ثانوية ..... **المستوى 2 ع ت** **الأستاذة: ب ـ نورة**

الوحدة 2: الوحدة البنيوية للـ ADN

وضعية الإنطلاق: توجد المعلومات الوراثية في الـ ADN، الموجود في الصبغيات.

الإشكالية: - ما هو التركيب الكيميائي للـ ADN ؟
- ما هي بنية الـ ADN ؟ و هل هي متماثلة عند مختلف أنواع الكائنات الحية؟
- ما هي الطبيعة الكيميائية للمورثة؟

النشاط 1: التركيب الكيميائي للـ ADN

وضعية الإنطلاق: الـ ADN جزيئة مهمة تحمل المعلومات الوراثية.

الإشكالية: ما هو التركيب الكيميائي للـ ADN ؟

التقصي:

1- استخلاص الـ ADN من حراشف البصل: الوثيقة 1 ص 104

تعليل الخطوات المتبعة:

- الخطوتان 1 و 2: تمزيق الجدران الخلوية و الأغشية البلازمية للخلايا، لتحرير الـ ADN.

- الخطوة 3: فصل البقايا الخلوية (بقايا الجدران الخلوية، الأغشية البلازمية...) عن السائل الحاوي على الـ ADN.

- الخطوتان 4 و 5: ترسيب الـ ADN و عزله عن المكونات الكيميائية الأخرى.

- الخطوة 6:استعمل كاشف شيف للكشف عن الـ ADN.

سبب صعوبة استخلاص الـ ADN من الخلية النباتية:

يكون استخلاص الـ ADN من الخلية النباتية أصعب من استخلاصه من الخلية الحيوانية، بسبب وجود جدار خلوي يحيط بالخلية النباتية (على عكس الخلية الحيوانية المحاطة بغشاء هيولي فقط).

2- التركيب الكيميائي للـ ADN:

للتعرف على التركيب الكيميائي للـ ADN، نقوم بإماهته.

أ – الإماهة الكلية للـ ADN:

تتم الإماهة الكلية للـ ADN في وسط حامضي (به HCl)، بوجود درجة حرارة مرتفعة (120 °م) و لمدة ساعتين.

عند الإماهة الكلية للـ ADN، نتحصل على المركبات الكيميائية المبينة في الوثيقة 2 ص 105.

تحليل الوثيقة 2 ص 105:

ينتج عن الإماهة الكلية للـ ADN، 3 أنواع من المركبات الكيميائية البسيطة:

* الحمض الفوسفوري H_3PO_4

* سكر خماسي: هو الديزوكسي ريبوز (ريبوز منقوص الأوكسجين) $C_5H_{10}O_4$

* قواعد عضوية آزوتية: و هي 4 أنواع:

- الأدنين **Adénine (A)**
- الغوانين **Guanine (G)**

} قواعد بيورية (ذات سلاسل كربونية طويلة تشكل حلقتين)

- السيتوزين **Cytosine (C)**
- التايمين **Thymine (T)**

} قواعد بيريميدية (ذات سلاسل كربونية قصيرة تشكل حلقة واحدة)

ب – الإماهة الجزئية للـ ADN:

تتم الإماهة الجزئية للـ ADN باستعمال أنزيم خاص يدعى ADN-ase ، فنتحصل على المركبات المبينة في الوثيقة 3 ص 105.

تحليل الوثيقة 3 ص 105:

ينتج عن الإماهة الجزئية للـ ADN عناصر تدعى "النوكليوتيدات" **Nucléotides** ، حيث تتكون كل نوكليوتيدة من إتحاد حمض فوسفوري + ديزوكسي ريبوز + قاعدة آزوتية.

يوجد في الـ ADN، 4 أنماط من النوكليوتيدات، و هذا حسب نوع القاعدة الآزوتية الداخلة في تركيبها:

- dAMP : ديزوكسي أدينوزين أحادي الفوسفات

- dGMP : ديزوكسي غوانوزين أحادي الفوسفات

- dCMP : ديزوكسي سيتيدين أحادي الفوسفات

- dTMP : ديزوكسي تايميدين أحادي الفوسفات

استنتاج عام:

يتكون الـ ADN من 4 أنواع من النوكليوتيدات، حيث يدخل في تركيب كل منها حمض فوسفوري، ديزوكسي ريبوز و قاعدة عضوية آزوتية (A أو G أو C أو T).

