مفهوم الخبر الوراثي

ملاحظة

للتوأمين الحقيقيان نفس الصفات إلى حد التشابه المذهل.

☺ - ما سبب هذا التشابه؟

☺ - هل لهذا التشابه علاقة ببعض المكونات الكيميائية التي تكون خلايا الجسم(المادة الوراثية أو الخبر الوراثي) ؟

☺ - أين توجد المادة الوراثية؟

☺ - كيف تنتقل من خلية إلى أخرى أو من فرد إلى آخر؟

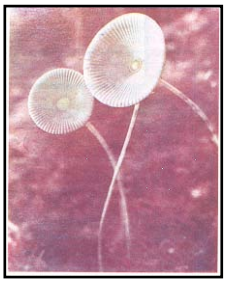
☺ - ما هي طبيعة هذه المادة؟

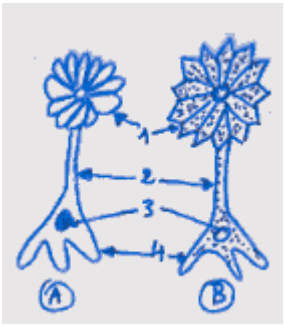
☺ - كيف تشتغل هذه المادة (الخبر الوراثي)؟

I- تموضع الخبر الوراثي :

1- تجارب على طحلب الأسيتابولاريا (Acétabulaire).

الأسيتابولاريا طحلب مائي وحيد الخلية، يتكون من، قاعدة تتمثل في الوبر الجذري، و ساق و قبعة أو قلنسوة. و هذه الخلية محاطة بغشاء سيليلوزي مشبع بالكلس.



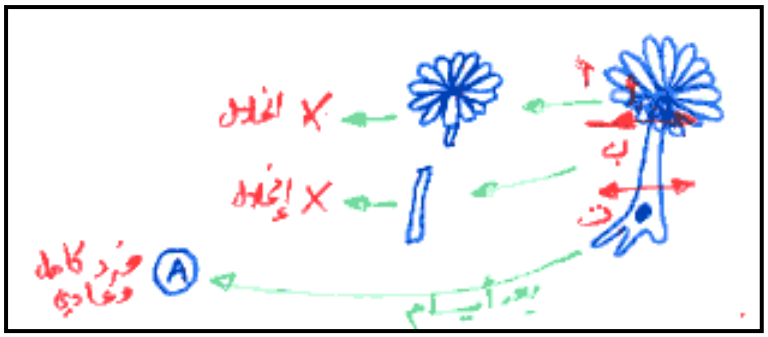


توجد أنواع كثيرة منها، لكن نقتصر على ذكر نوعين فقط للدراسة، هما:

- *Acetabularia medetterania* .(A)
- *Acetabularia crenulata* .(B)

النوعان متشابهان فيما يخص الوبر الجذري و الساق، أما القبعة فهي محل الاختلاف:

أ- تجربة 1: *Doc3*



نأخذ أسيتابولاريا خلال نموها (أي أنها غير بالغة) و نقطعها إلى ثلاثة قطع:

- قطعة رأس الساق (أ).
- قطعة وسط الساق (ب).
- الوبر الجذري (ت).

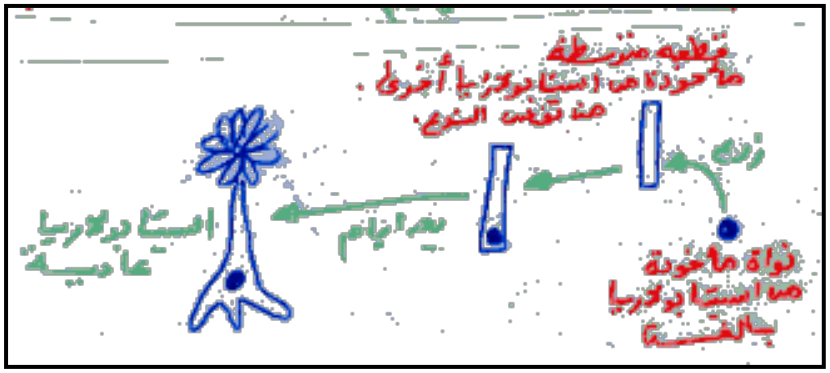
س1- ما هو مصير كل جزء من الطحلب ؟

س2- اطرح الإشكـــــــــال.

س3- ضع تفسيرا افتراضيا للإشكـــال.

ج1- القطعتان (أ) و (ب) ينحلان، أما الوبر الجذري (ت) يبقى حي و ينمو بحيث يعوض الأجزاء المبتورة، و يعطي أسيتابولاريا عادية و كاملة.

ج2- ما سبب انحلال(أ) و (ب) ؟ من المسؤول عن تطور الوبر الجذري؟؟



ج3- يمكن تفسير هذه الظاهرة باحتواء الوبر الجذري على النواة، إذن قد تكون النواة هي المسؤولة عن تسيير الخلية و عن كل ما يركب داخلها.

ب- تجربة 2: *Doc4*

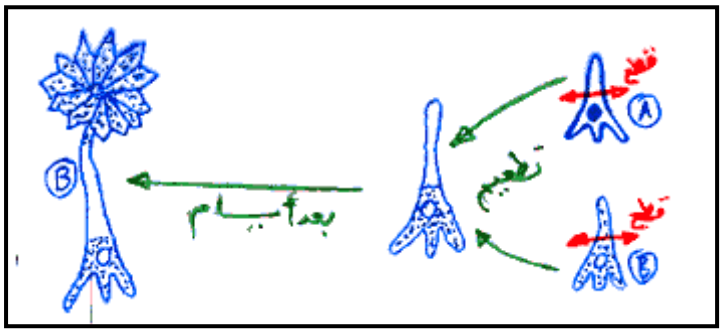
نقوم بتطعيم نواة؛ مأخوذة من أسيتابولاريا بالغة؛ في الجزء الأوسط(ب) لأسيتابولاريا من نفس النوع، و بعد وضعها في ظروف ملائمة، تنمو و تعطي أسيتابولاريا كاملة بعد بضعة أيام.

س: ماذا تستنتج؟

← استنتاج:

بعد زرع النواة في الجزء الأوسط نحصل على أسيتابولاريا عادية نستنتج إذن بأن النواة المزروعة هي المسئولة عن تجديد باقي الأجزاء, و ذلك بتسييره ا لمكونات للستوبلازما .

ت:تجربة3 : Doc5



نقوم بتطعيم بين النوعين المذكورين لأسيتابولاريا أي قطعة من ساق أسيتابولاريا (*medetteranía*)؛ مع وبر جذري لأسيتابولاريا (*crenulata*). بعد أيام مرت في وسط ملائم، نلاحظ أنه تم الحصول على أسيتابولاريا (*crenulata*).

س: حلل و استنتج؟

←استنتاج:

إن تطعيم القيام بالتطعيم المذكور يؤدي إلى أسيتابولاريا من النوع (*crenulata*)؛ و منه نستنتج أن هناك خبر وراثي يتواجد في النواة قادر على توجيه و تسيير التراكيب الخلوية داخل السيتوبلازم وفق صفات محددة و خاصة بنوع معين أي حسب أصل النواة؛ إذن فهذا الخبر وراثي نوعي.

←خلاصة:

هذه التجارب تبين أن هناك خبر وراثي يوجد في النواة، و هو مسؤول عن تسيير جهات خاصة في السيتوبلازم، للقيام بالتركيبات اللازمة قصد تكوين مواد معينة بشكل نوعي.

2- تجارب على الحيوانات الثديية.

أ- تجارب: (انظر الوثيقة 8 ص 8)

ب- استنتاج:

عند الثدييات تتطلب هذه الدراسة أدوات معقدة و دقيقة و خبرة عالية، أثناء إجراء المناولات.

من خلال التجربة نستخلص ما استنتجناه بالنسبة للطحلب الأسيتابولاريا، بحيث تم التأكيد على أن النواة هي المسؤولة عن إعطاء المعلومات الوراثية النوعية للعضيات المسؤولة عن التركيب في السيتوبلازم، إذن فهي تشتمل على مادة وراثية قادرة على تسيير الخلية.

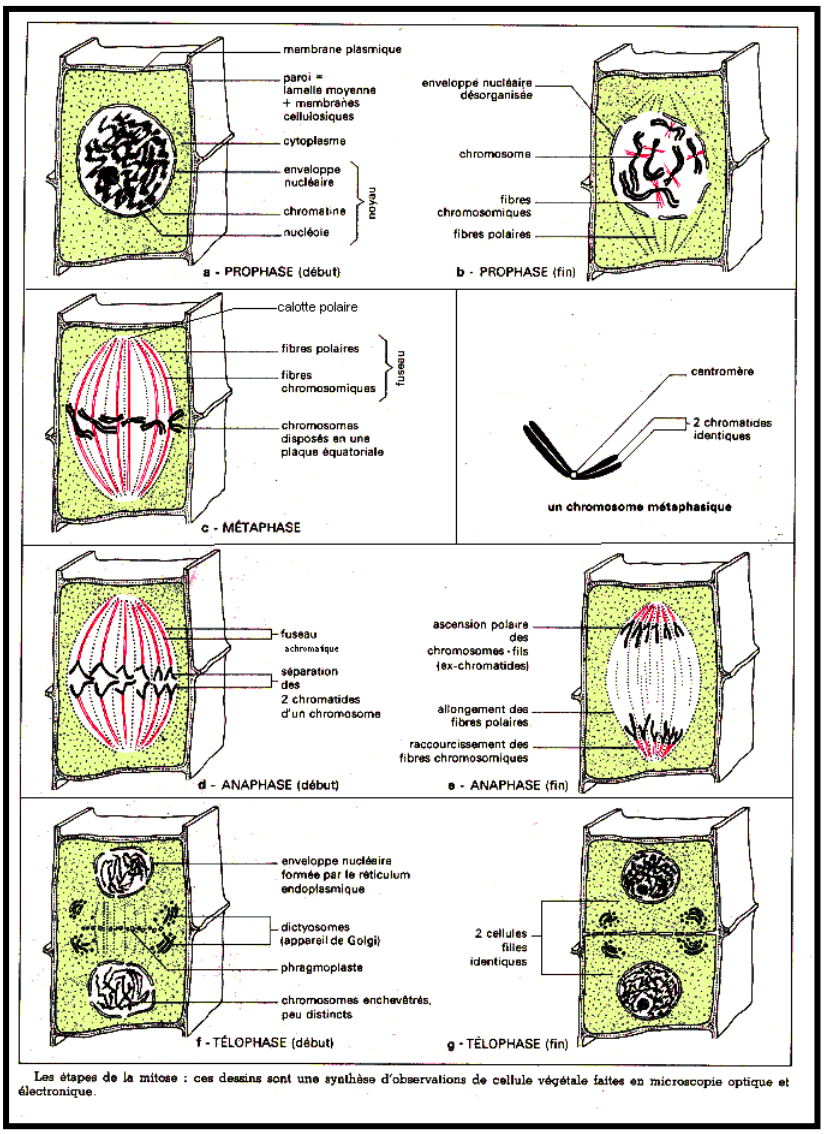
II- كيف ينتقل الخبر الوراثي من خلية إلى أخرى؟؟

