● الفترة G_1 : خلالها تبقى كمية L'ADN ثابتة في قيمة نمرز لها بـ $2q$.

● الفترة S: تتضاعف خلالها كمية L'ADN، تمر من $2q$ إلى $4q$.

● الفترة G_2 : خلالها تبقى كمية L'ADN مستقرة في قيمة $4q$.

- مرحلة الانقسام غير المباشر: بدورها يمكن تقسيمها إلى فترتين:

● أثناء الطور التمهيدي والاستوائي: تبقى كمية L'ADN ثابتة في $4q$.

● أثناء الطور الانفصالي تنقص كمية L'ADN بالنصف فتصبح $2q$. تبقى هذه القيمة ثابتة

خلال الطور النهائي، وبذلك ترث الخليتان البناتان نفس كمية L'ADN التي كانت عند الخلية الأم.

✿ مدة هذه الدورة الخلوية = 20 ساعة.
 ✿ خلال الفترة S من طور السكون، تتضاعف كمية L'ADN مما يؤدي إلى تضاعف الصبغيات، حيث يصبح كل صبغي مشكلا من صبيغين متماثلين.
ب - خلاصة:

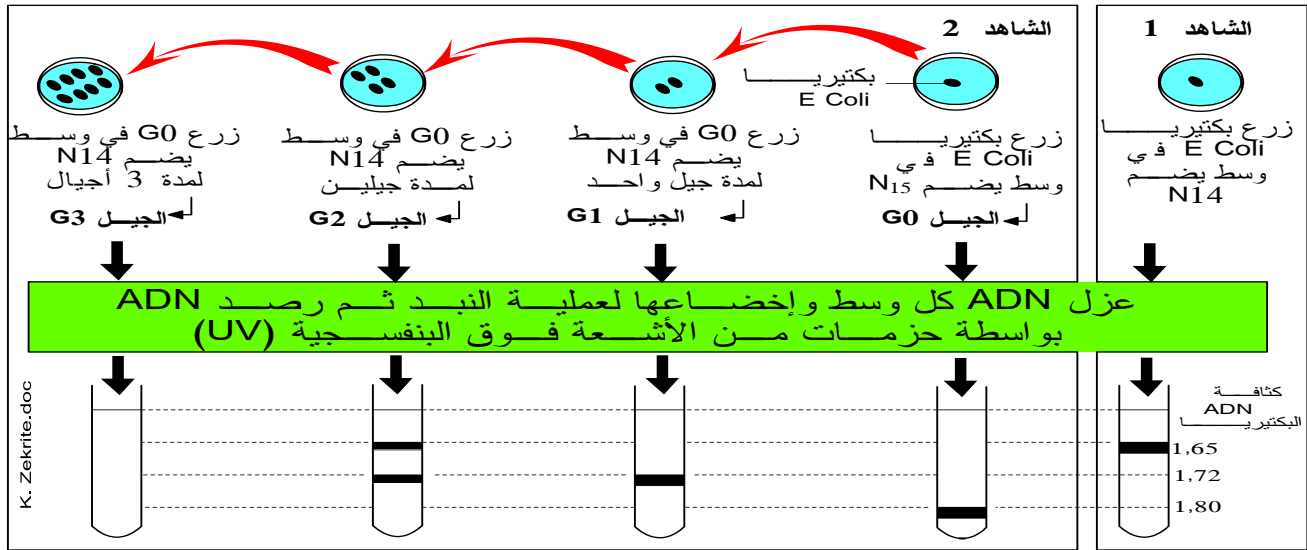
تتضاعف الصبغيات خلال طور السكون بتضاعف كمية L'ADN التي تدخل في تركيبها.
 فكيف تتم مضاعفة L'ADN؟ وما هي آلية ذلك؟

3 - آلية مضاعفة L'ADN:

أ - تجربة Meselson و Stahl، الوثيقة 19

تجربة Meselson و Stahl:

* قام العالمان بزراع بكتيريا *Escherichia coli* عادية (ذات ADN خفيف يدخل في تركيبه الأزوت N_{14}) في وسط مغذي حيث المصدر الوحيد للأزوت هو الأزوت الثقيل N_{15} ، وبعد عدة أجيال حصل العالمان على بكتيريا ذات ADN ثقيل: الجيل G_0 .
 * بعد ذلك وضع العالمان هذا الجيل G_0 في وسط اقتيائي عادي به أزوت خفيف N_{14} ، بعد انقسام واحد حصل على جيل G_1 ، وبعد انقسام ثانٍ حصل على جيل G_2 ، وبعد انقسام ثالث حصل على جيل G_3 . تبين الوثيقة أسفله الظروف التجريبية، تموضع L'ADN بواسطة الأشعة فوق البنفسجية (UV)، نوعيتها ونسبتها عند الأجيال G_0 و G_1 و G_2



الأجيال	G_0	G_1	G_2	G_3
نوعية L'ADN ونسبتها	100% ثقيل	100% هجين	50% هجين 50% خفيف	

- 1- مثل بواسطة رسوم تخطيطية تفسيرية وباستعمال لونيين مختلفين جزئية L'ADN عند الأجيال G_0 ، G_1 و G_2 .
- 2- ما ذا تستنتج من هذه النتائج؟
- 3- معتمدا على الاستنتاج السابق، اعط تموضع L'ADN في أنبوب الاختبار، نوعيتها ونسبتها عند الجيل G_3 .

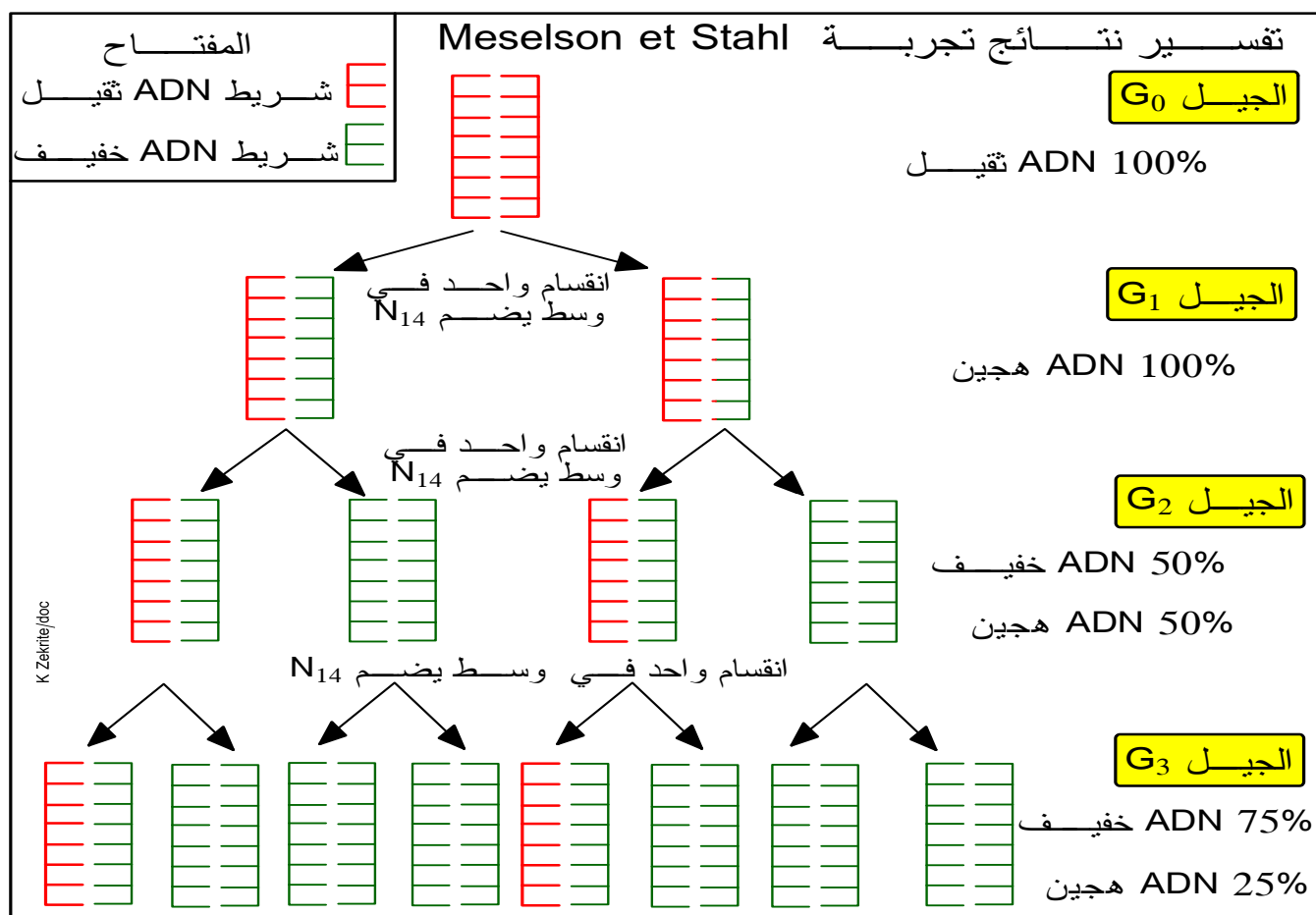
19

✿ يضم كل فرد من البكتيريا صبغيا واحدا (راجع الوثيقة 6)، يعني من جزيئة ADN واحدة.

✿ بعد زرع عدة أجيال في وسط يحتوي على N_{15} حصل العالمان على جيل G_0 يحتوي على ADN ثقيل، يتبين من ذلك أن تضاعف $L'ADN$ يتم باستعمال النيكلوتيدات الحرة الموجودة في الوسط.

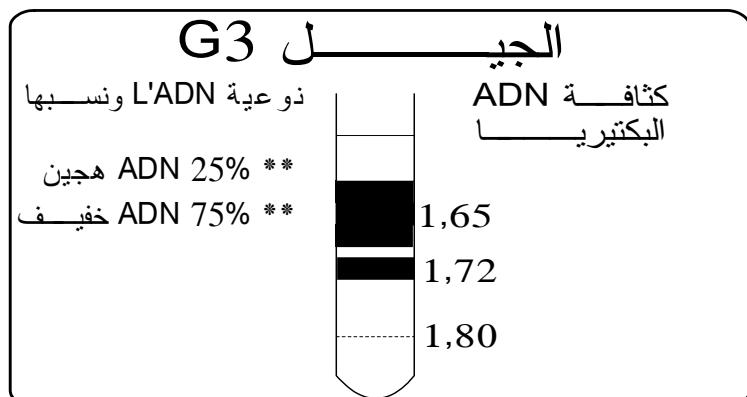
✿ إن كثافة $L'ADN$ الهجين لا يمكن تفسيرها إلا باعتبار كون نصف جزيئة $L'ADN$ (أحد الأشرطة) تحتوي على أزوت خفيف N_{14} والنصف الثاني (الشريط المقابل) على أزوت ثقيل N_{15} .

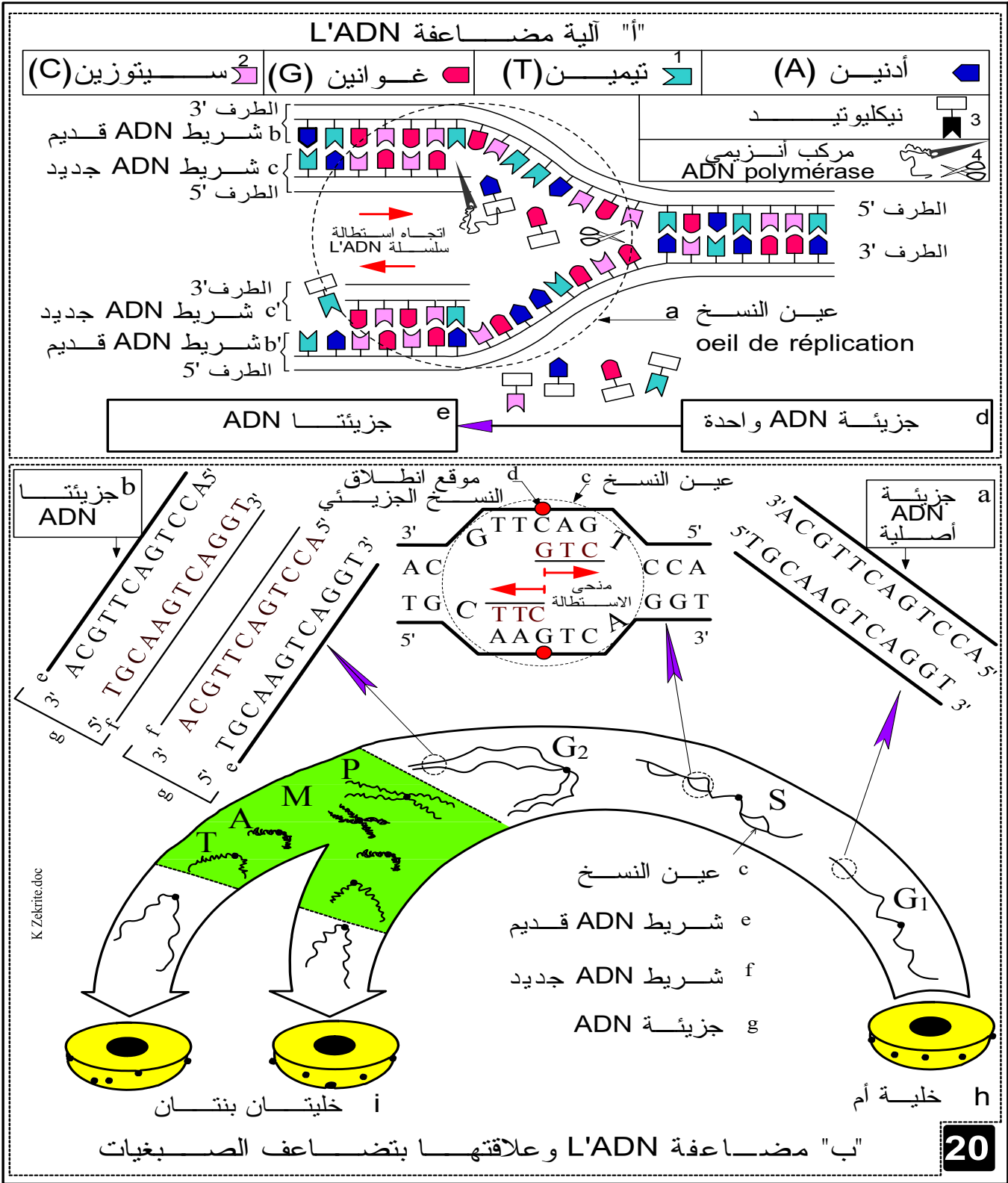
✿ تفسير نتائج تجربة Meselson و Stahl:



2- نستنتج من هذه النتائج أنه خلال مضاعفة جزيئة $L'ADN$ ، يحتفظ دائما بشريط قديم في كل جزيئة جديدة، إنه ما نسمي بالنموذج النصف محافظ.