النشاط 2: بنية جزيئة الـ ADN

وضعية الإنطلاق: تمّ التعرف على التركيب الكيميائي للـ ADN سنة 1929 م، لكن لم يتم تحديد بنيته بدقة إلاّ في سنة 1953 من طرف العالمين **واطسون** و **كريك** **Watson** et **Crick**.

الإشكالية: ما هي بنية ADN ؟

التقصي:

1 – أعمال شارغاف: Chargaff

تحليل الوثيقة 1 ص 106:

يبين الجدول نسب القواعد الآزوتية في جزيئة الـ ADN عند كائنات حية مختلفة.

نلاحظ أن عند مختلف أنواع الكائنات الحية:

نسبة A = نسبة T

نسبة C = نسبة G

نسبة A + G = نسبة T + C ، أي نسبة القواعد البيورية = نسبة القواعد البيريميدية

و بالتالي $\frac{A}{T} = \frac{G}{C} = \frac{G+A}{C+T} = 1$ **علاقة شارغاف**

أمّا $\frac{A+T}{C+G} \neq 1$

لأنّ A + T ≠ C + G

تختلف نسبة $\frac{A+T}{C+G}$ **من نوع من الكائنات إلى آخر**

بيّنت الدراسات أن هذه النسبة تتراوح ما بين 0,4 و 2,6 .

الفرضية التي يمكن اقتراحها بخصوص توضع مختلف القواعد الآزوتية في جزيئة الـ ADN:

هي أنّ القواعد الآزوتية مرتبطة على شكل أزواج: A مع T ، و C مع G ، و هذا ما يجعلنا نفكر بأن جزيئة الـ ADN مكوّنة من سلسلتين، و أن تركيب الـ ADN من حيث القواعد الآزوتية مميّز للنوع (يختلف من نوع من الكائنات الحية إلى آخر).

2– أعمال واطسون و كريك : Watson et Crick

- رأينا أن الوحدة البنيوية للـ ADN هي النوكليوتيدة.

- يتم الإرتباط بين النوكليوتيدات عن طريق الحمض الفوسفوري (حيث يرتبط الحمض الفوسفوري لنوكليوتيدة بالسكر الخماسي لنوكليوتيدة موالية)، فتتشكل سلسلة متعددة النوكليوتيد (بنية أولية).

- عام 1953 م، تمكن العالمان واطسون و كريك من وضع نموذج دقيق لبنية جزيئة الـ ADN ، و ذلك بالإعتماد على كل من:

* أعمال العالمان **فرنكلين** و **ويلكينز** Franklin et Wilkins ، اللذان درسا جزيئة الـ ADN عن طريق انكسار الأشعة السينية (X)، فبينا أن لجزيئة الـ ADN شكل أسطوانة (قطرها 2 نانومتر) ذات بنية حلزونية.

* أعمال العالم **شارغاف** (أنظر الفقرة السابقة).

بيّن العالمان **واطسون** و **كريك** أن جزيئة الـ ADN تتكون من سلسلتين متعددتي النوكليوتيد متوازيتين و متعاكستين، ملتفتين حول بعضهما حلزونيا، مما يعطي لجزيئة الـ ADN بنية ثانوية ثلاثية الأبعاد، فتظهر جزيئة الـ ADN على شكل أسطوانة حلزونية قطرها 2 نانومتر.

يتم الإرتباط بين السلسلتين عن طريق القواعد العضوية الآزوتية. و اعتمادا على أعمال شارغاف، تبيّن أن الإرتباط يكون دائما كما يلي: - الأدنين مع التايمين

- الغوانين مع السيتوزين

ترتبط A مع T برابطتين هيدروجينيتين، بينما ترتبط G مع C بثلاث روابط هيدروجينية.

يختلف ترتيب القواعد الآزوتية باختلاف أنواع الكائنات الحية.