- عند الإنسان مثلاً، تتكون البيضة بعد الإخصاب و بعد فترة نمو تعطي فرد يتكون من 10^{14} خلية. فهذه البيضة تشتمل على برنامج وراثي، نصفه من الأم و النصف الآخر من الأب. و خلايا الفرد تشتمل على نفس البرنامج الوراثي الذي كانت تشتمل عليه الخلية الأم (الخلية الأولى(البيضة)).
- يتجدد الجلد كل 25 يوماً، و كل خلية جديدة تكون متماثلة مع الخلية الميتة.
- تتجدد خلايا الأمعاء الدقيقة كل 4 أيام؛ فكل خلية ماتت تعوضها خلية تقوم بنفس الأدوار؛ إذن تشتمل على نفس الخبر الوراثي.

← طرح الإشكـــــــــــــال:

- كيف يتم الحصول على 10^{14} خلية من خلية واحدة؟
- كيف يمكن تفسير كون الخلية الجديدة تكون متماثلة للخلايا السابقة فيما يخص الخبر الوراثي؟
- ما هي الآليات المسؤولة عن تجديد خلايا الجسم؟

← فرضية:



Les étapes de la mitose : ces dessins sont une synthèse d'observations de cellule végétale faites en microscopie optique et électronique.

تتجدد خلايا الجسم عن طريق انقسام الخلايا السابقة الوجود...

A- الانقسام غير المباشر : (La Mitose).

1- عند النباتات: Doc7

- ملاحظة صفيحة دقيقة لبشرة جلد البصل تبين خلايا مختلفة الأشكال، إذن فهي في مراحل مختلفة من ظاهرة و معينة.

- الملاحظة الدقيقة تثبت أن كل خلية مرت بهذه الظاهرة تنقسم إلى خليتين بنتين؛ بعد تغيرات و تطورات تطرأ على كل أجزاء الخلية بما فيها النواة، و مكونات الستوبلازم...

- ظاهرة الانقسام مستمرة في زمن معين؛ نقسمها إلى 4 مراحل من أجل الدراسة.

أ- المرحلة الأولى:

- هي أطول مرحلة.
- زيادة في حجم النواة، و اختفاء الغلاف النووي و النويات.
- زيادة في سمك الخيطات النووية نتيجة تلولبها؛ فتعطي أجساماً تسمى بالصبغيات (chromosomes) (تفرد الصبغيات=individualisation des chromosomes).
- في آخر هذه المرحلة، يظهر في قطبي الخلية تكاثف سيتوبلازمي يسمى بالكمة القطبية(calotte polaire). يتكون بين الكمتين القطبيتين ألياف بروتينية تكون ما يسمى بالمغزل اللالوني(Fuseau achromatique).

تسمى هذه المرحلة بالمرحلة التمهيدية(Prophase).

ب- المرحلة الثانية:

- يكتمل تكوين المغزل اللالوني.
- تتكاثف الصبغيات أكثر فأكثر و تلتصق بألياف المغزل اللالوني بواسطة الجزيئات المركزية(Centromères) بفضل الألياف الصبغية.
- ثم تتمركز هذه الصبغيات – التي أصبحت جد غليظة – في المنطقة الاستوائية للخلية، مكونةً الصفيحة الاستوائية=Plaque équatoriale.
- ينقسم كل صبغي إلى صُبَيْغِيَيْن ملتصقين بواسطة الجزيء المركزي. تسمى هذه المرحلة بالمرحلة الاستوائية=Métaphase.

ت- المرحلة الثالثة:

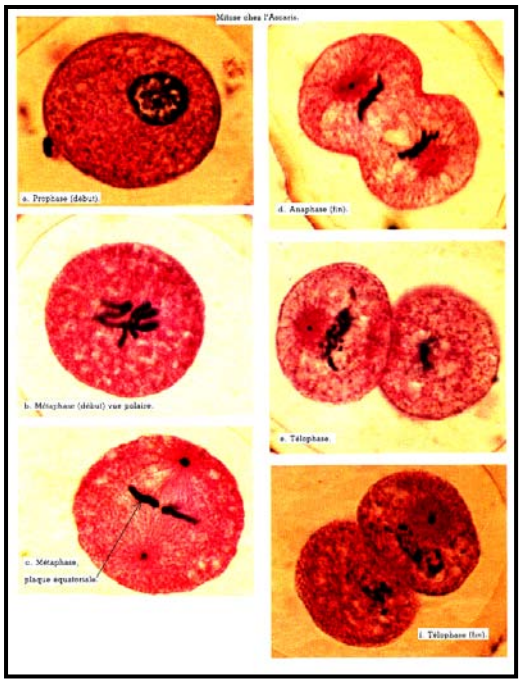
- انشطار كل جزيء مركزي و انفصال كل صبغي إلى صِبْغِيَيْن حديثين.
- كل صبغي حديث ينجذب نحو قطب معاكس بفضل ألياف المغزل اللالوني و هذا ما يسمى بالصعود القطبي=Ascension polaire.

تُسمى هذه المرحلة بالمرحلة الانفصالية=Anaphase.

ج- المرحلة الرابعة:

- كل مجموعة من الصبغيات المتجمعة في قطب تبدأ في التراكم شيئًا فشيئًا، لتتحول إلى صبغين (chromatine)، بفضل فقدان التلولب.
- اختفاء المغزل اللالوني و اللمتين القطبيتين و ظهور الغلاف النووي و النويات.
- تكون حويصلات في المنطقة الاستوائية للخلية انطلاقًا من جهاز كولجي(appareil de golgi)، التحام هذه الحويصلات يعطي غشاءين، أما محتواها (الحويصلات) فيكون الجدار الهيكلي (الغشاء البيكتوسيليلوزي).

تسمى هذه المرحلة بالمرحلة النهائية=Télophase.



2- عند الحيوانات: (انقسام عند الحيوانات)

أهم أطوار الانقسام غير المباشر متشابهة عند النباتات و الحيوانات و خصوصًا ما يتعلق بالصبغيات؛ لكن هناك اختلافين اثنين:

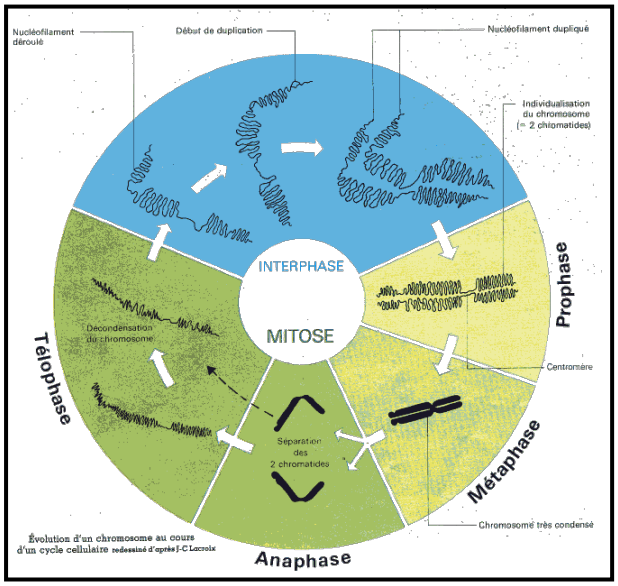
- وجود جسيمات مركزية في الخلايا الحيوانية - عوض الكمم القطبية- تتكون من مريكزين (Centrioles)؛ خلال الانقسام يتحول الجسم المركزي إلى نجيمة (Aster)، تنشطر جلال المرحلة التمهيدية لتكون المغزل اللالوني.
- في المرحلة النهائية عوض ظهور سلسلة من الحويصلات الغولجية، نجد في الخلايا الحيوانية ظهور تضيق في منطقة الاستواء ثم ظهور شق الانقسام.

3- مفهوم الدورة الخلوية:

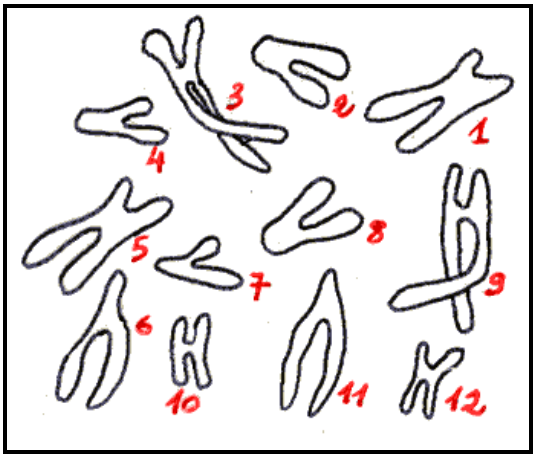
من المتوقع أن حجم سيتوبلازم الخلايا، بعد المرحلة النهائية ينقص؛ لهذا تأتي مرحلة أطول من مرحلة الانقسام؛ خلالها تعوض الخلية ما ينقصها، تسمى بمرحلة السكون (Interphase). إذن فطور السكون و طور الانقسام يشكلان ما يسمى بالدورة الخلوية (Cycle cellulaire).