3- النتائج المتوقع الحصول عليها بالنسبة للجيل G_3 : (يمكن استخراج هذه النتائج بالاعتماد على الاستنتاج المتعلق بالنموذج نصف محافظ وبالارتكاز على الرسم التخطيطي السابق).





تتم مضاعفة L'ADN على الشكل الآتي:

✿ ينفصل شريطا L'ADN المشكلين للجزئية الأصلية بفعل مركب أنزيمي يسمى ADN polymérase.

✿ يحدث هذا الانفصال في نقط مختلفة من جزئية L'ADN تسمى عيون النسخ.

✿ يستعمل كل شريط أصلي نموذجاً (قالبا) لتجميع (بلمرة) النيكلوتيدات الحرة، وذلك حسب تكامل القواعد الأزوتية، فننكلم عن ظاهرة **النسخ الجزئي**. يتم تحفيز هذا البلمرة بفضل أنزيم ADN polymérase.

✿ في نهاية النسخ الجزئي، نحصل على جزيئي ADN متشابهتين وشبيهتين للجزيئة الأصلية، حيث يحتفظ بشريط قديم في كل جزيئة جديدة لدى نتكلم عن: **نموذج نصف احتفاظي** = modèle semi conservatif.

ملحوظة: على مستوى موقع انطلاق النسخ، تنطلق عملية البلمرة بكيفية متزامنة لنسخ اللولبين لكن في **منحنيين متعاكسين** بالنسبة لشريطي نفس الجزيئة. يعود السبب إلى كون أنزيم ADN polymérase **يشتغل في منحى واحد: 5' ← 3'** (بالنسبة للشريط الناشئ) وكون شريطا L'ADN متعاكسا التوازي.

٧ خلاصة عامة:

👉 يضمن الانقسام غير المباشر ثبات عدد و صنف الصبغيات، كمية

L'ADN وتتتابع النيكلوتيدات في L'ADN من الخلية الأم إلى الخليتين البنيتين.

👉 بما أن L'ADN هي المادة الوراثية، وبما أنها لا تتغير كما ونوعا خلال

الانقسام غير المباشر، فإن الخبر الوراثي ينقل بدون تغيير من الخلية الأم إلى الخلايا البنات، فالانقسام غير المباشر يعد بحق **توالدا مطابقا للأصل** reproduction conforme.

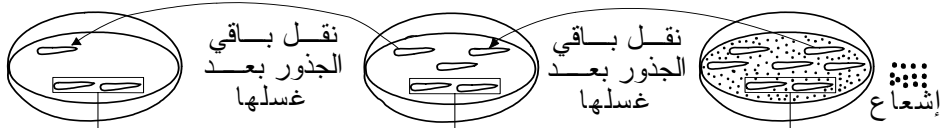
تمرين تطبيقي: تجربة TAYLOR

20

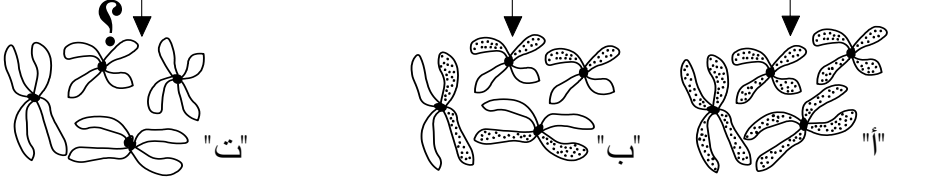
قصد فهم ظاهرة مضاعفة L'ADN قام TAYLOR بالتجربة التالية:
 ** المرحلة 1: زرع Taylor ولمدة 20 ساعة (الوقت الكافي لدورة خلوية واحدة) نبتة فول في وسط اقتيائي يحتوي على التيميدين المشع (التميددين هو نيكليوتيد يضم قاعدة التيمين) وخلال الطور الاستوائي للانقسام الأول، أخذ قطعة من جذر هذه النبتة وتتبع مصير التيميدين المشع بفضل تقنية التصوير الذاتي الإشعاعي.

** المرحلة 2: أخذ Taylor نفس النبتة السابقة ووضعها في وسط اقتيائي غير مشع مدة دورة خلوية ثانية وخلال الطور الاستوائي صور أيضا الصبغيات.
 ** المرحلة 3: أعاد Taylor نفس التجربة الثانية في وسط عادي وخلال الانقسام الثالث صور أيضا الصبغيات.

وسط اقتيائي يضم التيميدين المشع طيلة مدة الدورة الخلوية
 وسط اقتيائي يضم التيميدين غير المشع طيلة مدة الدورة الخلوية
 وسط اقتيائي يضم التيميدين غير المشع طيلة مدة الدورة الخلوية



ملاحظة الصبغيات في المرحلة الاستوائية بعد تثبيتها بمادة الكولشيسين



- كل الصبغيات مشعة - كل الصبغيات مشعة
 - كلا صبغيني - صبيغي واحد مشع
 في كل صبغيني - كل صبغيني مشعان

1- كيف كانت صبغيات النبتة قبل بداية التجربة؟
 2- أعط تفسيراً لنتائج هذه التجربة وذلك بتمثيل جزيئة L'ADN في خطاطة الوثيقة 21.
 3- ماهي النتائج التي يتوقع أن يحصل عليها Taylor في المرحلة الثالثة من التجربة؟

1- قبل بداية التجربة، كانت كل صبغيات النبتة غير مشعة.

2- تذكير ببعض المعلومات الأساسية:

يتكون كل صبغيني من جزيئة ADN واحدة.

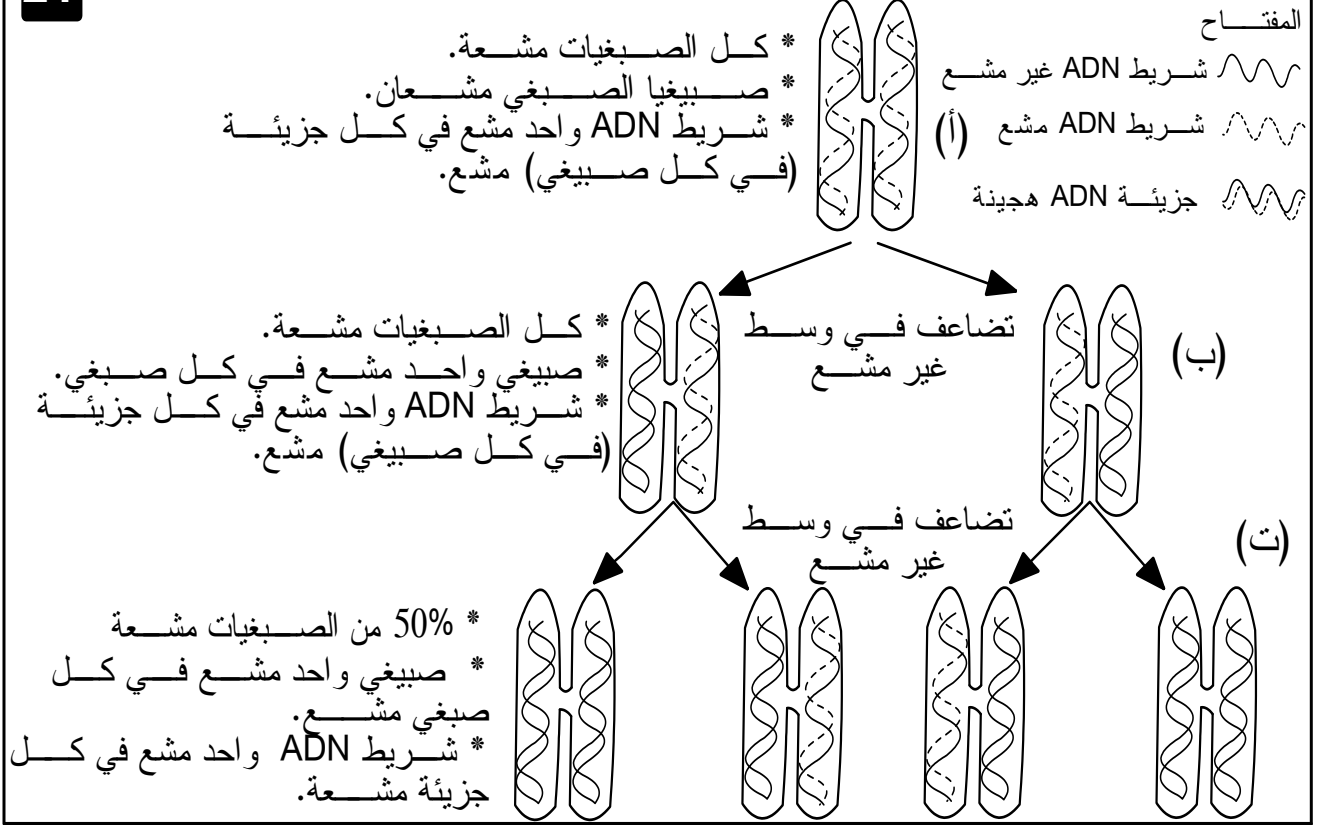
يتكون الصبغيني الاستوائي من صبغيين، أي من جزيئتي ADN.

تضاعف جزيئة L'ADN باستعمال النيكليوتيدات الموجودة في الوسط وذلك حسب

النموذج النصف محافظ.

تفسير نتائج تجربة : انظر الرسم التخطيطي للوثيقة 21 في الصفحة الموالية

تفسير نتائج تجربة TAYLOR

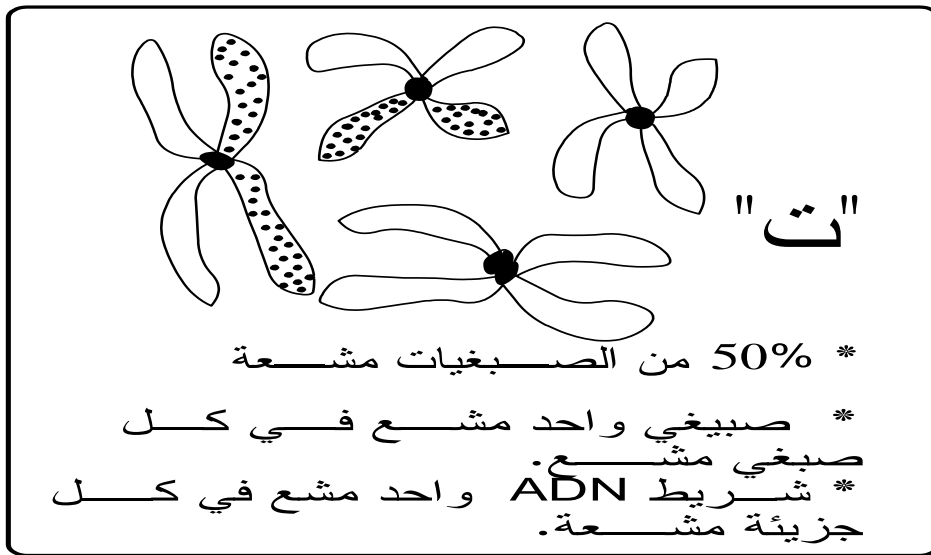


3- النتائج التي يتوقع أن يحصل عليها Taylor في المرحلة الثالثة من التجربة: (انظر الرسم أعلاه).

◀ 50% من الصبغيات مشعة.

◀ صببغى واحد مشع في كل صببغى مشع.

◀ شريط ADN واحد مشع في كل صببغى مشع (جزيئة ADN مشعة).



الفصل الثاني

آلية تعبير الخبر الوراثي

تقديم

إذا مكنت تجارب التحول البكتيري من إثبات بأن الخبر الوراثي مخدر في جزيئات L'ADN، فإنها من جهة أخرى تبرز وجود علاقة بين هذه المادة الوراثية وظهور الصفات الوراثية المطابقة لها.

- فكيف تفسر هذه العلاقة؟
- وما هي مراحل تعبير الخبر الوراثي؟

I العلاقة صفة - مورثة.