(الرابطة الهيدروجينية هي رابطة غير تكافؤية ضعيف، تنشأ بين ذرتين كهروسلبيتين تفصل بينهما ذرة هيدروجين.)

تنبيه: كلما زادت نسبة (C + G) في جزيئة الـ ADN ، زاد تماسك الجزيئة (نظرا لتزايد عدد الروابط الهيدروجينية الثلاثية).

<u>قياس طول جزيئة الـ ADN</u>:

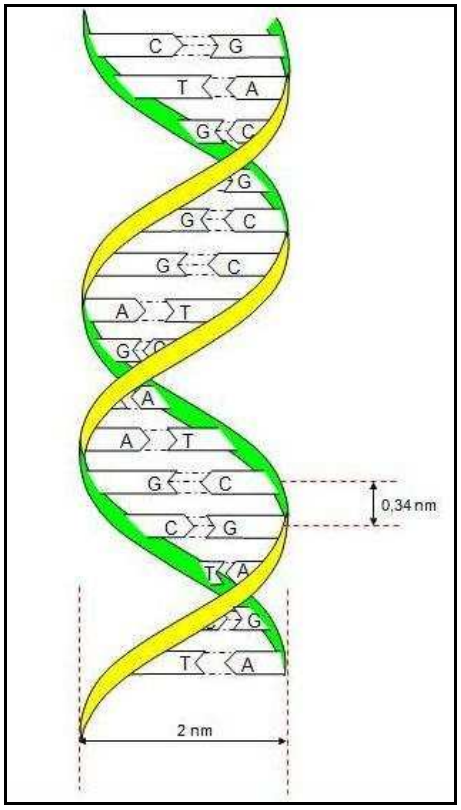
يتم قياس طول جزيئة الـ ADN بعدد أزواج القواعد الآزوتية، لأن القواعد الآزوتية في جزيئة الـ ADN مرتبطة على شكل أزواج، و بالتالي تستعمل وحدة "زوج القواعد" Paire de bases (Pb) أو "كيلوباز" Kilobase (Kb)، حيث 1Kb = 1000 Pb

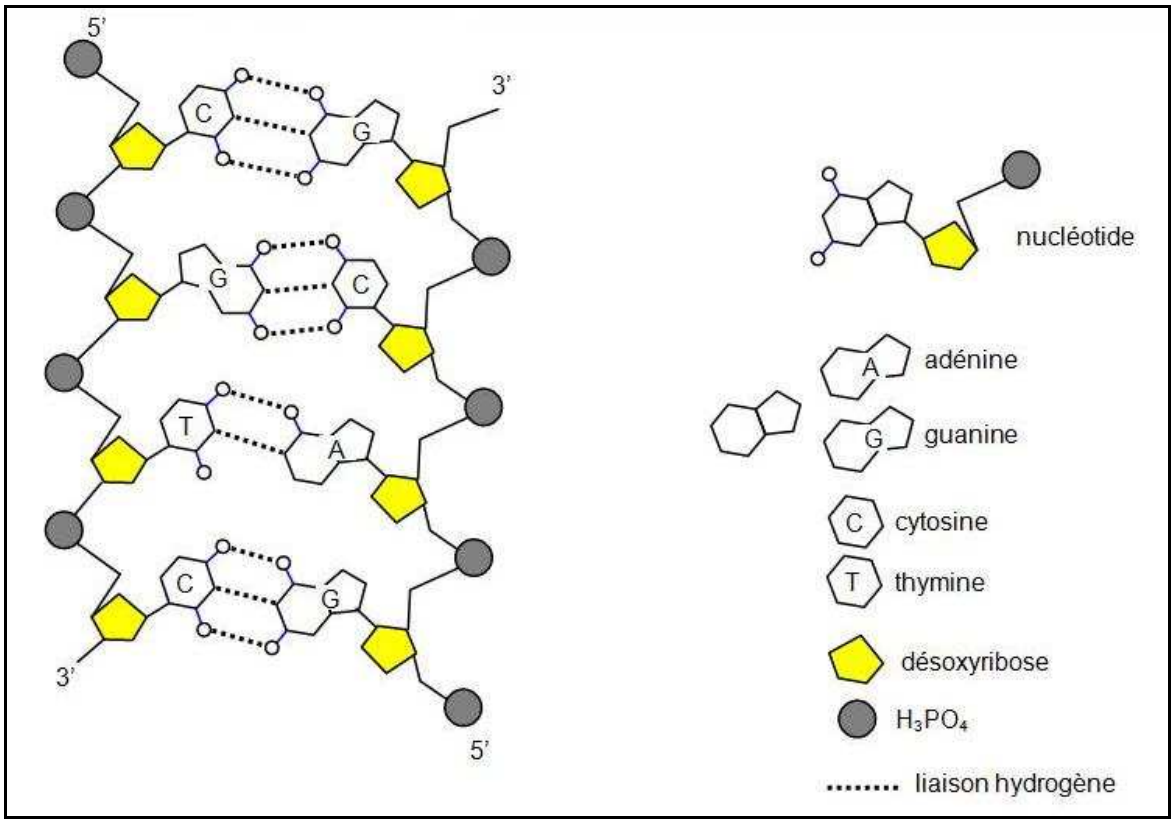
تنبيه: يمكن أيضا قياس طول الـ ADN بوحدات الطول العادية، علما بأن زوج من القواعد الآزوتية يشغل مسافة 0,34 نانومتر على طول أسطوانة الـ ADN .