B- تطور الصبغيات خلال الدورة الخلوية :

1- الدورة الصبغية: Doc11 Cycle cellulaire (Exercice)



2- عدد الصبغيات: DOC9



تمرين:

نزرع خلايا مأخوذة من الفول في وسط اقتياتي ملائم؛ بعد مدة تبدأ هذه الخلايا في الانقسام، ثم نضيف في هذا الوسط مادة الكولشيسين (Colchicine)، التي توقف تكون الغزل اللالوني؛ و بعد ذلك نعزل هذه الخلايا، و نخرج منها صبغياتها. الوثيقة Doc9 تمثل صور هذه الكروموزومات.

س1: حدد المرحلة التي قمنا فيها بالتجربة؟ لماذا؟

س2: احسب عدد الصبغيات؟ ماذا تلاحظ؟

س3: قم بترتيب الصبغيات حسب القد و موقع الجزيء المركزي؟

س4: ماذا تستخلص فيما يخص عدد صبغيات كل نوع بعد تحليلك ل Doc6 و الوثيقة 20 ص 16 (الكتاب المدرسي)؟

الجواب

ج1: المرحلة الاستوائية لأنه خلالها تكون الصبغيات مكونة من صِبْغِيين، و تكون جد سميكة، بارزة و واضحة.

ج2: عدد الصبغيات 12 و هو عدد زوجي، نرمز له ب $2n$.

ملحوظـــــــــــــة:

عند توفر الكائنات الحية على $2n$ صبغي نسميها ثنائية الصيغة الصبغية(Diploides). و عند توفرها على n صبغي فقط نسميها أحادية الصيغة الصبغية(Haploides).

ج3: يمكننا ترتيب هذه الصبغيات على شكل أزواج:

-(3-9)؛ (6-11)؛ (2-8)؛ (1-5)؛ (10-12)؛ (4-7).

ج4: يختلف عدد الصبغيات من نوع إلى آخر وهو تابت عند نفس النوع أذن فهو ممثل و مميز للنوع.

3- الخريطة الصبغية: Doc6

حسب التمرين السابق، لاحظنا أنه يمكن ترتيب الصبغيات ترتيباً زوجي. و دلك ممكن لأن لكل صبغي، صبغي آخر مماثل: في القد و في موقع الجزيء المركزي؛ بالنسبة للكائنات الثنائية الصيغة الصبغية.

بفضل هذه الملاحظات و أعمق منها استطاع الباحثون، وضع الخريطة الصبغية (الزينة الصبغية)؛ و ذلك بترتيب الصبغيات المتماثلة على شكل أزواج من الأكبر إلى الأصغر.

من خلال ملاحظنا للخريطة الصبغية للإنسان، تبين لنا أنها تشتمل على 22 زوجاً من الصبغيات (كل زوج يشتمل على صبغيين متماثلين) و زوج متماثل عند المراءة، و مختلف عند الرجل، هي الصبغيات الجنسية: XX عند المراءة و XY عند الرجل، إذن فباقي الصبغيات تسمى ألا جنسية.

ملحوظـــــــــــــة:

عند الإنسان و الثدييات و ذباب الخل (Drosophile)؛ يرمز للذكر ب XY و الأنثى ب XX. أما بالنسبة لأغلب الدواجن، فيرمز للذكر ب XX و الأنثى ب XO. أما بالنسبة لبعض الفراشات ف ZZ للذكر و للأنثى ZW.

III- طبيعة الخبر الوراثي :

A -تحديد الطبيعة الكيميائية:

1- بالنسبة للبكتيريا:

ب -أبحاث GRIFFITH 1928:

المكورات الثنائية الرئوية Diplococcus pneumonia. تسبب مرض خطير يسمى بالالتهاب الرئوي؛ هذه البكتيريا توجد على شكل:

- شكل يتوفر على علبية =capsule؛ و يُكون أثناء الزرع لمات=colonies ملساء يرمز له بالحرف"S" (Smooth).
- شكل لا يتوفر على علبية(محفظة)؛ و يكون مستعمرات خشنة يرمز له ب"R" (Rough).

← تجارب: أملء الجدول جانبه. Doc13

← فرضيات:.....

ب- أبحاث AVERY ; Mc Loed; Mc carthy:

خلال أبحاثهم أجرو تحليل للمواد المكونة للنواة، فوجدوا أنها تتكون من : الماء؛ الأملاح المعدنية؛ دهون؛ بروتينات؛ سكريات؛ و أحماض نووية (ADN;ARN).

و قصد البحث عن المادة المحولة أجرو التجارب الآتية:

- أنزيم محلل البروتينات+S ميتة+R حية← موت الفأران.

الطبيعة الكيميائية للمادة الوراثية — تجارب GRIFFITH

التجـــارب	النتائـــج	استنتـــاجـــات
مكورات رئوية (R) بدون علبية (Rought) حية.	يبقى الفأر سليما.	المكورات الرئوية R غير ممرضة و غير مميتة
مكورات رئوية (S) ذات علبية (Smooth) حية.	ملاحظة مجهرية لدم الفأر. موت الفأر بالالتهاب الرئوي	المكورات الرئوية S ممرضة و مميتة
مكورات رئوية ذات علبية مقتولة بواسطة التسخين	يبقى الفأر سليما.	ارتفاع الحرارة يفقد المكورات S قدرتها الممرضة و مميتة
مكورات رئوية S مقتولة ومكورات رئوية R حية.	ملاحظة مجهرية لدم الفأر. موت الفأر بالالتهاب الرئوي	ظهرت المكورات S في دم الفأر الميت. من أين أتت هذه المكورات؟؟ قد ....فرضيات

تسخين

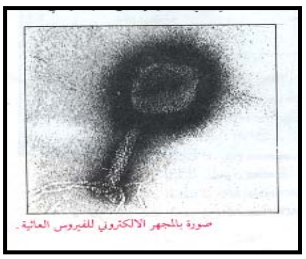
M.WAHBI 2003

- أنزيم محلل الدهون+ Sميتة+Rحية ← موت الفأران.
- أنزيم محلل الـARN+ Sميتة+Rحية← موت الفأران.
- أنزيم محلل الـADN+Sميتة+Rحية← الفأران بقيت سليمة.

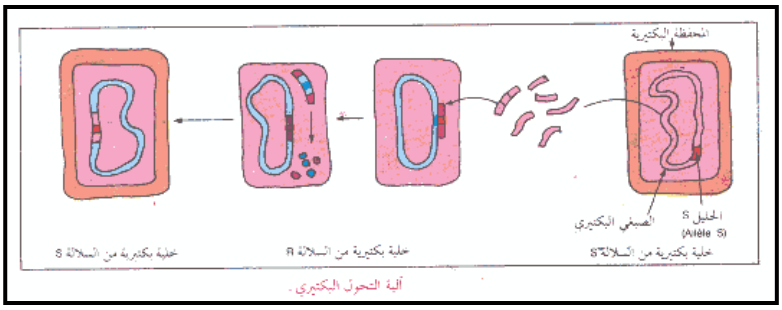
← استنتاج:

قد تكون العلة المحولة جزء من جزيئة الـADN، الموجودة في المكورات S الميتة. إذن يمكن أن نكتب:

جزء من ADN المكورات Sميتة+Rحية=Sحية

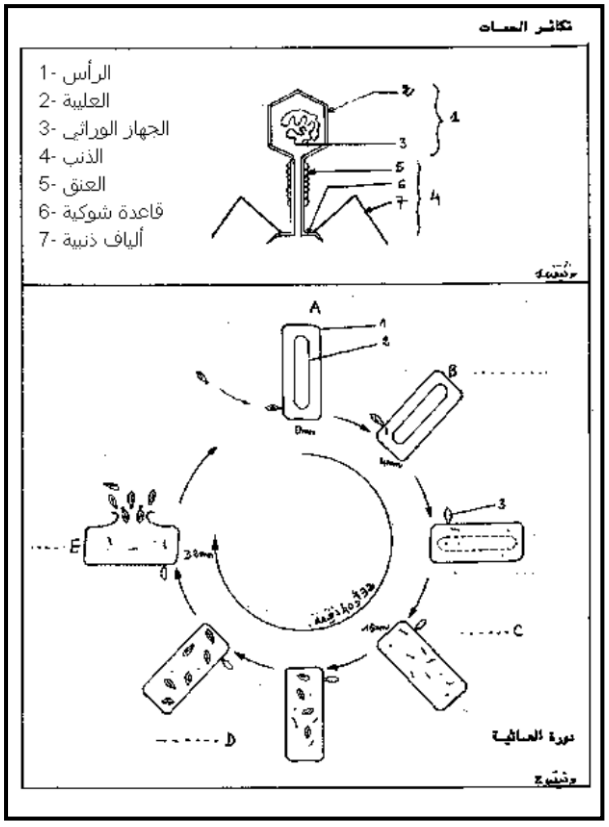

صورة بالمجهر الالكتروني للفيروس العاشة.

← إثبات: (و25 ص19) . إضافة $Doc14$



عند إدخال قطعة من ADN ل Sميتة إلى Rحية، و نجاح اندساس أحد هذه الأجزاء في ADN المكورات Rحية، فتحولت إلى Sحية. إذن Rحية اكتسبت صفة جديدة هي القدرة على تكوين العليبة و ذلك بعد المراحل الثلاث:

- دخول قطعة من ADN المكورات Sالميتة إلى المكورات R الحية.
- اندماجها مع ADN البكتيريا Rحية (اندساس).
- التحويل الذي يدل على نجاح اندماج القطعة من ال ADN الذكورة و عملها.



2- تكاثر الحمات: $Virus$ (انظر الوثيقة $Doc12$)

هي كائنات قدها أصغر من $1\mu m$؛ تتكون من بروتينات على شكل هندسي، في وسطها يوجد حمض نووي إما ADNأو ARN. و في حالة احتوائه على ARN نسميه فيروس قهقري ($Rétrovirus$). الفيروسات كلها تعتبر متطفلات إجبارية لأنها لا تتوفر على استقلاب خاص.

← دورة الفيروسات($Doc12$).