1 - تعريف الصفة

الصفة ميزة نوعية أو كمية، تميز فردا عن باقي أفراد نوعه. من هذه الصفات ما يورث من جيل لآخر فنسميها صفات وراثية. تلاحظ بعض الصفات الوراثية بالعين المجردة (لون البشرة مثلا) في حين نكشف عن أخرى بواسطة اختبارات خاصة (الفصائل الدموية...).

2 - نتائج تتعلق بعض الطفرات

أ- مثال 1: الحساسية أو المقاومة للستربتوميسين عند E.coli

**** البكتيريا إيشيريشيا كولي Escherichia coli حساسة لمضاد حيوي يسمى Streptomycine (تموت بفعل هذا المضاد)، نقول أنها Strept^s (s= sensible) Streptomycine نزرع بعض هذه البكتيريا في وسط مغذي ملاءم بدون Streptomycine فتتكاثر كل المستعمرات نزرع بعض هذه البكتيريا في وسط مغذي ملاءم بوجود Streptomycine فتتكاثر بعض المستعمرات فقط (مستعمرة = لمة = مجموعة خلايا صدرت من خلية واحدة عن طريق الانقسام غير المباشر)، تتكاثر هذه الأخيرة في وسط يحتوي على Streptomycine ماذ تستنتج من خلال هذا المثال؟**

22

نسيج معقم من القطيفة "تحفظ فيه البكتيريا بموقعها داخل العبوة"

اقتلاع

1

2

3

تشتيل

Repicage=

في الوسط 1

في الوسط 2

غياب Streptomycine

تواجد Streptomycine

نمو كل المستعمرات البكتيرية

نمو بعض المستعمرات فقط بكتيريا Strept^R

نمو كل المستعمرات Strept^R

K Zekrite.doc

نستنتج من هذا المثال ما يلي:

البكتيريا التي نمت في وسط يحتوي على Streptomycine قد أصبحت مقاومة لهذا المضاد الحيوي، نقول أنها Strept^R (مقاومة) (R = résistante) ظهر إذن تغير مفاجئ في انتقال الصفة الوراثية الأصلية (الحساسية لـ Streptomycine)، وهذا ما نسمي بـ الطفرة = la mutation.

يعد هذا التغير تلقائيا وغير محرض من طرف مادة Streptomycine حيث أن البكتيريا المقاومة كانت ضمن المجموعة الأولى المزروعة، كما أن صفة المقاومة انتقلت إلى الأجيال اللاحقة، فهي إذن وراثية.

تسمى الصفة الأصلية (Strept^S في هذا المثال) بالصفة المتوحشة = Caractère sauvage، وتسمى الصفة الجديدة (Strept^R في المثال) بالصفة الطافرة = Caractère mutant.

ب- مثال 2: الطفرة Arg⁺/Arg⁻

بعض البكتيريا تستطيع العيش في وسط أدنى يحتوي فقط على أملاح معدنية. لكن قد تظهر تلقائيا بعض اللزمات الطافرة التي لم تبق قادرة على العيش في هذا الوسط الأدنى وتستنلزم في تغذيتها إضافة حمض أميني يسمى Arginine. نرسم إلى المجموعة الطافرة بـ Arg⁻ وإلى المجموعة المتوحشة بـ Arg⁺ تحدث الطفرة Arg⁺ Arg⁻ باستقلالية عن حدوث طفرة أخرى، فمثلا يمكن أن تصبح هذه البكتيريا Arg⁻ مع حفاظها على صفة أخرى متوحشة مثلا Strept^S. كما يمكن للبكتيريا Arg⁻ أن تصبح Arg⁺. ماذا تستخلص من خلال مثالي الطفرة المقدمين إليك؟

3 - خلاصة:

نستنتج من مثالي الطفرة السابقين ما يلي:

الطفرة هي تغير فجائي في صفة وراثية معينة، وتتميز بالخصائص التالية:

◆ الندرة (p = 10⁻⁸ - 10⁻¹⁰).

◆ التلقائية (غير محرضة).

◆ الانتقال عبر الأجيال أي وراثية.

◆ قابلة للقلب (الشكل المتوحش ↔ الشكل الطافر).

تظهر الطفرة على شكل تغير لصفة منقولة وراثيا، لذلك لا يمكن أن يعني حدوثها إلا تغييرا في المادة الوراثية (L'ADN).

نظرا للاستقلالية التامة في ظهور الطفرة Arg⁺/Arg⁻ بالنسبة للطفرة Strep^S/Strept^R، يمكن القول بأن التغير الوراثي الذي يتسبب فيهما يمس جزأين مختلفين من جزيئة L'ADN، نسمي كل جزء من هذه الأخيرة بـ المورثة = le gène.

المورثة Le gène هي قطعة ADN تتحكم في ظهور صفة وراثية معينة.

من خصائص المورثة:

◀ توجد على نفس الصبغي عند كل أفراد نوع معين، مثلا عند الإنسان:

◆ توجد مورثة الفصائل الدموية (A, B, O) على الصبغي رقم 9.

إنتاج بروتين
(بنيوي أو وظيفي)

المورثة (ADN)

فهل هناك علاقة بين المورثة والبروتين؟
ظهور صفة وراثية محددة

2 - العلاقة مورثة - بروتين:

أ - ملاحظات

** توجد بين جزيئات L'ADN والبروتينات عدة قواسم مشتركة، إذ تتكون جزيئة L'ADN من تسلسل دقيق (فيما يخص العدد والترتيب) من النيكليوتيدات ونفس الشيء بالنسبة للجزيئة البروتينية، حيث تتكون من تسلسل دقيق (فيما يخص العدد والترتيب من أحماض أمينية من بين العشرين الموجودة ويدعى ترتيب النيكليوتيدات في L'ADN من جهة والأحماض الأمينية في البروتينات من جهة أخرى بالمتتالية ** تبين من خلال دراسة بعض الطفرات أن كل تغير في متتالية النيكليوتيدات على مستوى L'ADN يرافقه تغير في متتالية الأحماض الأمينية على مستوى البروتين.
ادل باستنتاج ملائم من خلال هذه الملاحظات.

25

ب - استنتاج

إن متتالية النيكليوتيدات في المورثة هي التي تتحكم في متتالية الأحماض الأمينية وطبيعتها في البروتينات، وحدث تغير في متتالية L'ADN أي طفرة ينتج عنه خلل في تركيب البروتين المناسب.

3 - العلاقة مورثة ← بروتين ← صفة

تتحكم متتالية النيكليوتيدات للمورثة في

إنتاج بروتين معين، هذا الأخير يتحكم في

ظهور صفة وراثية مناسبة.

المورثة
(متتالية نيكليوتيدات)

تتحكم

إنتاج بروتين
(متتالية أحماض أمينية)

تتحكم

ظهور صفة وراثية محددة

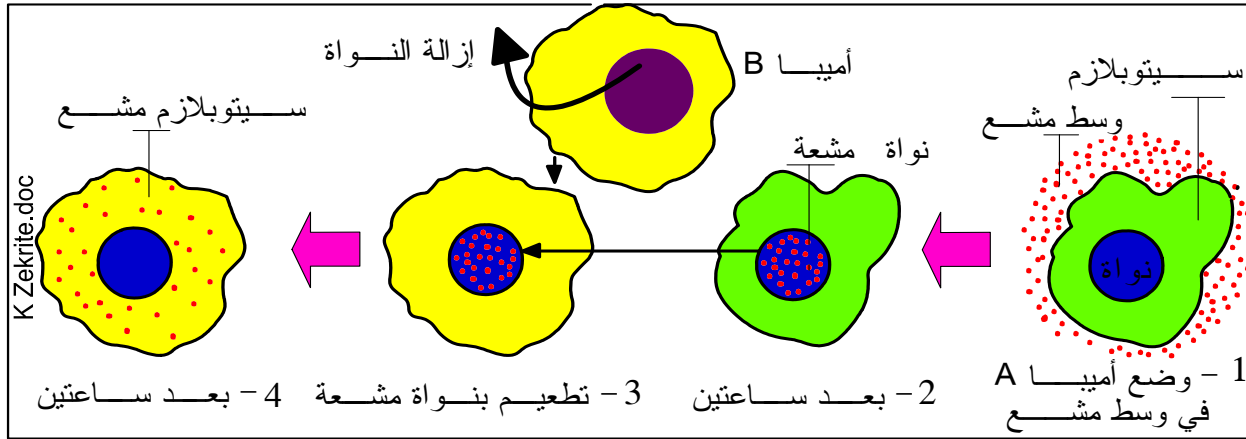
✿ يوجد L'ADN (المورثة) في النواة، أما إنتاج البروتينات فيتم في السيتوبلازم (يبدأ عند مستوى الجسيمات الريبية)

✿ فكيف يتم الربط بين النواة والسيتوبلازم؟ هل من رسول بين النواة والسيتوبلازم؟

4 - ضرورة وجود رسول بين النواة والسيتوبلازم

أ - الكشف عن وجود رسالة بين النواة والسيتوبلازم

✿ الأميبا حيوان وحيد الخلية، تم وضع أميبا A في وسط مغذي يضم أوراسيل uracile مشع (الأوراسيل قاعدة أزوتية تدخل في تركيب جزيئة L'ARN). بعد ساعتين أصبحت نواة الأميبا A مشعة، بعد ذلك زرنا نواة الأميبا A داخل سيتوبلازم عادي لأميبا B، بعد ساعتين أصبح سيتوبلازم الأميبا B مشعا واستأنفت هذه الأخيرة التراكيب البروتينية (الشكل أسفله)



✿ إذا أخضعنا الأميبا لأنزيم ARN^{ase} ، وهو أنزيم يفكك L'ARN، نسجل توقف التراكيب البروتينية.

ماذا تستخلص من نتائج التجريبتين؟

الوثيقة 26

✿ تبين التجربة الأولى أنه توجد جزيئات تمر من النواة إلى السيتوبلازم وتؤدي إلى استئناف التراكيب البروتينية.

✿ تبين التجربة الثانية أن جزيئات L'ARN، ضرورية للتركيب البروتيني.

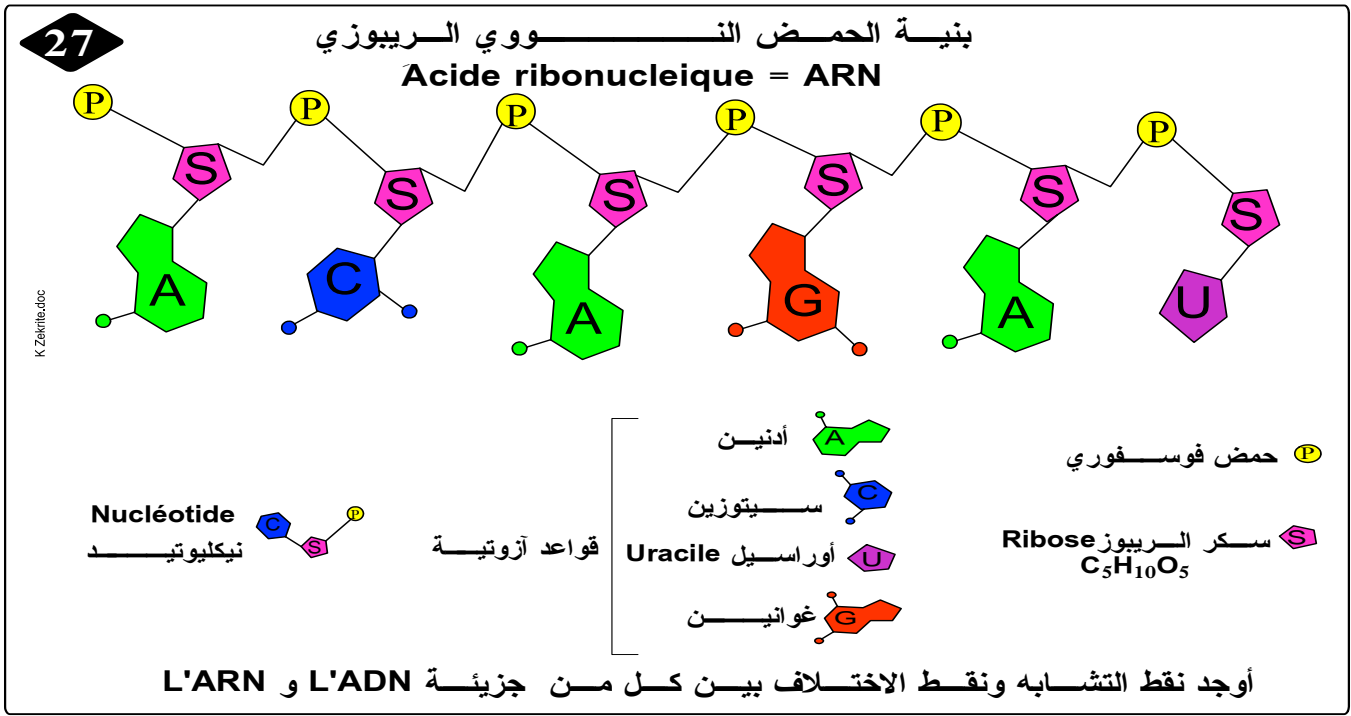
من خلال جمع استنتاجي التجربة الأولى والثانية أن الجزيئات التي تنتقل من النواة نحو السيتوبلازم هي جزيئات L'ARN وأنها تساهم في التركيب البروتيني.

