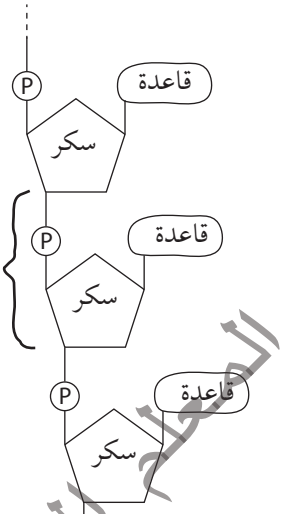
إجابات كتاب الطالب

قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة

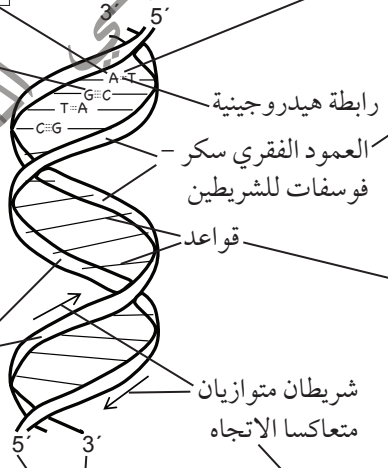
خصائص DNA:

- DNA هو عديد نيوكليوتيد- يتكوّن من عدة نيوكليوتيدات.
- يتكوّن كل نيوكليوتيد من سكر خماسي (رايبوز منقوص الأكسجين)، ومجموعة فوسفات وقاعدة نيتروجينية.



المعلم الإلكتروني

- ترتبط القواعد في شريطي DNA المتقابلين بروابط هيدروجينية.
- ترتبط القاعدة A مع القاعدة T من الشريط المقابل برابطتين هيدروجينيتين.
- ترتبط القاعدة G مع القاعدة C من الشريط المقابل بثلاث روابط هيدروجينية.