B- تركيب و بنية الصبغيات و جزيئة الـADN :

1- الصبغيات:

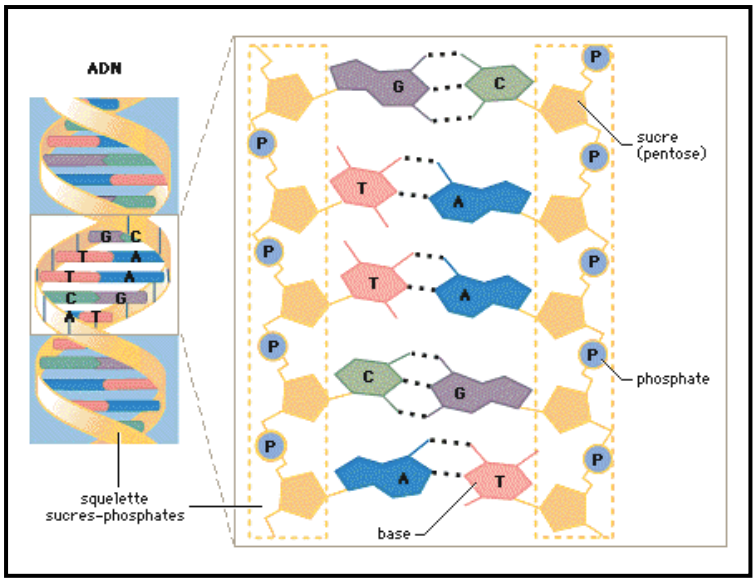
أثبتت عدة تجارب تلوين و ملاحظات بالمجهر الإلكتروني أن الصبغي مكون من خيط طويل من الـADN ، ملتف حول بروتينات خاصة تسمى بالهيستونات (انظر الوثيقة $Doc29$ و ص21-22-26)

2- الـADN: $Doc15$

← مكونات الـADN:

بينت الحلمأة ($Hydrolyse$) الأنزيمية لـADN أنها تتكون من:

- حمض فسفوري H_3PO_4.
- سكر ريبوزي ناقص أكسيجينة $C_5H_{10}O_5$.
- قواعد عضوية أزوتية: - قاعدتين بيريتيتين و هي: $Adénine(A)$ و $Guanine(G)$.



- قاعدتين بيريميديتين و هي: Cytosine(C) و Thymine(T).

معايرة كميات القواعد الأزوتية أثبتت أنه في جزيئة الADN نسبة A تساوي نسبة T؛ و أن نسبة C تساوي G. لهذا اقترح الباحث CHAGRAFF المعامل الآتي:

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

G؛ C؛ T؛ A مقدار القواعد الأزوتية.

← بنية الADN: (الوثيقة....)

هو لولب مضاعف بفضل الارتباط الممكن بين القواعد الأزوتية حسب ما نستنتجه من معامل CHAGRAFF (A--T)؛ (G--C).

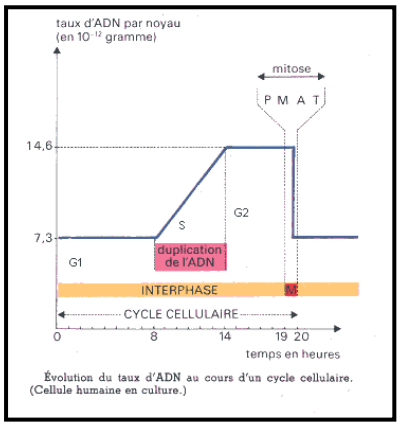
3- العلاقة بين الADN و الصبغيات:

الصبغيات هي عبارة عن ألياف نووية متلولبة، تلولبًا أوليا و ثانويا خلال الانقسام (أنظر الوثيقة.....)

C- آلية مضاعفة الADN:

1- تجربة 1: (الوثيقة Doc16)

معايرة كمية الADN خلال دورة خلوية مكنت من تكوين بيان (أنظر الوثيقة.....)



Évolution du taux d'ADN au cours d'un cycle cellulaire. (Cellule humaine en culture.)

تشتمل الدورة الخلوية على طورين: طور الانقسام و طور السكون. و فيما يخص كمية الADN نلاحظ أنها تتضاعف خلال طور السكون حيث نجد ثلاث مراحل:

- المرحلة G_1 تمثل $7,3.10^{-12}$ وحدة من ADN.
- المرحلة G_2 تمثل $14,6.10^{-12}$ وحدة من ADN.
- تتوسطهما المرحلة S خلالها تتضاعف كمية الADN.

ثم يأتي طور الانقسام حيث تنقص كمية الADN إلى النصف:أي أنها تعود إلى الكمية التي كانت عليها خلال المرحلة G_1.

←استنتاج:

خلال الدورة الخلوية نلاحظ حدثين هامين فيما يخص كمية الADN:

- مضاعفة كمية الADN خلال الطور S من مرحلة السكون.
- نقصان كمية الADN بالنصف خلال المرحلة الانفصالية من طور الانقسام غير المباشر.

2- تجربة 2: Doc19

تجربة Cairns et Taylor 1957.

قام الباحثان بإنبات نُبَيْتات (Plantules) الفول (Vicia faba) في وسط يشتمل - زيادة على المواد الضرورية- على (Thymidine) المشع، التميدين أحد مكونات ال ADN.

تدخل التميدين (H^3) في جذور النبيتات ثم تدمج في ال ADN الصبغي لخلايا رأس الجذور.

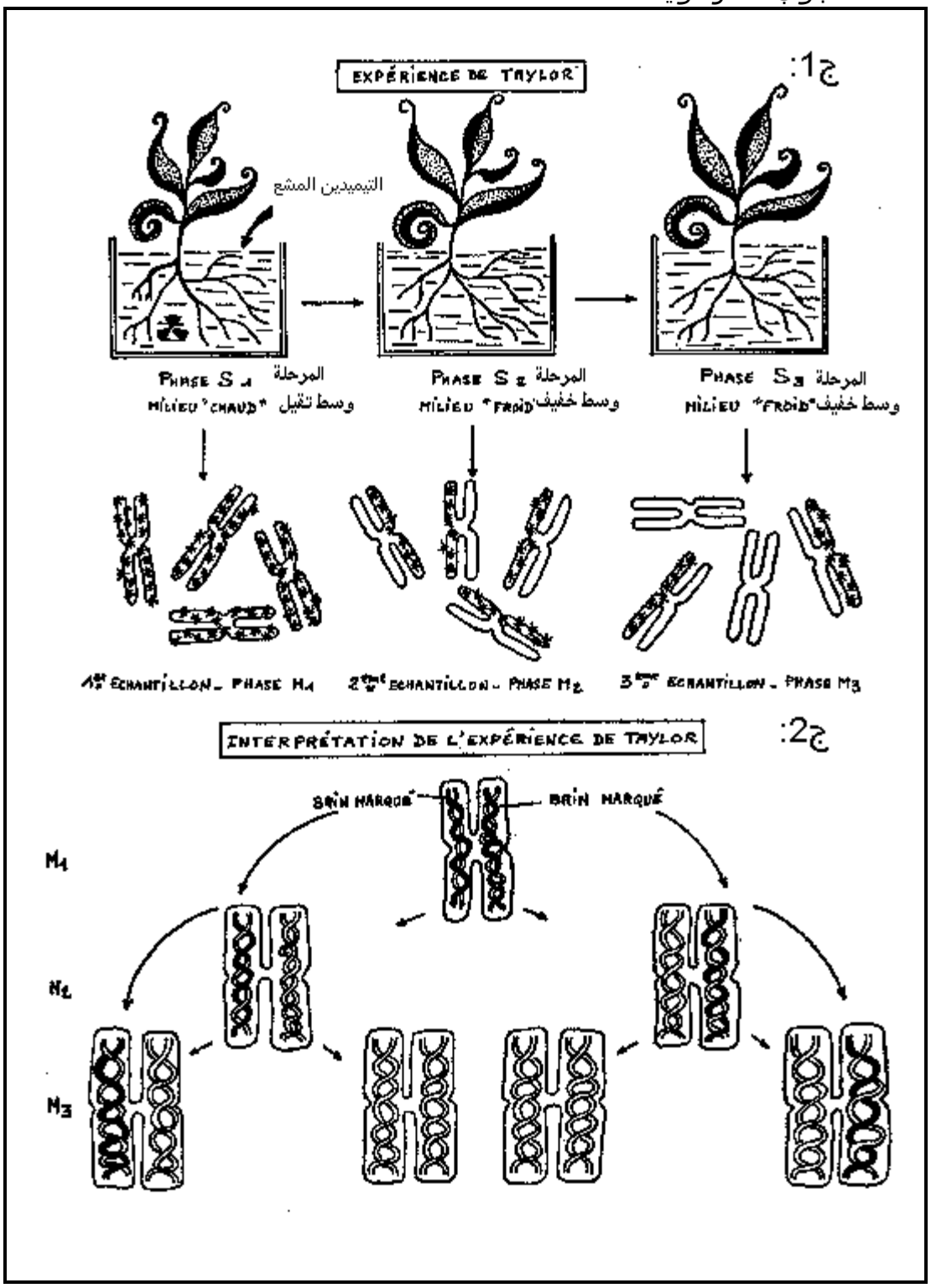
تركت النبيتات في هذا الوسط المشع الوقت اللازم لتضاعف الصبغيات (المرحلة S)؛ ثم نأخذ العينة الأولى بعد غسل الجذور نضعها في وسط يشتمل على التميدين غير المشع. بعد ذلك نأخذ العينتين 2 و 3 بعد كل دورة خلوية.

- دراسة العينة 1: الخلايا المأخوذة في المرحلة الاستوائية (M) تجرى عليها تقنية الإيسام الإشعاعي الذاتي و يلاحظ أن: ...كل الصبغيات معينة.
  ...صبيغي كل صبغي معينين.
- دراسة العينة 2: بعد مضاعفة الصبغيات في وسط غير مشع يلاحظ أن:
  ... كل الصبغيات معينة.
  ... صبيغي واحد من صبيغيي كل صبغي معين.
- دراسة العينة 3: بعد مضاعفة الصبغيات في وسط غير مشع يلاحظ أن:
  ... نصف الصبغيات مشع.
  ... صبيغي واحد من صبيغيي الصبغي المعين معين.