✿ لقد أكدت دراسات أخرى أن جزيئات L'ARN تتركب في مستوى النواة ثم تنتقل إلى السيتوبلازم حاملة معلومات، وعلى هذه الرسالة يتوقف إنتاج البروتينات، لدى سمي هذا L'ARN بـ L'ARN

الرسول، نرسم له بـ ARN^m (m = messenger)

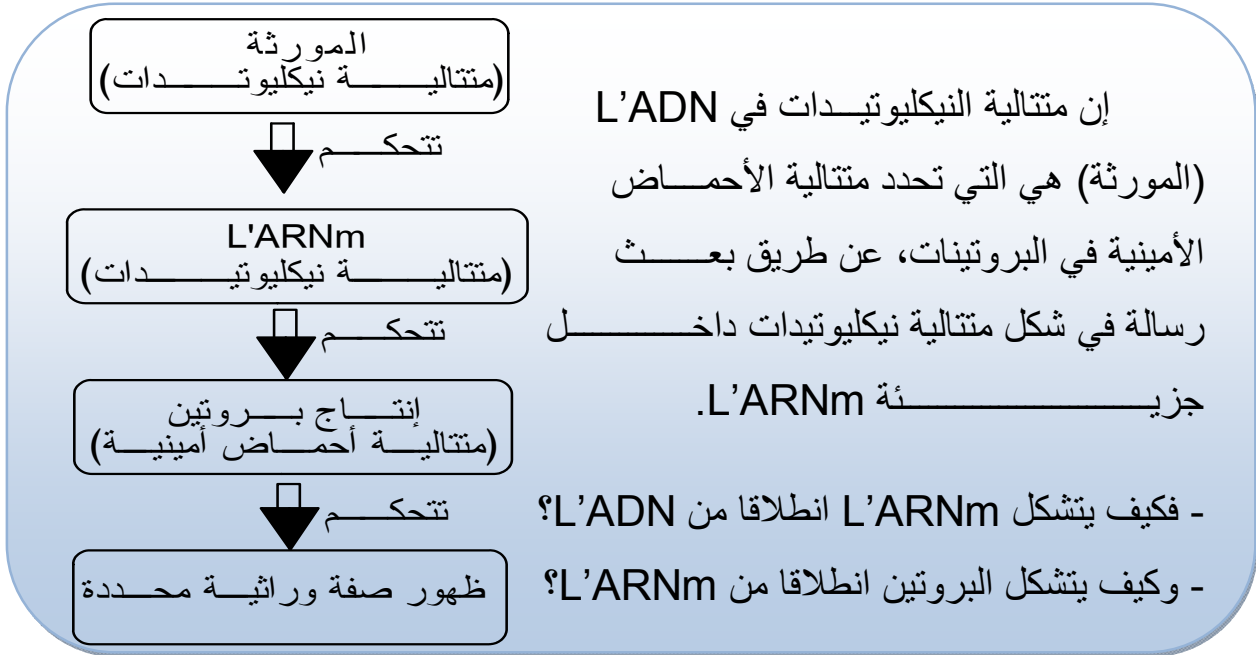
✿ فما هو تركيب هذا L'ARNm، وهل يتصف بدرجة عالية من الأمانة تؤهله لتبليغ الرسالة؟

ب - بنية L'ARNm. (الوثيقة 27)



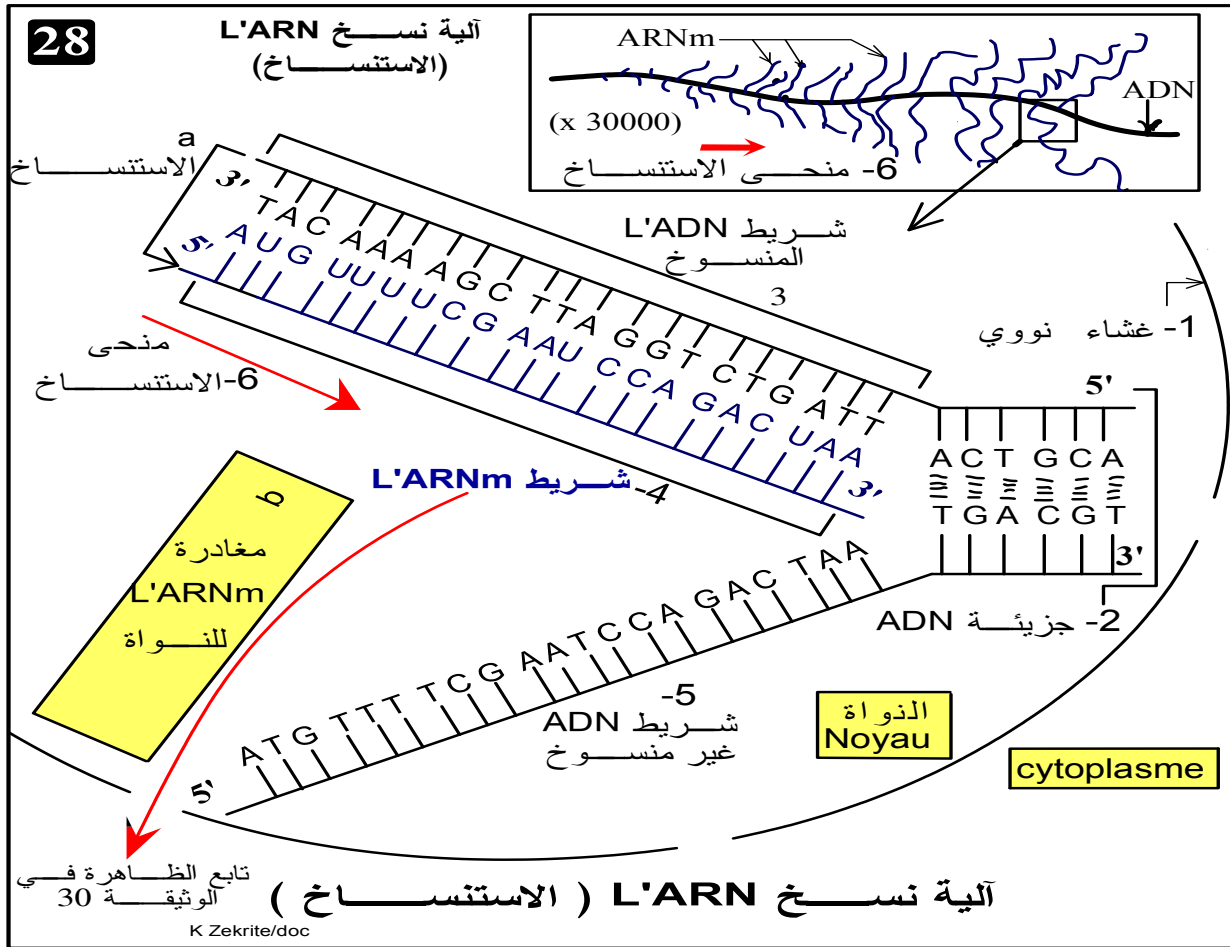
- ✿ يتكون L'ARN مثل L'ADN من متتالية من النكليوتيدات، ويتجلى الفرق بينهما في كون:
- ✿ يتكون L'ARN من شريط واحد متعدد النكليوتيدات، في حين يتكون L'ADN من شريطين.
- ✿ السكر الموجود في L'ARN هو سكر الريبوز، أما في L'ADN فنجد سكر الريبوز ناقص الأوكسجين.
- ✿ في L'ARN، نجد قاعدة الأوراسيل Uracile، التي تستبدل في L'ADN بقاعدة التيمين Thymine.

5 - خلاصة وطرح تساؤلات



III مراحل تركيب البروتينات

1 - الاستنساخ = النسخ الوراثي (الوثيقة 28)



يتم تركيب في المراحل الأساسية التالية:

✿ يفترق شريطا L'ADN عند مستوى المورثة المعنية بفعل أنزيم يسمى **ARN polymérase**.
✿ تنسخ المورثة المعنية إلى ARNm وذلك بتموضع نيكليوتيدات جديدة أمام الشريط المنقول عليه حسب تكامل القواعد الأزوتية:

- السيتوزين C أمام الغوانين G وعكس ذلك

- الأدينين A أمام التيمين T والأوراسيل U أمام الأدينين A.

✿ يبدأ تركيب L'ARNm من طرفه 5' ويستطيل الشريط في الاتجاه 3'.

✿ هكذا ينقل الخبر الوراثي من L'ADN إلى L'ARNm، وهذا ما نسمي بـ **النسخ الوراثي** =

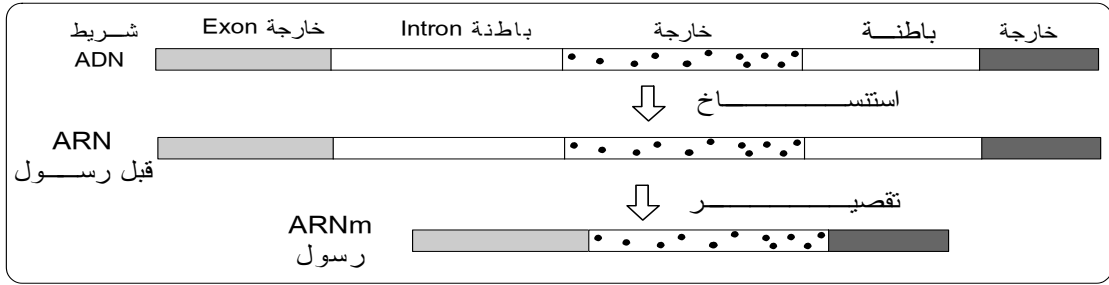
la transcription.

✿ يغادر بعد ذلك L'ARNm النواة نحو السيتوبلازم حاملا معه الخبر الوراثي.

ملحوظة: عند الخلايا ذات النواة الحقيقية، نسمي L'ARN المنسوخ مباشرة من شريط

L'ADN بـ L'ARN قبل الرسول، لأنه يخضع قبل مغادرته للنواة إلى عملية تقصير للتخلص من الأجزاء غير المرمزة (المسماة بالباطنة) والاحتفاظ فقط بالأجزاء المرمزة (المسماة بالخارجة).

انظر الرسم التوضيحي التالي:



2 - قراءة L'ARNm = الترجمة = Lecture = traduction

خلال هذه المرحلة تتم ترجمة المتتالية النيكلوتيدية لـ L'ARNm إلى متتالية من الأحماض الأمينية من أجل تشكيل سلسلة عديد الببتيد (البروتين).
فكيف يمكن لتسلسل 4 نيكلوتيدات في جزيئة L'ARNm أن توجه متتالية الأحماض الأمينية العشرين؟

أ - مفهوم الرمز الوراثي

بما أن البروتينات تتركب انطلاقاً من العشرين حمض أميني المختلف، يجب أن تتواجد 20 كلمة رمز في متتالية L'ARNm و"حروف" هذه الكلمات الرمزية لا تحتوي بالضرورة إلا على أربعة أحرف، وهي النيكلوتيدات الأربعة (U, G, C, A).

إذا أخذنا هذه الأخيرة مثنى - مثنى لتشكيل "الكلمة الرمز"، فلن نحصل سوى على $4^2 = 16$ تآليفة (combinaison) ممكنة، وهذا غير كاف للترميز للأحماض الأمينية العشرين.
من هنا فإن "الكلمة الرمز" أو ما سيعرف منذ الآن بـ **الوحدة الرمزية** = Codon تحتوي على ثلاثي من النيكلوتيدات، مما سيعطي $4^3 = 64$ توفيقية ممكنة وهو عدد يفوق ما هو لازم للترميز للعشرين حمضاً أمينياً.
وقد أكدت التجارب ذلك، حيث كشفت عن معنى مختلف للوحدات الرمزية بتحديد الأحماض الأمينية التي ترمز إليها فتم التوصل إلى النتائج التالية: (الوثيقة 29)

جدول الرمز الوراثي										
2 ^{ème} lettre						29				
U		C		A			G			
1 ^{ère} lettre	U	UUU	phenylalanine	UCU	sérine	UAU	tyrosine	UGU	cysteine	3 ^{ème} lettre
		UUC		UCC		UAC		UGC		
		UUA	leucine	UCA		UAA	non sens	UGA	non sens	
		UUG		UCG		UAG		UGG	tryptophane	
1 ^{ère} lettre	C	CUU	leucine	CCU	proline	CAU	histidine	CGU	arginine	3 ^{ème} lettre
		CUC		CCC		CAC		CGC		
		CUA		CCA		CAA	glutamine	CGA		
		CUG		CCG		CAG		CGG		
1 ^{ère} lettre	A	AUU	isoleucine	ACU	thréonine	AAU	asparagine	AGU	sérine	3 ^{ème} lettre
		AUC		ACC		AAC		AGC		
		AUA		ACA		AAA	lysine	AGA	arginine	
		AUG	méthionine	ACG		AAG		AGG		
1 ^{ère} lettre	G	GUU	valine	GCU	alanine	GAU	acide	GGU	glycine	3 ^{ème} lettre
		GUC		GCC		GAC	aspartique	GGC		
		GUA		GCA		GAA	acide	GGA		
		GUG		GCG		GAG	glutamique	GGG		

- ✿ هناك 61 وحدة رمزية من بين 64 الممكنة، ترمز كل منها إلى حمض أميني، وهنا تبرز ظاهرة التكرار حيث ترمز عدة وحدات رمزية إلى نفس الحمض الأميني.
- ✿ الثلاث وحدات الرمزية الباقية، ترمز إلى نهاية التركيب البروتيني أو ما يعرف **بالوحدة الرمزية قف Stop**، ويقال إنها بدون معنى Non sens، حيث لا تشير إلى أي حمض أميني.
- ✿ يسمى نظام التطابق بين الوحدات الرمزية التي يحملها L'ARNm وبين الأحماض الأمينية التي ترمز لها **بالرمز الوراثي = الشفرة الوراثية le code génétique**