رابطة هيدروجينية

العمود الفقري سكر - فوسفات للشريطين

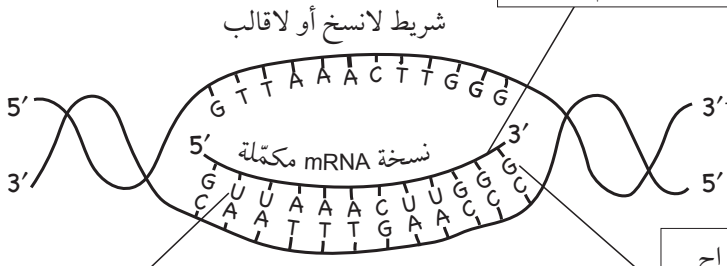
قواعد

شريطان متوازيان متعاكسا الاتجاه

دورة واحدة كاملة = عشرة أزواج من القواعد

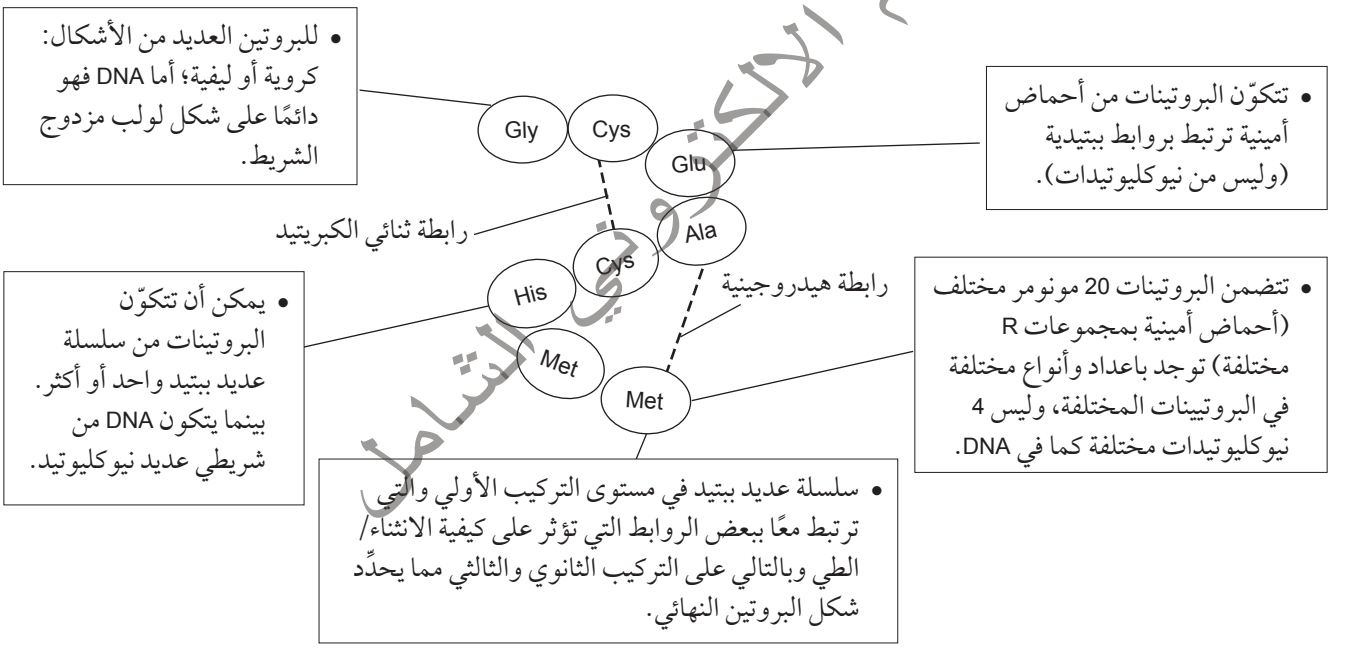
- تشكل جزيئات السكر ومجموعات الفوسفات في النيوكليوتيدات «العمود الفقري سكر-فوسفات» لشريطي DNA حيث تبرز القواعد النيتروجينية بينهما.
- تزدوج القواعد النيتروجينية في الشريطين المتقابلين فيما يسمى ازدواج القواعد المكملة (bp) المرتبطة بروابط هيدروجينية.
- يوجد أربع قواعد نيتروجينية مختلفة في DNA هي الأدنين (A) والسايتوسين (C) والجوانين (G) والثايمين (T).
- A وG هما بيورينات وC وT هما بيريميدينات.
- يتكوّن جزيء DNA الواحد من اثنين من عديد النيوكليوتيد (يعرفان بالشريطين).
- يلتف الشريطان أحدهما حول الآخر ليشكلا لولبًا مزدوجًا. هذا التركيب مستقر جدًا لأنه طويل جدًا وبالتالي لديه الكثير من الروابط الهيدروجينية بين الشريطين.
- جزيء DNA طويل جدًا وتقاس الأطوال فيه عادة بالكيلو قاعدة kb أو ميجا قاعدة.
- رقما موقعا ذرتَي الكربون (3′ و 5′) في جزيء سكر الرايبوز منقوص الأكسجين، وهما يحددان اتجاه كل شريط.
- يكون شريطا عديد النيوكليوتيدات متوازيَين ومتعاكسَي الاتجاه - أحد الشريطين تكون نهايته بالاتجاه 5′ ← 3′ والآخر بالاتجاه 3′ ← 5′.

الاختلافات بين DNA و mRNA:



- mRNA شريط مفرد وهو أقصر بكثير من DNA، وهو غير مستقر ولا يدوم طويلا.
- رقما موقع كل من ذرتي الكربون 3′ و 5′ في جزيئات سكر الرايبوز منقوص الاكسجين يحددان اتّجاه كل شريط.
- لا توجد أزواج / ازدواج قواعد في mRNA.
- يتكوّن mRNA من نيوكليوتيدات ذات قواعد A، C، G، U (يحل اليوراسيل محل الثايمين).
- ينتج mRNA من نسخ DNA.