س1: ضع نتائج التجربة على شكل رسم مبسط.

س2: فسر هذه النتيجة باستعمال رسوم مبسطة.

الجواب: أنظر الوثيقة أسفله.



3- كيف يقع التركيب الإحيائي للADN؟

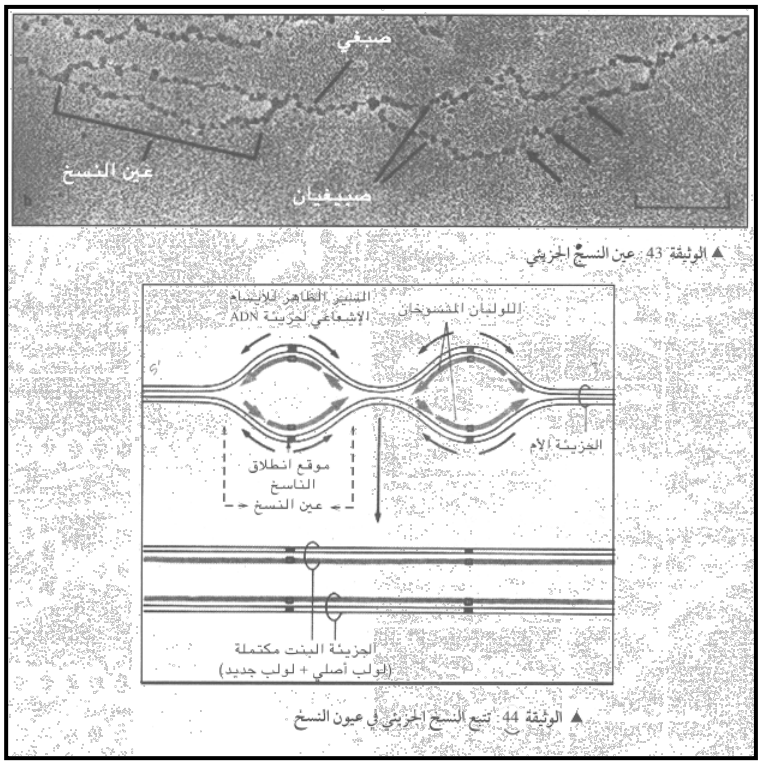
أ- ملاحظة خيط نووي خلال المرحلة S: (و43ص30) Doc20

نلاحظ وجود فتحات في الصبغي تسمى بعيون النسخ (Œils de réplication) على طول الصبغي.

ت -تفسير عمل عيون النسخ: (و44ص30 و و45 و و 46) Doc20-21-22

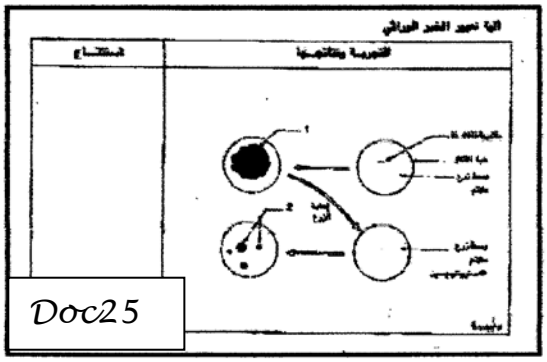
تنطلق عملية البلمرة بكيفية متزامنة في نقطتي افتراق لولبي جزيئة الADN. و ذلك بفضل أنزيم ADNبوليميغاز المسؤول عن استطالة السلسلة. و بما أن الأنزيم لا يعمل إلا في اتجاه واحد (3'→5') ، و علماً أن لولبي الADN المفترقين لهما اتجاهان مختلفان فأحدهما (3'→5') و الآخر (5'→3')؛ فإن الاستطالة السلسلة تكون متواصلة

بالنسبة للولب الذي ينسخ في اتجاه (3'→5') و متقطعة بالنسبة للولب الذي ينسخ في اتجاه (5'→3'). ففي الحالة الأخيرة يحتاج انطلاق النسخ إلى أجزاء من الARN الممهدة (انظر الوثيقة المذكورة).



IV- التغيرات الفجائية في انتقال الخبر الوراثي:

← تعريف الصفة: الصفة هي ميزة نوعية أو كمية تميز الفرد عن باقي أفراد نوعه، يمكن أن ترى بالعين المجردة كالألوان و الأشكال، أو بالمجهر مثل شكل الخلايا، أو بواسطة اختبارات و تجارب باستعمال الكواشف مثل الفصائل الدموية.



Doc25

A- المثال الأول:

بكتيريا *Echerichia Coli* (E.C) حساسة لمضاد حيوي يسمى: *Streptomycine*، بحيث يمنع تكاثرها.

بعد زرع هذه البكتيريا في وسط يحتوي على هذا المضاد الحيوي، وتكرار هذه العملية عدة مرات؛ نلاحظ أن أغلب البكتيريا تموت، لكن في بعض الحالات النادرة يلاحظ تكون لمات منعزلة.

← استنتاج:

أغلب E.C حساسة لـ *Streptomycine* إذن فهي $Strep^S$؛ لكن اللمات التي نمت رغم وجود المضاد الحيوي أصبحت تقاوم *Streptomycine* فهي إذن $Strep^R$.

← تفسير:

قد تم في وقت معين تغير في أحد البكتيريات، بحيث اكتسبت صفة مقاومة *Streptomycine* أي أصبحت $Strep^R$، بعد أن كانت $Strep^S$. وهذا التغيير كان فجائي، تلقائي، و نقل إلى الأجيال الموالية، إذن فهو وراثي أي أنه قد هم الخبر الوراثي؛ في هذه الحالة نسمي هذا التغيير بالطفرة (*Mutation*).

إذن فالطفرة تظهر على شكل تغيير فجائي في صفة وراثية معينة، ينقل إلى الأجيال الموالية؛ إذن فهو تغيير يقع في الخبر الوراثي.

B- المثال الثاني:

قام BEADLE و TATUM سنة 1940 بدراسة مفعول أشعة X على عفن الخبز (Moisissure). هذا العفن ينمو عادة على وسط أدنى يشتمل على أملاح معدنية، سكـــر، و ڤيتامين البيوتين؛ و هي تركب حمض أميني ال Arginine (Arg) حسب التفاعل التالي :

..... →[5] Ornithine →[6] Citrulline →[7] Arginine.

س1: ماذا نسمي الجزيئات الخاصة التي تنشط هذه السلسلة التفاعلية؟

عند دراسة عدد كبير من بوغ هذا العفن سلطت عليها أشعة X. لاحظ الباحثان، إن هناك بعض الأبواغ أصبحت لا تنمو إلا إذا أضفنا للوسط الأدنى مادة الأرجنين (Arg).

س2: حدد مفعول أشعة X على هذا العفن؟

لاحظ الباحثان تراكم مادة Citrulline في هذا العفن.

س3: بماذا تفيدنا المعلومة الأخيرة ؟

س4: مـــــاذا تستنتج ؟

الجواب.

ج1: الأنزيمات.

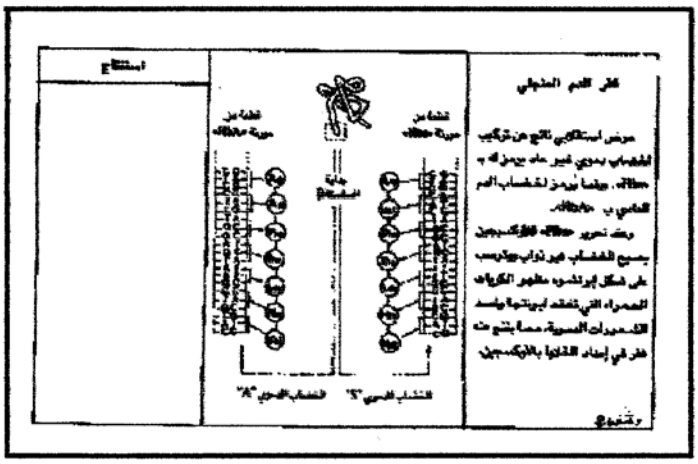
ج2: تحت تأثير أشعة X أصبح العفن غير قادر على تركيب ال Arg. إذن فأشعة X حولت الصفة الوراثية التي هي تركيب ال Arg. و هذا التحول وراثي لأن العفن المتوالد له نفس الصفة الجديدة إذن هذا التغيير هو طفرة، و أشعة X تسمى بمولد الطفرة mutagène. نرمز للصفة الأصلية المتوحشة ب Arg⁺ أما الصفة الطافرة ب Arg⁻.

ج3: تراكم ال Citrulline في العفن الطافر يبين أن التفاعل رقم 7 متوقف.

ج4: الطفرة سببت استحالة تركيب الأنزيم الذي يمكن التفاعل 7؛ وهذا يوضح العلاقة (صفة- بروتين(أنزيم))؛ و أن الصفة الوراثية المراقبة من المادة الوراثية ADN. إذن فهناك جزء من الADN مسؤول عن تركيب الأنزيم رقم 7؛ و هذا الجزء يسمى مورثة Gène و هنا نربط ما بين المورثة و البروتين.

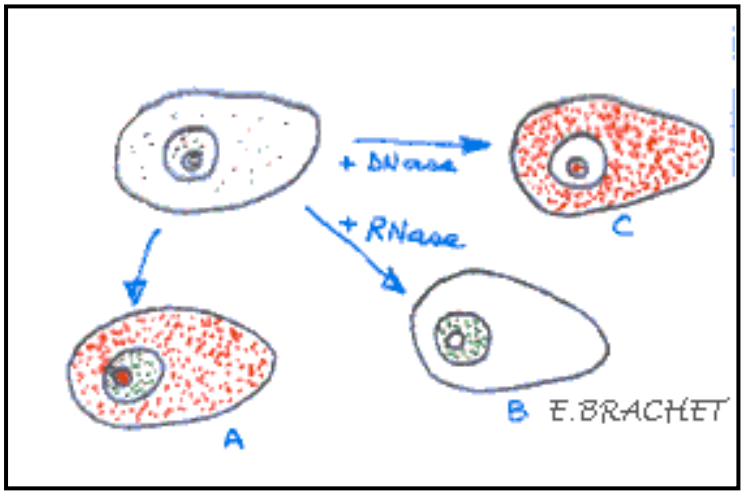
الشكل المتوحش و الشكل الطافر للمورثة يشكلان حليلي المورثة Allèles. نشير أن الحليلين يحتلان نفس الموقع على الصبغي Locus؛ وأنه يمكن للمورثة أن يكون لها حليلان أو أكثر.