ب - مراحل الترجمة

الوثيقة 30 في الصفحة الموالية

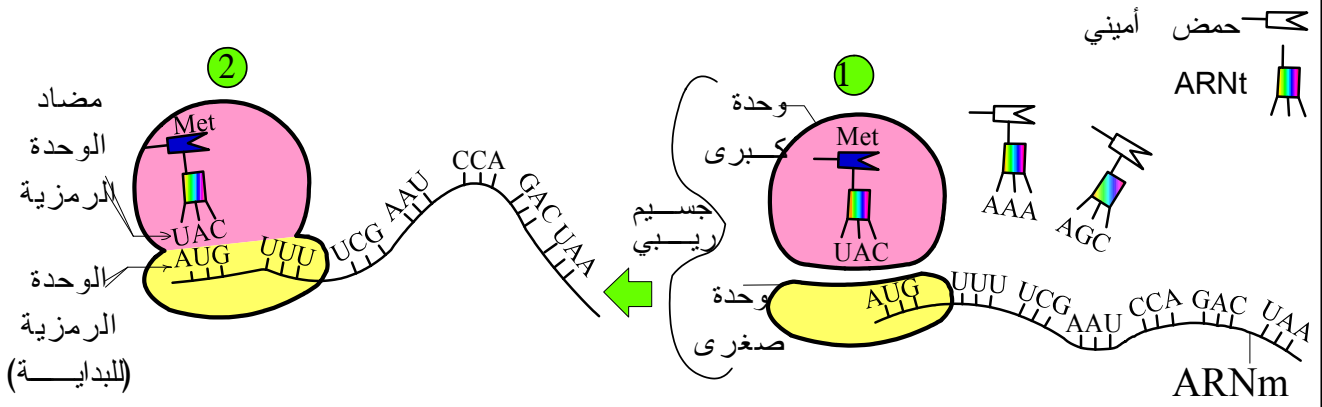
- ✿ تتم الترجمة بتدخل **ARNt** (transfert = t = ناقل) وهو ARN له موقعين للتثبيت:
 - ↔ موقع يحمل 3 قواعد أزوتية، مكملة للوحدات الرمزية لـ L'ARNm، تسمى **مضادات الوحدة الرمزية Anticodon**.
 - ↔ موقع لتثبيت الحمض الأميني المناسب لكل مضاد وحدة رمزية وبالتالي الموافق لكل وحدة رمزية.

✿ تتم الترجمة في المراحل التالية:

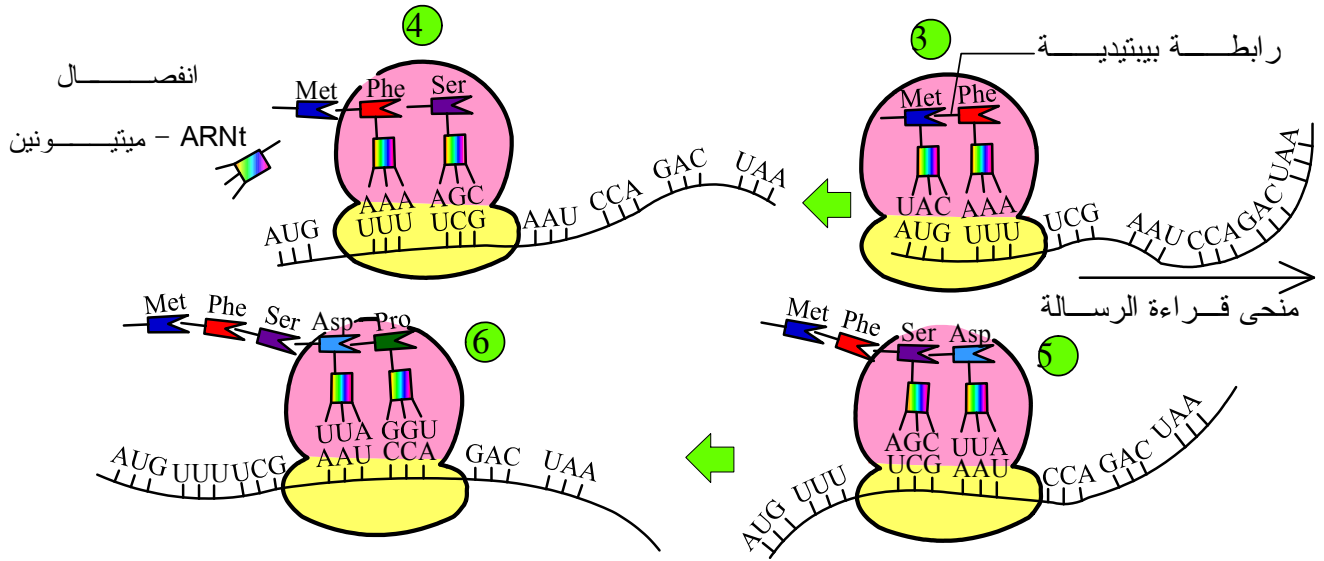
- 1 **البدائية:** يرتبط أول طرف لـ L'ARNm بجسيم ريبي Ribosome، فترتبط أول وحدة رمزية بمضادها المناسب، هذا الأخير يحمل معه أول حمض أميني (عند الخلايا ذات النواة الحقيقية، تبدأ القراءة دائما بالوحدة الرمزية AUG التي ترمز إلى حمض الميثيونين).
- 2 **الاستطالة:** بعد تموضع الحمض الأميني الأول (الميثيونين)، ترتبط الوحدة الرمزية الثانية بمضادها الحامل لحمض أميني ثاني، فيرتبط الحمض الأميني الأول بالحمض الأميني الثاني بواسطة رابطة بيبتيديية. ينتقل بعد ذلك الجسيم الريبي إلى الوحدة الرمزية الموالية، فيؤتى بحمض أميني ثالث وهكذا حتى نهاية L'ARNm.
- 3 **النهائية:** تتوقف الترجمة عند وحدة رمزية بدون معنى تعلن عن نهاية الرسالة، وبذلك:
 - يتوقف التركيب وتحرر السلسلة البروتينية.
 - تفترق وحدتا الجسيم الريبي عن بعضهما وعن L'ARNm.
 - ينفصل حمض الميثيونين عن باقي السلسلة البروتينية.

ملحوظة:

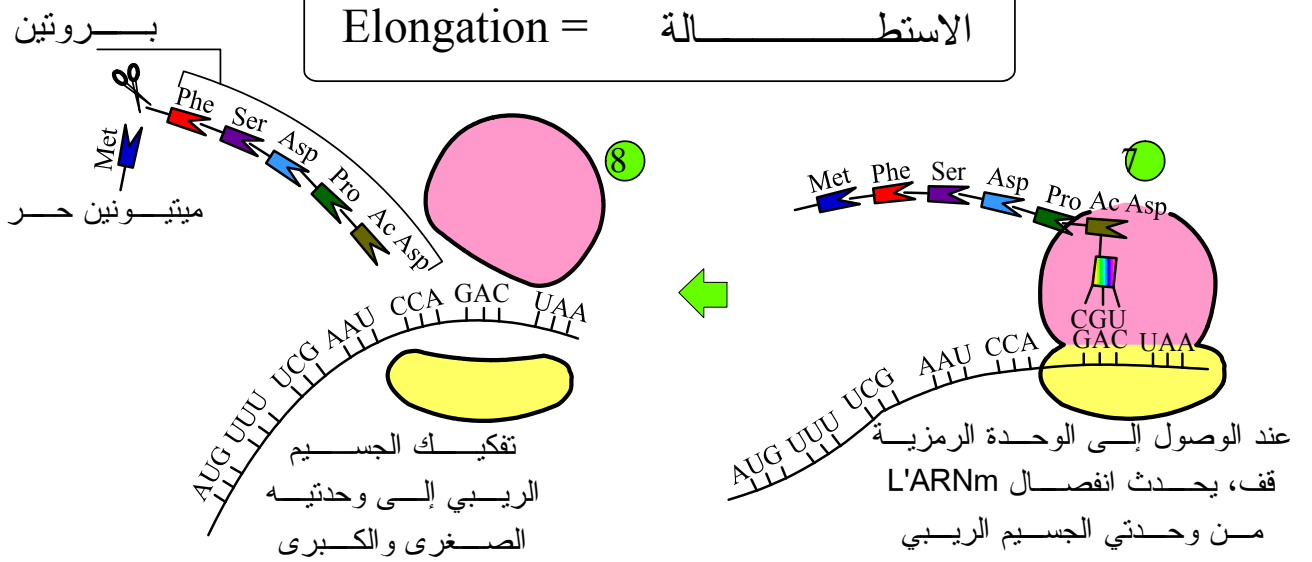
تحتوي كل خلايا جسمنا على نفس الجينوم (مجموع المورثات) لأنها صدرت من نفس الخلية الأصلية (البيضة)، رغم ذلك نجد مثلا أن الخلايا β البنكرياسية تنتج الأنسولين، في حين أن الخلية الجلدية أو العصبية تفتقد هذه الصفة رغم أن هذه الخلايا تملك مورثة الأنسولين. نفس ذلك بوجود تنظيم وراثي، حيث تعبر بعض المورثات بينما تكبح أخرى.



Initiation = البدايئة



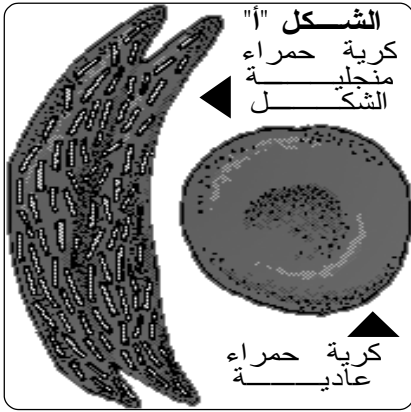
Elongation = الاستطالة



Terminaison = النهائية

مراحل قراءة = ترجمة L'ARNm إلى بروتين

تمرين تطبيقي



✿ فقر الدم المنجلي مرض وراثي يؤدي في أغلب الحالات إلى الوفاة.

✿ تتميز كريات الدم الحمراء عند المصابين بشكلها الهلالي، بينما تتميز الكريات الحمراء السليمة بشكلها الكروي (الشكل أ).

✿ يعود التشوه في شكل الكريات الحمراء عند المصابين إلى إنتاج خضاب دم hémoglobine غير عادي يرمز له ب HBs يترسب على شكل إبر، بينما يتميز الخضاب الدموي السليم بشكله الكروي ويرمز له ب HbA.

✿ يمثل الشكل (ب) جزء من الحليل العادي المسؤول عن إنتاج الخضاب الدموي HbA وجزءا من الحليل الطافر المسؤول عن إنتاج HBs عند المصاب بفقر الدم المنجلي.

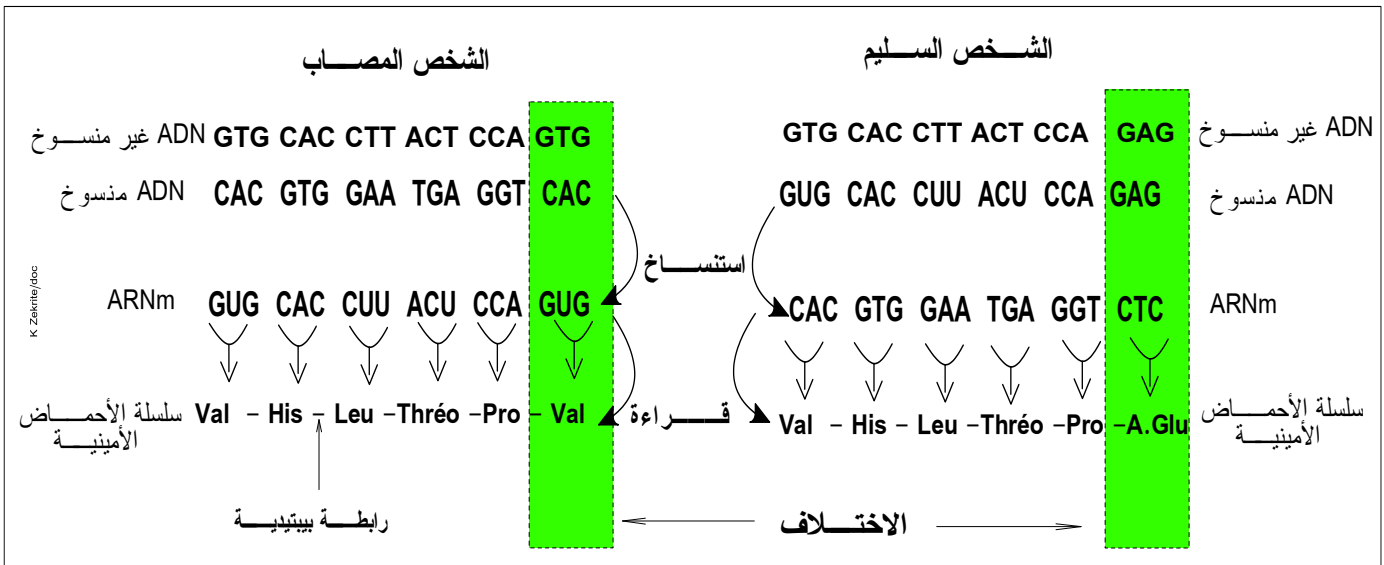
<p>منحى القراءة →</p> <p>GTG CAC CTT ACT CCA GAG</p>	<p>قطعة الحليل العادي المسؤول عن إنتاج الخضاب العادي HbA شريط ADN غير المنسوخ</p>
<p>GTG CAC CTT ACT CCA GTG</p> <p>الشكل "ب"</p>	<p>قطعة الحليل الطافر المسؤول عن إنتاج الخضاب المشوه HBs شريط ADN غير المنسوخ</p>

- 1- باستعمال جدول الرمز الوراثي للوثيقة 29، اعط خيط L'ARNm ومنتالية الأحماض الأمينية المطابقة لكل من جزء الحليل العادي وجزء الحليل غير العادي
- 2- اعتمادا على جوابك السابق ومعطيات التمرين، فسر سبب الإصابة بفقر الدم المنجلي.