خلاصة:

تتكون جزيئة الـ ADN من سلسلتين متعددتي النوكليوتيد متوازيتين و متهاكستين، ملتفتين حول بعضهما حلزونيا، و مرتبطتين ببعضهما عن طريق روابط هيدروجينية تنشأ بين القواعد الآزوتية المتقابلة و المتكاملة بنيويا: A مع T ، G مع C.

بنية جزيئة الـ ADN و تركيبها الكيميائي





النشاط 3: تماثل بنية جزيئة الـ ADN

وضعية الإنطلاق: يعتبر الـ ADN من أهم الجزيئات عند الكائنات الحية، لأنه يحمل المعلومات الوراثية الخاصة بكل كائن حي.

الإشكالية: هل للـ ADN نفس البنية و نفس التركيب الكيميائي عند مختلف أنواع الكائنات الحية؟

التقصي:

1 – التحليل المقارن لجزيئة الـ ADN عند كائنات حية مختلفة:

تحليل الوثيقة 1 ص 108:

يبين الجدول نسبة مختلف أنواع القواعد الآزوتية في ADN كائنات حية متنوعة.

نلاحظ أن نسبة A = نسبة T، و نسبة C = نسبة G، و هذا مهما كان نوع الكائن الحي: أحادي الخلية أو متعدد الخلايا، حقيقي النواة أو بدائي النواة.

استنتاج: بنية الـ ADN متماثلة عند جميع الكائنات الحية.

2 – تماثل بنية جزيئة الـ ADN:

تحليل الوثيقة 2 ص 108:

تبين الوثيقة 2 نماذج لقطعتين من مورثة إنسان (أ) و مورثة بكتريا (ب).

- نلاحظ تماثل بنية جزيئة الـ ADN عند الإنسان و عند البكتيريا، حيث في كلتا الحالتين تتكون جزيئة الـ ADN من سلسلتين متعددتي النوكليوتيد ملتفتين حول بعضهما حلزونيا و مرتبطتين بفضل الروابط الهيدروجينية الناشئة بين القواعد الآزوتية (T = A، و G ≡ C).

- نلاحظ أن المورثتين تختلفان عن بعضهما في نسبة و ترتيب القواعد الآزوتية على طول جزيئة الـ ADN.

خلاصة:

تتماثل بنية جزيئة الـ ADN عند جميع أنواع الكائنات الحية، لكن تختلف فيما بينها في نسبة و ترتيب القواعد الآزوتية (مما يؤدي إلى اختلاف معلوماتها الوراثية).