C- المثال الثالث:



Doc26

V-آلية تعبير الخبـــر الوراثـــي:



1- تجربـــــــــة 1: تجربة BRACHET.

هذه التقنية ترتكز على استعمال مزيج من ملونين: أخضر المثيل و البيرونين. يلونان الأحماض النووية. بعد ذلك تستعمل أنزيمات نوعية محللة إما للADN إو للARN (انظر الوثيقة Doc23)

س1: حدد تموضع الأحماض النووية.

س2: اطرح الإشكـــــال.

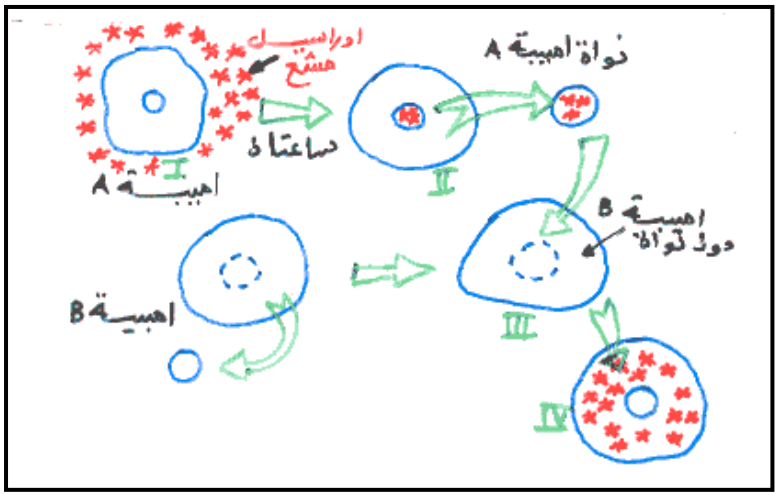
← استنتاج1:

ج1: الADN توجد في النواة؛ و الARN توجد في النوي و السيتوبلازم.

ج2: **طـــرح الإشكـــال:**

- مـــا هو سبب هذا التموضع؟
- مـــا هي العلاقة بين ال ADN و ال ARN؟
- مـــا هي آليـــة عمل كل من ال ADN و ال ARN؟

2- تجربة2: (أنظر الوثيقة Doc24)



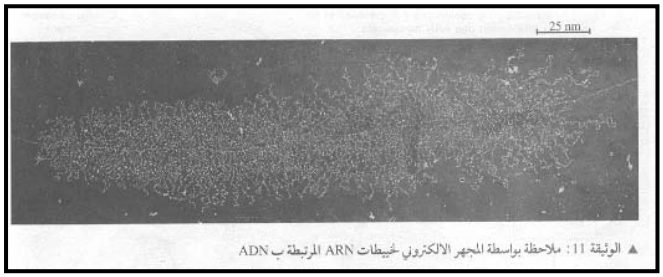
تضع أميبة في وسط اقتياتي به مادة الأوراسيل (U) المشع و هي من القواعد الأزوتية الخاصة و المكونة للARN. وبعد ساعتين نلاحظ أن نواة الأميبة أصبحت مشعة ثم نزرع هذه النواة المشعة داخل أميبة أخرى مسلوبة النواة سابقاً. نلاحظ أن سيتوبلازمها يصبح مشعا بعد ساعة. و التحليل الكيميائي يثبت أن المادة المشعة مدمجة في الARN.

س: مـــا هي المعلومات التي يمكن استخراجها حول الARN؟

← استنتاج2: (ج)

الARN تركب داخل النواة، ثم تنقل إلى السيتوبلازم، إذن فالARN هي المادة المرسلة من طرف النواة.

3- تجربة3:



▲ الوثيقة 11: ملاحظة بواسطة المجهر الالكتروني لخيطات ARN المرتبطة بـ ADN

تمثل (و11ص39) صورة لملاحظة بالمجهر الإليكتروني للصبغين داخل النواة.

أبحاث بيوكيميائية أخرى أثبتت أن الخيط الرئيسي في الصورة هو جزيئة ال ADN؛ و الخيطات التي تخرج منه فهي جزيئات من ال ARN.

س: ماذا تستنتج من خلال الملاحظة و البحث البيوكيميائي؟

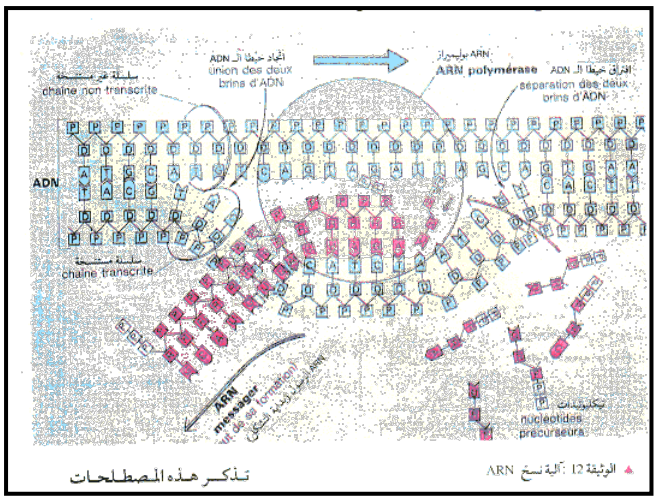
← استنتاج3:

تستنتج أن ارتباط جزيئات ال ADN و ARN يمكن تفسيره بكون ال ARN تركب كنسخة لأحد لولبي الADN. فهي إذن مسؤولة عن نقل المعلومات النوعية الوراثية المخزنة في ال ADN إلى السيتوبلازم.

← من خلال عدة أبحاث تبين أن الADN بوليميغاز (Polymérase) الذي يفتح اللولب المضاعف للADN و يقوم ببلمرة الARN انطلاقاً من النوكلوتيدات (Nucléotides) الموجودة في الجبلة الشفافة النووية.

4- تجربة4:

نقوم بعزل لولب من الADN و ARN من نفس الخلية؛ ثم نسخنها إلى غاية 100°C مما يؤدي إلى كسر الروابط الهيدروجينية، أي افتراق الولب المضاعف للADN، و الأماكن المرتبطة للARN. ثم نقوم بتبريدها تدريجيًا
و حينئذ نلاحظ أن بعض لوالب لل ADN ترتبط نوعيًا ببعض الARN مكونين هجينًا (ADN/ARN).



الوثيقة 12: آلية نسخ ARN

تذكـــر هـذه المصطلحات

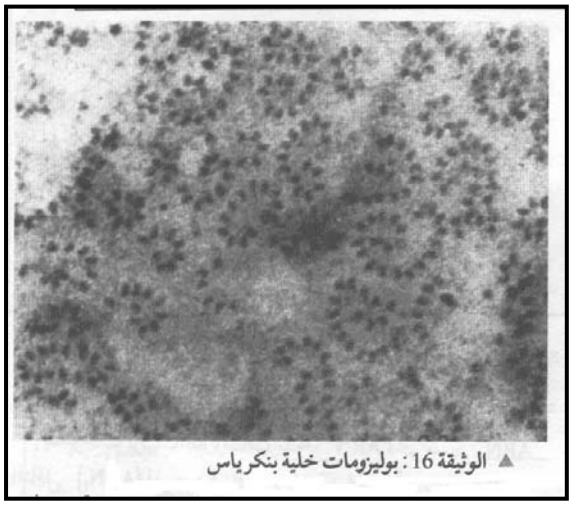
س: كيـــــف تفسر هذه الظـــــاهرة؟

← استنتاج4:

هذا يدل على أن تسلسل القواعد الأزوتية في الARN مكمـــــل (Complémentaire) لتسلسل القواعد الأزوتية في بعض أجزاء الADN. و هذا يثبت أن الARN نسخة معكوسة للADN.

ملحـــــوظـــــــة:

في ال ARN لا نجد التيمين و لكن نجد الأوراسيل الذي يعوضه، إذن فهذا الأخير هو مميز للARN؛ أما التيمين فيميز ال ADN.


الوثيقة 16: بوليزومات خلية بنكرياس

5- تجربة5: (و16ص41)

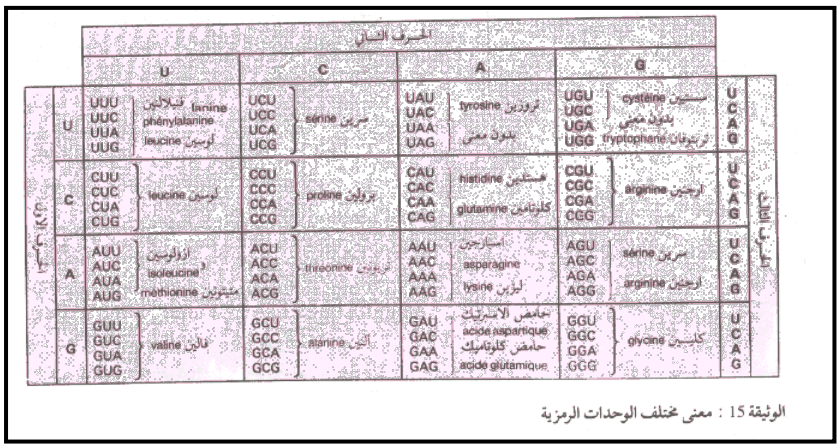
نهرس خلايا دون تدمير عضياتها، ثم نعزل مختلف أجزائها بواسطة تقنية التجزئة الخلوية(Fractionnement cellulaire) (مثل النبذ و ما فوق النبذ). و من بين هذه العضيات نجد البوليزومات: التي هي عبارة عن أشياء دائرية مرتبطة فيما بينها بواسطة ليف كالعقد (مشاهدة بالمجهر الإليكتروني)
عدة أبحاث أثبتت أن الليف هو شريط من الARN و الحبيبات هي جسيمات ربيبة.