K Zekrite.doc

أجوبة - أجوبة - أجوبة

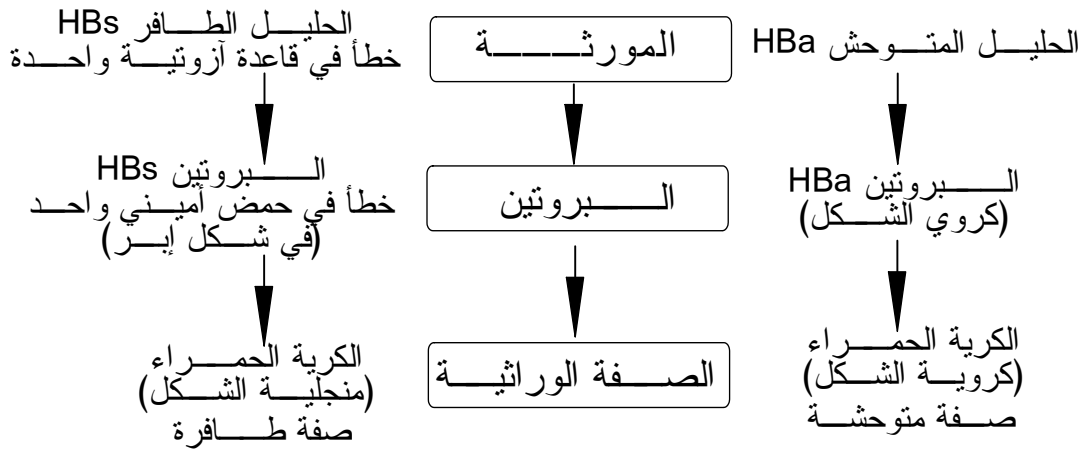
- 1 - خيط L'ARNm ومنتالية الأحماض الأمينية المطابقة لكل من جزء الحليل العادي وجزء الحليل غير العادي



2 - تفسير سبب الإصابة بفقر الدم المنجلي:

يتعلق الأمر بطفرة استبدال حيث استبدلت القاعدة Thymine (T) في شريط ADN المنسوخ ل HBa بالقاعدة (A) Adénine في الحليل HBs. نجم عن ذلك استبدال الحمض الأميني Acide gutamique للخضاب HBa بالحمض الأميني Valine في البروتين HBs، بذلك أصبح هذا الخضاب الدموي مشوه حيث أنه يترسب في شكل إبر مما يؤدي إلى تشويه الكريات الحمراء الحاملة له التي تصبح في شكل منجل ← فقر الدم المنجلي.

ملحوظة: يبرز هذا المثال جلياً العلاقة: مورثة ← بروتين ← صفة وراثية.



الفصل الثالث الهندسة الوراثية:

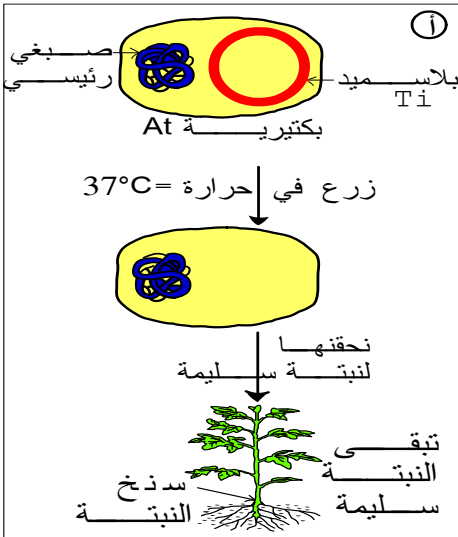
مبدؤها، تقنياتها وبعض تطبيقاتها

I مبدأ الهندسة الوراثية

1- مفهوم التغير الوراثي: (الوثيقة 31)

يصيب مرض جرب السنخ بعض أنواع النباتات المزروعة، ويتمثل في ظهور ورم سرطاني في سنخ النباتات. ينتج الورم على إثر تكاثر فوضوي لخلايا السنخ. قصد فهم سبب ظهور هذا المرض، تم القيام بالتجارب التالية:

🌸 **تجربة 1:** تم عزل بكتيريا تسمى *Agrobacterium tumefaciens* (At)، وهي بكتيريا تعيش عادة في التربة من إحدى الأورام ولقح بها نبات آخر سليماً، فأصيب هذا الأخير بورم سرطاني.



🌸 **تجربة 2:** زرعت الخلايا النباتية الورمية في وسط مغذي لا يتضمن البكتيريا (At)، فتكاثرت هذه الخلايا النباتية بشكل فوضوي.

1- ماذا يمكن استنتاجه من خلال التجربة الأولى والثانية؟
🌸 **تجربة 3:** بعض البكتيريا (At) حساسة لتغيرات درجة الحرارة، نزرع هذه البكتيريا في حرارة 37°C فتفقد بلازميدها Ti ثم نحققها لنبات سليمة، تمثل الوثيقة (أ) نتائج التجربة.

2 - ماذا تستنتج من التجربة 3؟

🌸 تمثل الوثيقة (ب) الخريطة العاملة للبلازميد Ti

3 - تعرف على مكونات البلازميد واعط تعريفاً له.

مورثات = Vir - Onc Ops: gènes

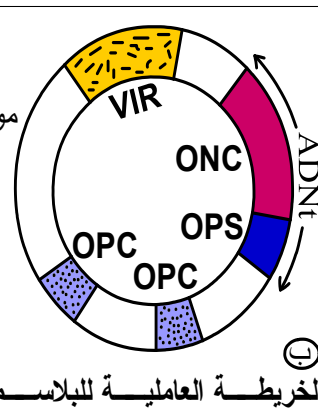
مورثة مسؤولة عن التكاثر السرطاني = Onc: oncogène

مورثة موجهة لتكوين الأوبين = Ops: opine synthétase

الأوبين

المورثات المسؤولة عن الورم = ADNt (t: tumeur)

Vir: virulence = مورثة الحدة (الخطورة).



4- اعتماداً على معطيات التمرين ومستعينا بالوثيقة 32، صغ نصاً تبين من خلاله كيفية تشكل الورم السرطاني في سنخ النباتات بفعل البكتيريا (At).

5 - استخلص مبدأ الهندسة الوراثية موضحاً فيم يمكن توظيف البلازميد Ti في هذه التقنية؟

1 - تحليل نتائج التجربة 1 و 2 واستنتاج:

♦ التجربة 1: البكتيريا (At) هي المسؤولة عن حدوث الورم السرطاني في سنخ النباتات، فعند ملامستها للخلايا النباتية تزودها ب "علة" ترغمها على التكاثر بشكل فوضوي.

♦ التجربة 2: بما أن صفة التكاثر الفوضوي تورث من الخلايا النباتية السلف إلى الخلف، فهذه الصفة وراثية.

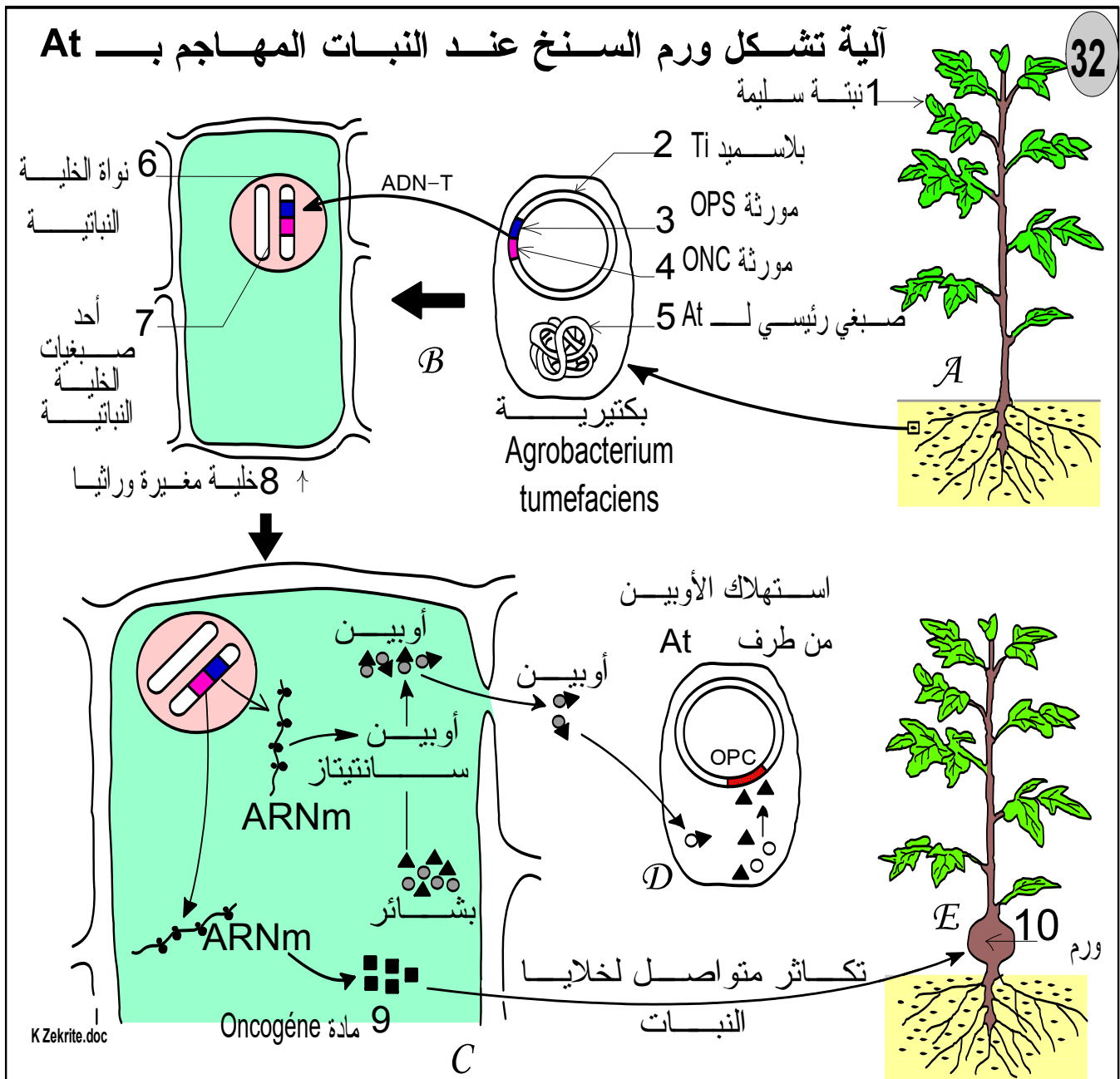
♦ التجربة 1 و 2: "علة" التي تتوصل بها الخلايا النباتية من البكتيريا (At) يمكن أن تكون قطعة ADN (مورثة أو أكثر) تدمجها خلايا السنخ في ذخيرتها الوراثية.

2 - يبدو أن البكتيريا (At) المجردة من البلاسميد Ti تفقد القدرة على إحداث الورم في سنخ النبتة، إذن فالبلاسميد Ti هو المسؤول عن ظهور المرض، ومنه يمكن أن نفترض أن المورثة أو المورثات المحدثة للورم السرطاني توجد في البلاسميد Ti.

3 - تعريف البلاسميد:

البلاسميد هو حلقة صغيرة من L'ADN تحمل مورثات إضافية، توجد عند البكتيريا والعفن.

4 - آلية تشكل الورم:



تعليق لمراحل الوثيقة 32:

- 1 تنسل البكتيرية At إلى سنخ النبتة عبر الجروح المحدثة بفعل فرق درجة الحرارة (المرحلة A).
- 2 تحقق البكتيرية جزءا من بلاسميدها Ti (ADNt) في الخلية النباتية فتدمج هذه الأخيرة هذه القطعة (ADNt) ضمن ذخيرتها الوراثية (المرحلة B).
- 3 يبدأ ADNt في التعبير (المرحلة C)، مما يمنح الخلية النباتية:
 - ♦ القدرة على تركيب الأوبينات الموجهة لفائدة At (المرحلة D).
 - ♦ القدرة على تركيب مادة l'oncogène المسببة لحدوث الورم في سنخ النبتة (المرحلة E)
- 4 بذلك تكتسب الخلية النباتية صفتين لم تكن تملكهما من قبل (صفة الورمية وصفة تركيب الأوبين)، نقول أن الخلية تغيرت وراثيا.
- 5 - يمتاز البلاسميد Ti بقدرته على الدخول إلى داخل خلية مضيضة، يمكن استغلاله لنقل مورثات مرغوبة من خلية معطية إلى خلية مستقبلة.