النشاط 4: الطبيعة الكيميائية للمورثة

وضعية الإنطلاق: تمكن العلماء منذ الثمانينات من زرع قطع من الـ ADN مأخوذة من نواة نوع من الكائنات الحية (معطي) في نواة نوع آخر من الكائنات الحية (مستقبل). تدعى هذه العملية بـ"**الإستيلاد**" أو "**التحويل الوراثي**" La transgénèse

الإشكالية: كيف تتم هذه العملية؟

التقصي:

1- تجربة التحويل الوراثي (الإستيلاد): الوثيقة 1 ص 109

تم عزل قطعة من الـ ADN المسؤولة عن إنتاج هرمون النمو عند الجرذ، ثم تمّ حقنها (بواسطة سحاحاة مجهرية) في النواة الأولية (البدئية) الذكرية لعدد من البويضات الملقحة لفأرة.

بعد التزاوج النووي (إتحاد النواتين الأوليتين الذكرية و الأنثوية)، تزرع البويضات الملقحة و المحولة وراثيا في أرحام إناث معالجة بالهرمونات لتحضيرها للحمل.

النتائج:

عند الوضع، تم الحصول على 4 فئران عادية صغيرة، و فأر واحد كبير و الذي هو فأر محوّل وراثيا.

تحليل النتائج:

- ظهور الفئران العادية الصغيرة راجع إلى عدم نجاح تجربة الإستيلاد لديهم، نظرا لعدم إندماج قطعة الـ ADN المسؤولة عن إنتاج هرمون النمو في ADN هذه الحيوانات.

- ظهور الفأر الكبير راجع إلى نجاح تجربة الإستيلاد لديه، نظرا لإندماج قطعة الـ ADN المسؤولة عن إنتاج هرمون النمو في ADN هذا الحيوان المستقبل، و قيامها بوظيفتها (إنتاج هرمون النمو).

يدعى هذا الفأر بـ"**فأر محوّل وراثيا**" Souris transgénique

تنبيه: نسبة نجاح تجربة الإستيلاد ضعيفة (حوالي 10 %)، فنجاحها يتوقف على النشاط الداخلي للخلية المستقبلة و الذي لا يمكن التحكم فيه حتما.

استنتاج:

الـ ADN هو دعامة المعلومة الوراثية، و هذا عند جميع الكائنات الحية.

2- تقنية البصمات الوراثية: Empreintes génétiques

في الثمانينات، تمّ وضع تقنية خاصة لمقارنة مختلف عينات الـ ADN المستخلصة من خلايا أفراد مختلفة (خاصة للكشف عن مرتكبي الجرائم، و في حالات تحديد القرابة...)، حيث تظهر المعلومات الوراثية على شكل أشرطة سوداء ذات توضع مميز.

مقارنة البصمات الوراثية للفئران الناتجة عن تجربة التحويل الوراثي بالبصمات الوراثية للجرذ المعطي و الفأر المستقبل: الوثيقة 3 ص 110

تعتبر الفئران 1، 2 و 3 أبناء الشاهد 1، حيث نجد لديهم بعض الأشرطة توافق الأشرطة الموجودة عند الشاهد 1، و أشرطة أخرى غير موجودة عند الشاهد 1 (مصدرها أب هذا الجيل، أي الفأر الذي أعطى النطاف).

في حين يتميز الفأر 4 بوجود شريط سميك (مشار إليه بسهم) لا نجده إلا عند الجرذ المعطي، فهو يوافق قطعة الـ ADN التي تحصل عليها أثناء عملية الإستيلاد، و التي أكسبته صفة القدرة على صنع هرمون النمو.

3 – دراسة التتابع النوكليوتيدي في مورثات مختلفة:

استغلال الوثيقة 4 ص 111:

تبيّن الوثيقة 4 قطع من الـ ADN موافقة لمورثات مختلفة.

عند المقارنة بين قطع الـ ADN، نلاحظ أنها تختلف عن بعضها البعض في عدد و تتابع النوكليوتيدات، و في العلاقة النسبية لمختلف القواعد الآزوتية.

استنتاج:

المورثة هي قطعة من الـ ADN تحمل معلومات وراثية يحدّدها عدد و ترتيب النوكليوتيدات فيها.

خلاصة:

تحتوي جميع الكائنات الحية على معلومات وراثية مسؤولة عن ظهور الصفات الوراثية.

توجد المعلومات الوراثية في المورثات التي هي قطع من الـ ADN تتضمن تتابع دقيق لنوكليوتيدات معينة.