س1: ما هي العلاقة بين الريبوزومات و ال ADN؟

س2: حدد آلية عمل الريبوزومات؟

← استنتاج5

ج1: بعد خروج الARN من النواة عبر الثقوب النووية تلتصق بالشبكة السيتوبلازمية الداخلية المحببة؛ و تأتي الريبوزومات و تلتصق بها و ذلك بالتصاق الوحدة الكبيرة بالوحدة الصغيرة؛ إذن هذه الARN تسمى بالرسول أو المرسول و يرمز لها ب ARNm (m = messager).

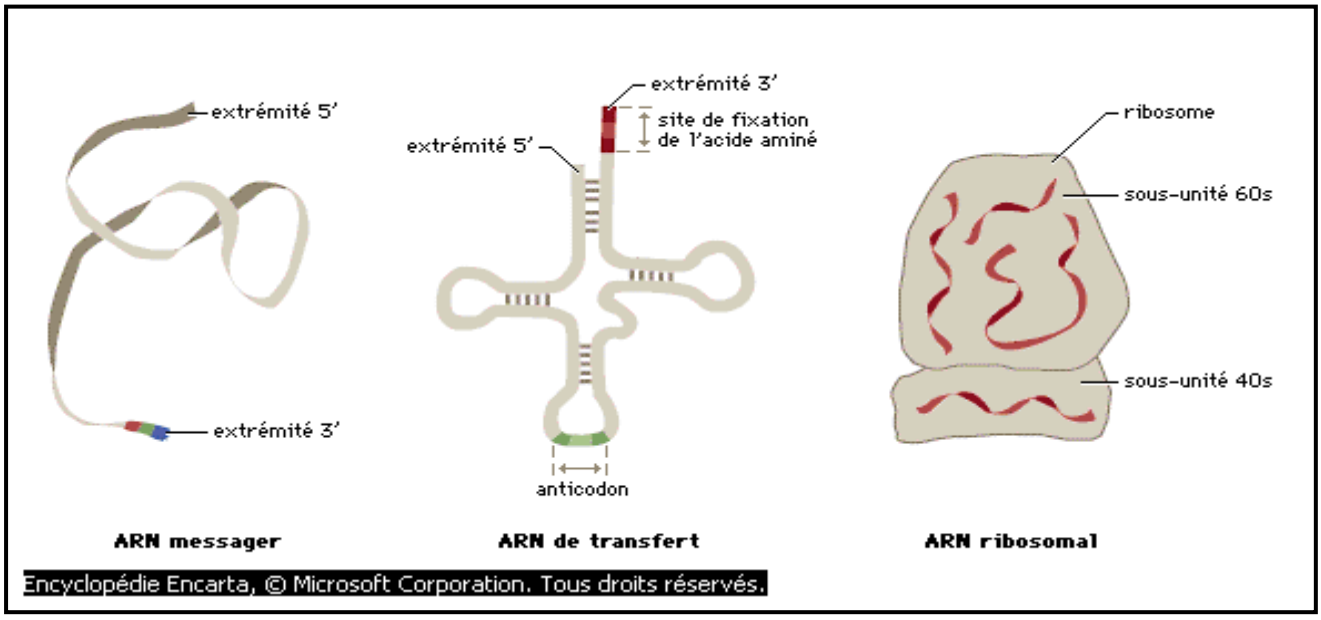

الوثيقة 15 : معنى مختلف الوحدات الرمزية

ج2: هنا و استنادًا على المعطيات المتوفرة يمكن أن نفترض أن الريبوزومات هي المسؤولة عن قراءة المعلومات الوراثية الموجودة في الARNm و ترجمتها من شفرة على شكل تسلسل القواعد الأزوتية إلى ترتيب الأحماض الأمينية أي تطبيق الرمز الوراثي لتكوين بروتين معين. (أنظر الوثيقة....)

6- خلاصة: Doc17

أ- الاستنساخ Transcription:

هي عملية نسخ الADN من طرف ال ARN. بعد ذلك تغادر الARNm النواة عبر الثقوب النووية لتصل إلى السيتوبلازم؛ وهي تشتمل على الطبائع الوراثية على شكل ثلاثيات من القواعد أزوتية و كل ثلاثي يسمى وحدة رمزية (Codon).



كما لا ننسى أن نذكر أن هناك أنواع أخرى من ال ARN تتكون قبل أو بشكل متزامن مع الARNm و هي الARNt مسؤولة عن نقل الأحماض الأمينية، و الARNr وهي الARN الريبوزومي وهو الأساس في تكوين الريبوزومات بالإضافة إلى البروتينات Doc18.

ب- الترجمـــة Traduction:

عند وصول الARNm إلى السيتوبلازم تبدأ عملية الترجمة و ذلك باستعمال الريبوزومات والARNt الذي يشتمل على أربع حلقات: أهمها مكان تثبيت الحمض الأميني بواسطة (GTP)، الحلقة المضادة التي يوجد بها ثلاثي من القواعد الأزوتية المكمل للوحدة الرمزية نسميها ضد الوحدة الرمزية (Anticodon)

← الابتـــــداء Initiation:

عندما تصل الARNm إلى غشاء الشبكة السيتوبلازمية الداخلية المحببة تجد مستقبل تلتصق به، ثم تأخذ الريبوزومات في الالتصاق بها، وتأتي الARNt الأولى التي تحمل دائماً حمض أميني هو الميتيونين Méthionine؛ و تلتصق على الوحدة الرمزية الأولى في الARNm بفضل الموقع P و هذا ما نسميه بالابتداء.

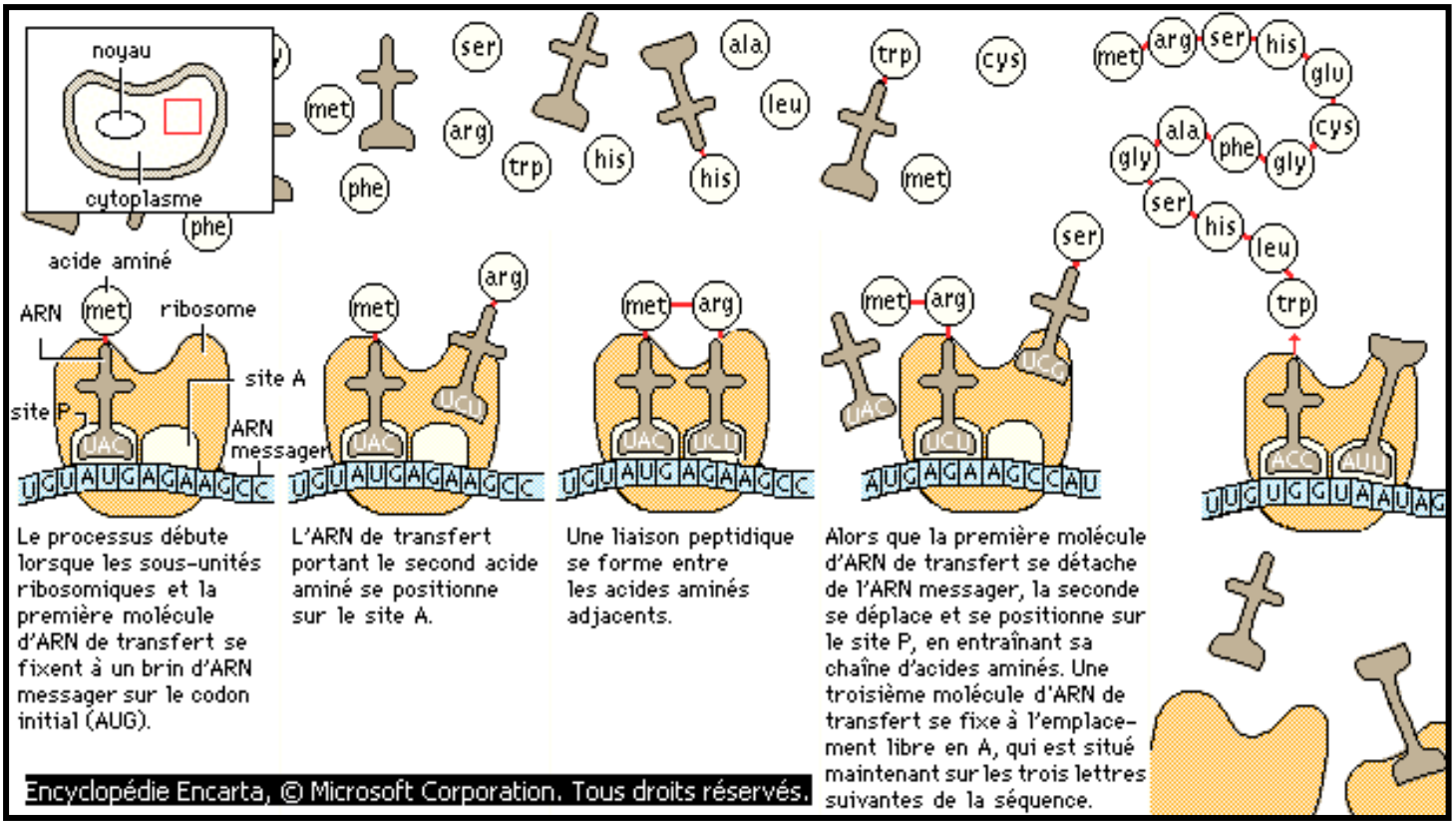
← الاستطـــــــالة: Elongation

تم تأتي الARNt الثانية محملة بالحمض الأميني رقم 2 (AA_2)، و تأخذ مكانها في الموقع A بجانب الموقع P و هنا تكسر الرابطة التي تجمع بين الARNt و AA_1، منتجة طاقة تستعمل لتكوين الرابطة الببتيدية بين الحمضين الأمينيين AA_1 و AA_2. ثم تغادر الARNt الموقع P؛ و يتحرك الريبوزوم بحيث ينقل المركب $ARNt\text{-}AA_2$ إلى الموقع P و يبقى الموقع A شاغراً. ليستقبل ARNt جديدة محملة ب AA_3. لأنه أثناء الحركة أصبح الموقع A متقابلاً مع وحدة رمزية جديدة؛ وتتكرر العملية بتنقل الريبوزوم من وحدة رمزية إلى وحدة أخرى؛ و في نفس الوقت تطول السلسلة البروتينية.