2- مبدأ الهندسة الوراثية

تعتمد الهندسة الوراثية = le génie génétique على التغيير الوراثي للخلايا الحية. ويتمثل مبدؤها في نقل وتوظيف مورثات من أصل حيواني أو نباتي في خلايا أخرى سريعة النمو والتكاثر، حيث تكتسب الكائنات المغيرة وراثيا صفات مرغوبة من طرف الإنسان أو توجه لإنتاج مواد نافعة للإنسان.

II تقنيات الهندسة الوراثية: الوثيقة 33 و 34

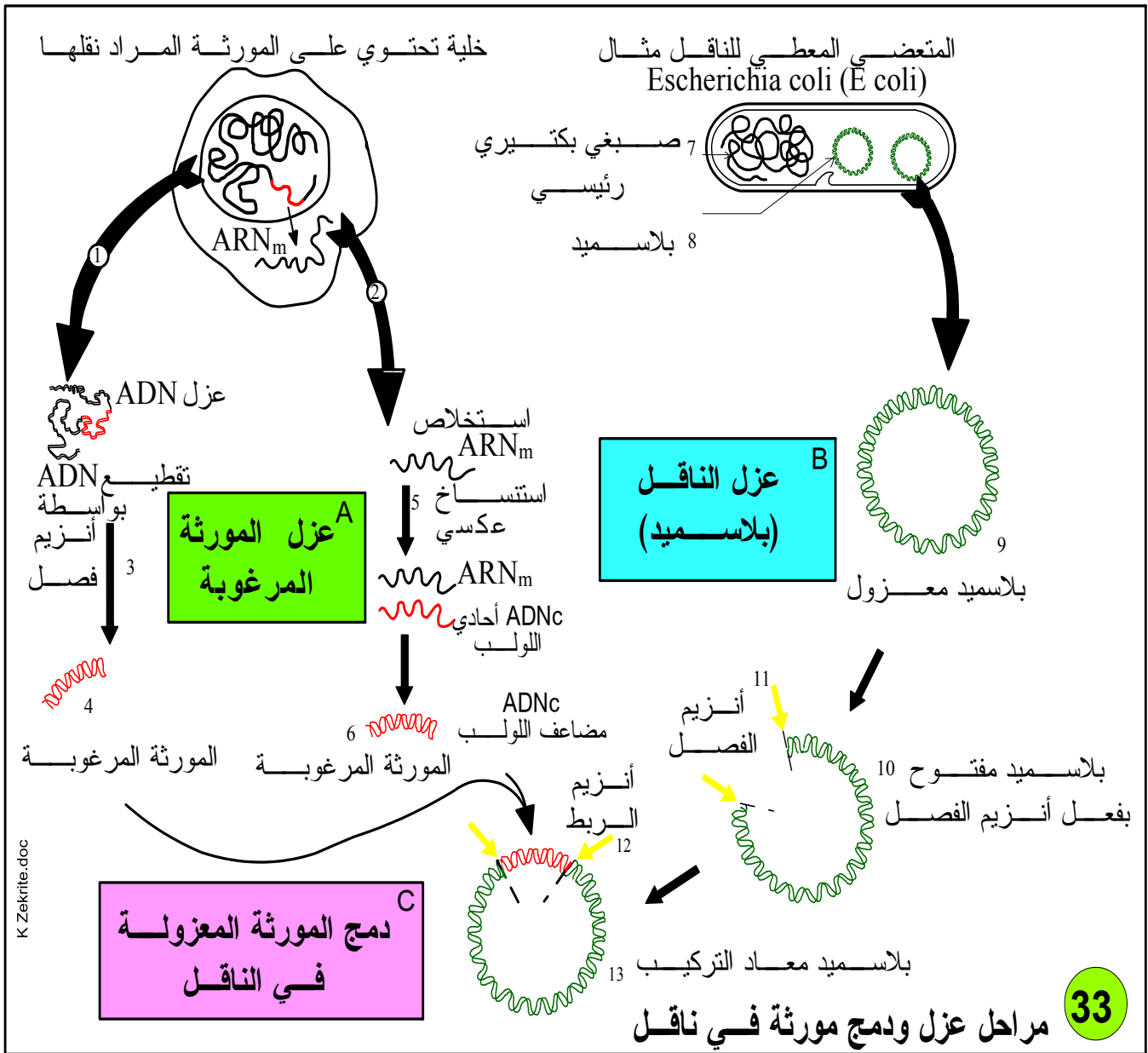
يتم نقل وتوظيف مورثة من خلية معطية إلى خلية مضيضة في المراحل التالية:

- 1 **المرحلة الأولى:** عزل المورثة المراد نقلها وذلك اعتمادا على طريقتين: (المرحلة A من الوثيقة 33)

♦ الطريقة 1: يقطع ADN الخلية المعطية إلى أجزاء بواسطة أنزيم فصل نوعي = enzyme de restriction spécifique، ثم تعزل المورثة المرغوبة باستعمال ARNm مشع.
♦ الطريقة الثانية: يستعمل ARNm المطابق للبروتين (أو لعدد البيبتيد) المرغوب فيه على شكل ADNc مكمل (مكمل = complémentaire = c) بواسطة أنزيم الناسخ العكسي.
2 **المرحلة الثانية:** يمكن تلخيصها في الخطوات التالية:

♦ اختيار ناقل وقطعه بواسطة أنزيم الفصل المستعمل لقطع المورثة، للإشارة فالناقل هو عنصر وراثي (بلاسميد أو ADN فيروسي) يتميز بقدرته على الدخول بسهولة إلى خلية مضيضة. (المرحلة B من الوثيقة 33).

♦ إدماج المورثة المعزولة في الناقل المفتوح وذلك بواسطة أنزيم ربط نوعي، بذلك نحصل على ADN معاد التركيب = هجين (الناقل + المورثة المرغوبة). (المرحلة C من الوثيقة 33).



3 المرحلة الثالثة: (الوثيقة 34 في الصفحة الموالية)

- ◆ نختار خلية مضييفة (عائلة)، تتميز بتكاثرها السريع مثل البكتيريا، خميرة البيرة ...
- ◆ نحشر (ندمج) L'ADN المعاد التركيب (البلاسميد الهجين مثلا) داخل الخلية المضييفة.

(المرحلة D من الوثيقة 34)

- ◆ نزرع هذه الخلية المضييفة في وسط اقتيائي مع إعادة العملية عدة مرات حتى الحصول على

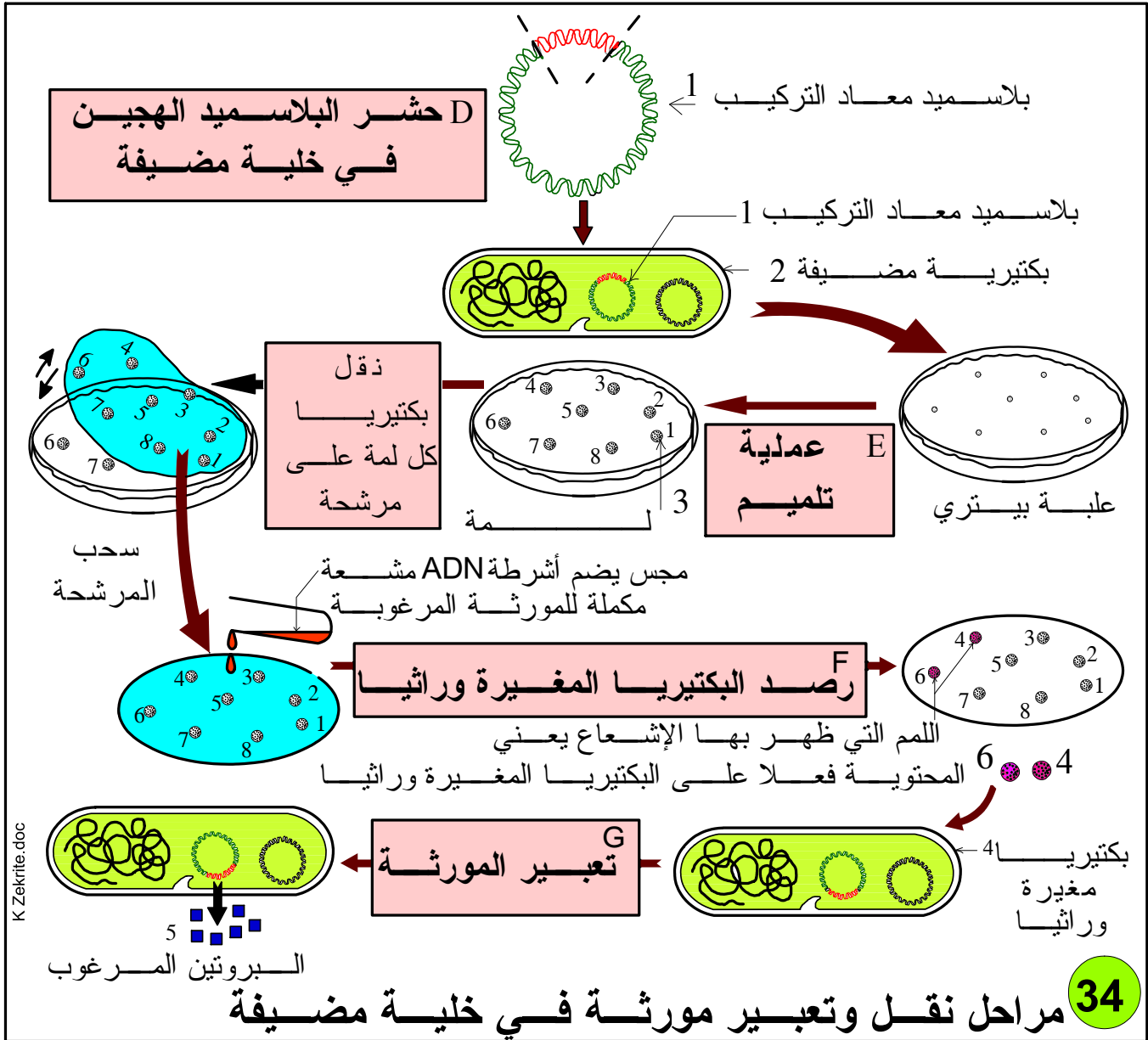
لمات (التلميم: المرحلة E من الوثيقة 34)

ملحوظة: يمكن استبدال البلاسميد بجهاز يسمى مدفع الجزيئات Canon à particules. يتم إصاق المورثة المرغوبة على جزيئات فلزية دقيقة (بترأوح قطرها بين 0,4 و 5µm). ثم يتم إرسالها بسرعة كبيرة بواسطة مدفع صوب الخلايا النباتية. تخترق هذه الجزيئات الجدار الهيكلي والغشاء السيتوبلازمي للخلايا النباتية، فتدمج المورثة المرغوبة في البرنامج الوراثي للخلية الهدف. تسمى هذه التقنية بتقنية القنبلة Technique de bombardement.

4 المرحلة الرابعة: رصد (موضعة) الخلايا التي تغيرت وراثيا (يعني تلك التي استضافت فعلا

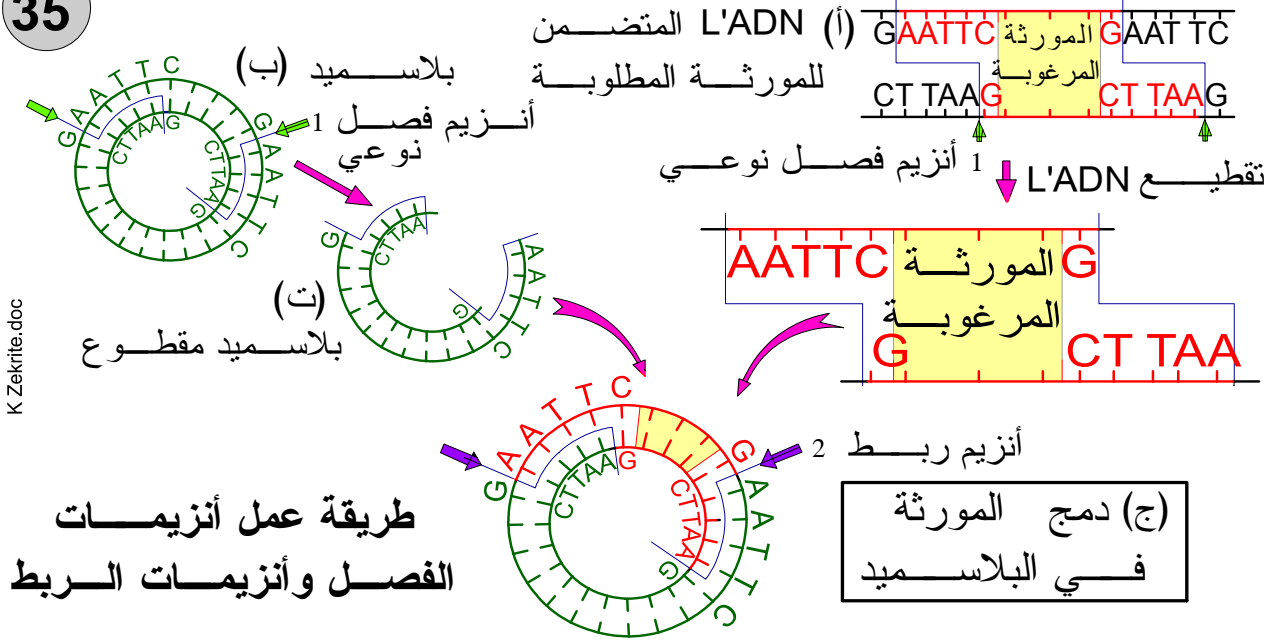
وأدمجت المورثة المرغوبة في ذخيرتها الوراثية. (انظر تفصيل هذه التقنية في المرحلة F من الوثيقة 34).