هنـــــاك عدد كبير من الريبوزومات تقرأ الARNm في نفس الوقت و هذا ما يعطيها شكل البوليـــــزوم (Polysomes).

← النهـــــــــاية: La terminaison

عندما يصل الريبوزوم وحدة رمزية بدون معنى: أي لا توجد لها ضد(ARNt) ينتهي من قراءة ال ARNm؛ فيتخلص من البروتين داخل الشبكة السيتوبلازمية الداخلية و تنفصل الوحدة الكبيرة عن الصغيرة؛ و قد تعود من جديد للترجمة من البداية. الوحدات الرمزية بدون معنى تسمى أيضاً وحدات رمزية"قف" و هي (UAG; UGA; UAA).



Il existe, dans la cellule, trois types d'ARN. L'ARN messager (ARNm) est une molécule en forme de ruban, produit de la transcription de l'ADN, et porteuse du code permettant l'élaboration des protéines par « traduction » du code génétique. L'ARNm possède une extrémité 3' et une extrémité 5' qui déterminent le sens de lecture du brin (3' vers 5').

Les ARN de transfert (ARNt) sont de petites structures en forme de « feuilles de trèfle ». Ils portent chacun un acide aminé qui sera intégré dans la protéine en cours de construction. Pour cela, ils se fixent, sur l'ARNm, à un codon (succession de trois éléments, spécifiques de l'acide aminé), grâce à leur anticodon (« négatif » du codon). Cette fixation s'effectue par l'intermédiaire des ribosomes (qui « lisent » l'ARNm et sont responsables de la conduite de la fabrication des protéines).

Enfin, les ARN ribosomaux (ARNr) sont les principaux constituants des ribosomes. Quatre molécules d'ADN de différentes tailles participent à la structure d'un ribosome. La grosse sous-unité (ou sous-unité 60s) comporte les ARN 5,8s, 5s et 28s ; tandis que la petite sous-unité (ou sous-unité 40s) ne compte qu'un ARN, l'ARN 18s. (Les dénominations 5s, 18s, etc., ont pour origine des expériences de centrifugation des sous-unités ribosomales et des ARN dans des tubes à essai. Pendant la centrifugation, les éléments les plus lourds vont s'accumuler au fond du tube : c'est la sédimentation. Le chiffre correspond au coefficient de sédimentation de chaque élément).

Collection Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

VI- نقل الخبر الوراثي عبر التوالد الجنسي:

A- تذكير حول التوالد الجنسي:

يتميز التوالد الجنسي بحدثين هامين هما الإخصاب و إنتاج الأمشاج.

1- الإخصاب:

- مراحله:
  - ☆ تحرير الأمشاج.
  - ☆ الانجذاب الكيميائي للحيوانات المنوية.
  - ☆ التحام السيتوبلازمين.
  - ☆ التحام النواتين.
- دوره في الوراثة:
  - ☆ اختلاط الحليلات (*Allèles*) خلال التحام النواتين.
  - ☆ ثبات عدد الصبغيات.
  - ☆ نقل الخبر الوراثي.

2- إنتاج الأمشاج:

ظاهرة ضرورية؛ و تتم على مستوى الأعضاء التناسلية المختصة مثل:

- ✓ الخصية عند الذكر، و المبيضين عند الأنثى بالنسبة للحيوانات.
- ✓ الأعضاء التناسلية للزهرة بالنسبة للنباتات.
- ✓ الغزل الفطري عند الفطريات.

3- طـــــــرح الإشكـــــــــــــال

إذا كانت البيضات و الأفراد المحصل عليها بعد الإخصاب تشتمل على $2n$ صبغي فعلى كم من صبغي يجب أن تشتمل الأمشاج؟؟

← يجب أن يكون عدد الصبغيات في الأمشاج n صبغي، أي بالنسبة للإنسان 23 كروموزوم. و هذا يجعلنا نفترض وجود اختزال لعدد الصبغيات أثناء تكون الأمشاج. ومنه نتساءل: متى و أين و كيف يقع اختزال عدد الصبغيات في الأمشاج؟؟؟

4- فرضيـــــــــــة

قد يقع هذا الاختزال خلال تكون الأمشاج و انقسام الخلايا الأم.

B- الانقســـــــــــــام الاختزالـــي:

لاختبار الفرضية أجريت ملاحظات مجهرية على مستوى الأجهزة التناسلية و خاصة الأعضاء المسؤولة عن تكوين الأمشاج أي الخصيتين والمبيضين بالنسبة للحيوانات؛ المدقة والأسدية بالنسبة للزهور؛ والزقق بالنسبة للفطريات (الزق: *Asque*)

تبين لنا أن الخلية التي تتحول إلى أمشاج تخضع لانقسامين متتالين على الأقل و بذلك نحصل على 4 خلايا. وفي بعض الحالات يكون هناك انقسام إضافي، هدفه الإكثار من عدد الأمشاج، فنحصل على ثمان خلايا. لكن يبقى الانقسامين هما الأساسيين بالنسبة للانقسام الاختزالي و هما الانقسام I و الانقسام II.

1- مـــراحل الانقسام الاختزالي: (ص99 و5)

أ- الانقسام الأول(I):

← المرحلة التمهيدية I:

- مرحلة طويلة و معقدة.
- ظهور الصبغيات على شكل خيوط طويلة و ملولبة.
- تحول الجسيم المركزي إلى نجيمة (*Aster*) و انشطارها و نقل أحدهما إلى القطب المعاكس، و بداية تكون المغزل اللالوني.
- اختفاء النويات و الغلاف النووي.
- تشقق الصبغيات طولياً، بعد زيادة تلولبها، حيث تصبح مكونة من صبيغيين مرتبطين على مستوى الجزيء المركزي.
- اقتران الصبغيات المتماثلة لتشكل أزواجاً نسمى بالرباعيات *Tétrades*.

← المرحلة الاستوائيةI:

- اكتمال المغزل اللالوني.
- تموضع الرباعيات على مستوى الاستوائي للخلية، و ذلك بارتباطها بألياف المغزل اللالوني بواسطة الألياف الصبغية.
- كـــل جزيء مركزي يتجه نحو قطب.

← المرحلة الانفصاليةI:

- انفصال الصبغيات المتماثلة، التي كانت تكون الرباعيات و تجاه كل واحد نحو قطب **دون انشطار الجزيء المركزي** و هذا الصعود نسميه الصعود القطبي.
- و هكذا يتجمع في كل قطب نصف عدد الصبغيات أي n صبغي المنشطرة طولياً، لكن مرتبطة بواسطة الجزيء المركزي.
- في بعض الأحيان عند افتراق الصبغيات المتماثلة المقترنة على شكل رباعيات يقع تبادل بعض القطع فيما بينها و تسمى هذه الظاهرة بالعبور (*Crossing-over*) (و1-2ص100) (*Enjambement*).

← المرحلة النهايةI:

- تجمع الصبغيات المكونة من صبيغيين في كل قطب لكنها تبقى ظاهرة، و لا تفقد تلولبها.
- اختفاء المغزل اللالوني.
- انشطار الخلية الأم إلى خليتين بنتين، n صبغي لكل خلية.

← من خلال هذا الانقسام نلاحظ أنه يقع اختزال لعدد الصبغيات إلى النصف، و لهذا يدعى بالانقسام المنصف (*Division réductionnelle*).

ب -الانقسام الثاني(II):

← المرحلة التمهيديةII:

- تبدأ مباشرة بعد انتهاء المرحلة النهائيةI على مستوى الخليتين البنتين.
- انشطار النجيمتين و تكون المغزل اللالوني في كل خلية.

← المرحلة الاستوائيةII:

- ظهور الصفيحة الاستوائية في كـــل خلية.

← المرحلة الانفصاليةII:

- **انشطار الجزيء المركزي** لكل صبغي، الشيء الذي يحول كل صبيغي إلى صبغي حديث (فتي).
- الصعود القطبي.
- تضيق كل خلية استعداداً للإنشطار.

← المرحلة النهائيةII:

- تفكيك تلولب الصبغيات و تكدسها قرب كل قطب بالنسبة للخليتين.
- اختفاء المغزل اللالوني في كل خلية و ظهور النويات.
- انشطار كل خلية إلى خليتين: أي الحصول على أربع خلايا.

← من خلال هذا الانقسام نلاحظ أنه يقع فقط زيادة في عدد الخلايا؛ دون تغيير عدد الصبغيات لهذا يدعى بالانقسام التعادلي.

2- تطور كمـــية الADN خلال دورة خلوية لخلية مشيجية

خلال تتبعنا لكمية ال ADN طيلة أطوار الدورة الخلوية لاحظنا :

- في مرحلة السكون تمر الخلية من G_1 إلى G_2 بفضل المرحلة S. فكمية ال ADN تمر من $2q$ إلى $4q$.
- خلال الانقسام المنصف تتكون خلايا أحادية الصغة الصبغية لأنه خلال المرحلة الانفصاليةI يقع الصعود القطبي دون انشطار الجزيء المركزي. إذن فكل نواة تشتمل على $2q$ من ال ADN.
- خلال الانقسام التعادلي تتكون 4 خلايا أحادية الصغة الصبغية و تشتمل كل واحدة منهما على $1q$ من ال ADN بسبب انشطار الجزيء المركزي.

3- دور الانقسام الاختزالي في الوراثة

- تكوين خلايا أحادية الصغة الصبغية تكون الأمشاج الشيء الذي يضمن و يحافظ على ثبات عدد صبغيات كل نوع ($n+n=2n$).

- خلال المرحلة الانفصالية I، تتفرق الرباعيات، و في بعض الأحيان تحصل ظاهرة العبور أثناء المرحلة الاستوائية I (خلالها تتبادل الصبغيات قطع من ال ADN الشيء الذي يؤذي إلى اختلاط الحليلات و انتقالها من جيل إلى أخر.
- كما أن افتراق الصبغيات المتماثلة يعطي 4 خلايا تختلف في الحليلات المشتملة عليها؛ و هذا يساهم في اختلاط الحليلات (الوثيقة و4ص101).(م2M)