5 **المرحلة الخامسة:** تحريض المورثة على التعبير (يعني دفعها لإنتاج البروتين المرغوب) داخل الخلية المضيفة (المرحلة G من الوثيقة 34)، تتم هذه التقنية بطرق مختلفة مثل تغيير الظروف الفيزيائية للوسط (الحرارة مثلا)، زيادة مورثة تسمى مورثة موحدة تعمل على تنشيط المورثة الفعلية.



ملحوظة:

- تتميز أنزيمات الفصل بقطع رابطة محددة في شريط L'ADN، وبذلك تحدث تقطيعات متعرجة (en zig-zag) بحيث تترك أطرافا قصيرة أحادية اللولب في طرفي جزيئة L'ADN، تعرف هذه الأطراف القصيرة **بالأطراف الموحدة** لأنها تستطيع التكامل مع أي طرف ADN ناتج عن القطع بنفس الأنزيم. (انظر الوثيقة 35 والتمرين التطبيقي).
- غالبا ما تحافظ المختبرات على سرية الوحدات الوظيفية المنشطة المستعملة للتحريض، خاصة منها تلك التي تتعلق بإنتاج المواد السامة.



III بعض مجالات تطبيق الهندسة الوراثية:

تجد الهندسة الوراثية، حالياً، عدة تطبيقات وخاصة في الميادين الزراعية، الطبية والصناعية.

1- في الميدان الزراعي: مثال تغيير النباتات لمقاومة بعض الأسروعات

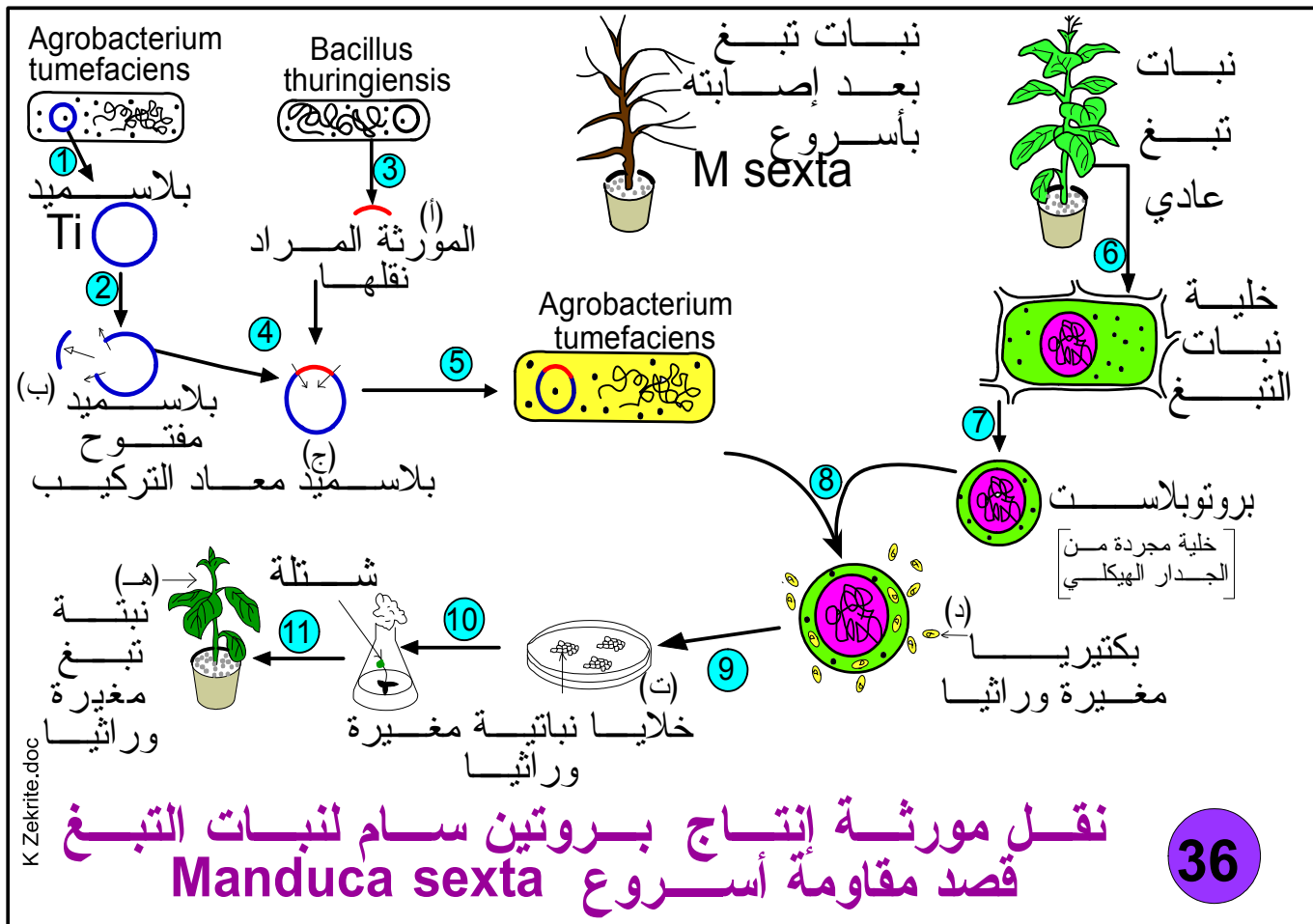
الوثيقة 36 في الصفحة الموالية

✱ تتعرض كثير من المزروعات للتلّف بفعل الحشرات الضارة وخاصة أسروعات الفراشات.

✱ نجح الباحثون في أواسط السنوات 1980 في دفع بعض النباتات -بعد تغييرها وراثياً- لإنتاج بروتينات سامة = *protéines toxiques*، تقضي على الأسروعات وغير ضارة بالنسبة للإنسان.

✱ يعتمد هذا التغيير على عزل مورثة مسؤولة عن إنتاج بروتين سام صادرة من بكتيريا تسمى *Bacillus thuringiensis* وتوظيفها عند النبات المرغوب تغييره (طبقت هذه التقنية عند الطماطم، البطاطس، القطن، التبغ ...)

✱ بالنسبة للتبغ، فقد تم الحصول على نبات تبغ مقاوم لأسروعات *Manduca sexta* حسب البروتوكول المبين في الوثيقة 36.



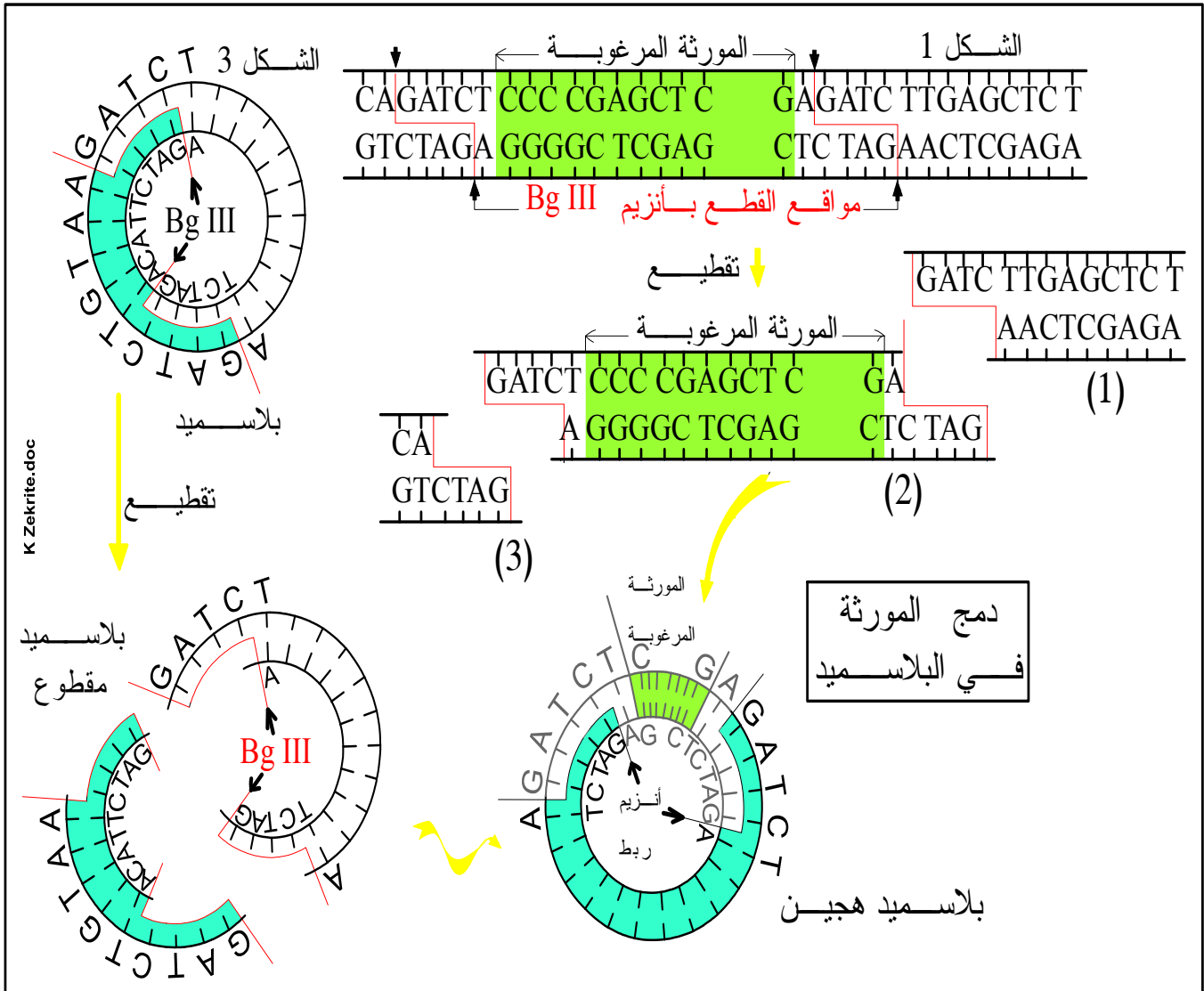
2- الإنتاج الصناعي لهرمون الأنسولين

- ✱ يؤدي النقص في إفراز الأنسولين من طرف الخلايا β لجزيرات Langerhans إلى ارتفاع تحلون الدم وظهور داء السكري الهزيل.
- ✱ تعالج هذه الحالة بحقن يومية من هرمون الأنسولين، وهذا ما يستدعي كميات كبيرة.
- ✱ والأنسولين هرمون بروتيني يتربك من سلسلتين بيبتيديتين A و B، يعتمد حاليا في إنتاجه على الهندسة الوراثية، ويتم ذلك في المراحل التالية:
- ◆ عزل المورثتين الخاصتين بتركيب السلسلتين A و B للأنسولين البشري.
- ◆ عزل بلاسميد، ثم دمج المورثة A في بلاسميد والمورثة B في بلاسميد آخر.
- ◆ إدماج البلاسميدات المركبة في بكتيريا أو في خميرة البيرة.
- ◆ بعد التلميم، ترصد الخلايا التي تغيرت وراثيا، فتوظف لإنتاج السلسلة A والسلسلة B للأنسولين.
- ◆ تركب السلسلتان للحصول على جزيئة الأنسولين.

3- مبادئ أخرى لتسخير الهندسة الوراثية:

الحل

- 1- إن السلسلة البيبتيدية المتوفرة لدينا يمكن أن تقطع بأنزيمين: Bg III و Sac I لكن هذا الأخير يقطع في وسط المورثة فإذا استعملناه سنحصل على مورثة غير تامة أما الأنزيم Bg III فهو الأنسب؛ حيث يقطع في حدود المورثة المراد نقلها.
- 2- نحصل على ثلاث قطع: (1)، (2) و (3) (انظر الرسم في الصفحة الموالية).
- 3- يلزم قطع البلاسميد بنفس الأنزيم الذي فصلت به المورثة المرغوبة (Bg III) حتى يحصل التكامل بين القواعد الأزوتية عند الربط (انظر الرسم أسفله) فنحصل بعد الدمج على بلاسميد هجين = معاد التركيب.



المراجع

- ◀ الكتاب المدرسي لمادة العلوم الطبيعية السنة الثالثة, ثانوي شعبة العلوم التجريبية.
- ◀ في رحاب علوم الحياة والأرض (الكتاب المدرسي) السنة الثانية من سلك البكالوريا شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض.
- ◀ الجديد في علوم الحياة والأرض (الكتاب المدرسي) السنة الثانية من سلك البكالوريا شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض.
- ◀ الامتحانات الوطنية للبكالوريا مادة علوم الحياة والأرض شعبة العلوم التجريبية مسلك علوم الحياة والأرض والعلوم الفيزيائية.
- ◀ سلسلة باك الأكاديميات.
- Sciences de la vie et de la terre 2de Hatier
- Biologie Sciences de la vie et de la terre Tavernier C Lizeaux T^{erm} S Bordas
- Biologie Sciences de la vie et de la terre Tavernier Première L et ES Bordas