ملاحظة (قد يختلف الطلبة في طريقة الرسم وقد يضيفون المزيد من الاختلافات الصحيحة).



- للبروتين العديد من الأشكال: كروية أو ليفية؛ أما DNA فهو دائمًا على شكل لولب مزدوج الشريط.
- تتكوّن البروتينات من أحماض أمينية ترتبط بروابط ببتيدية (وليس من نيوكليوتيدات).
- يمكن أن تتكوّن البروتينات من سلسلة عديد ببتيد واحد أو أكثر. بينما يتكون DNA من شريطي عديد نيوكليوتيد.
- تتضمن البروتينات 20 مونومر مختلف (أحماض أمينية بمجموعات R مختلفة) توجد باعداد وأنواع مختلفة في البروتينات المختلفة، وليس 4 نيوكليوتيدات مختلفة كما في DNA.
- سلسلة عديد ببتيد في مستوى التركيب الأولي والتي ترتبط معًا ببعض الروابط التي تؤثر على كيفية الانثناء/ الطي وبالتالي على التركيب الثانوي والثالثي مما يحدِّد شكل البروتين النهائي.

المعلم الالكتروني الشامل

العلوم ضمن سياقها: مكافحة الجرائم عبر DNA

- الأشخاص الوحيدون الذين لديهم DNA متطابق هم التوائم المتماثلة (أو التوائم الثلاثية المتماثلة أو التوائم الرباعية المتماثلة)، لأنهم تكوّنوا من البويضة المخصّبة (الزيجوت) نفسها. كل شخص آخر لديه DNA فريد من نوعه أو بسبب حدوث عملية العبور /التوزيع الحر/الإخصاب العشوائي. يتكوّن DNA الإنسان من ثلاثة مليارات زوج من القواعد، بما يوفر الكثير من الفرص لحدوث الطفرات نتيجة التغير في تتابع القواعد. يعتقد أن كل شخص ليس من التوائم المتماثلة يكون لديه DNA مختلف عن أي شخص آخر على كوكب الأرض.

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. لا يتضمن التكاثر الانتقائي إدخال جين معيّن مباشرة في DNA الكائن الحي لتكوين DNA معاد التركيب. تتزاوج في التكاثر الانتقائي أصناف محددة من النباتات أو الحيوانات أو الكائنات الحية الدقيقة (على سبيل المثال الخمائر) لتحسين صفة معيّنة أو لإنتاج تركيب من الصفات مرغوب فيه. وهو ما يتحقق عن طريق جمع الجينات المرغوب فيها من الأبوَين في التكاثر الجنسي. لا تتضمّن الهندسة الجينية أيّ تزاوج بين الأفراد.

٢. أ. النهاية اللاصقة امتداد تتابع قاعدي من شريط مفرد يتكوّن من عدة نيوكليوتيدات في نهاية جزء من DNA وقد يكوّن روابط هيدروجينية مع أي امتداد/تتابع قاعدي مكمل. تتكوّن النهايات اللاصقة بواسطة إنزيمات القطع التي تقطع DNA بشكل متعرج، وقد تتكوّن أيضًا بإضافة جزء قصير من شريط DNA مفرد إلى جزء ذي نهاية مستقيمة من شريط DNA المزدوج (انظر الشكل ٣-٢).

ب. A 6
B 8
C 1
D 4

ج. تكون مواقع القطع متناظرة، حيث يقرأ تتابع القطع نفسه في الاتجاه 5′ إلى 3′ كما في الاتجاه 3′ إلى 5′. تقطع إنزيمات القطع HindIII، EcoRI، BamHI عبر DNA بشكل متعرج لينتج قطعًا ذات نهايات لاصقة، ويقطع إنزيم القطع HaeIII عبر DNA بشكل مستقيم لينتج قطعًا ذات نهايات حادة /مستقيمة.

د. يقطع كل إنزيم قطعًا دائمًا عند الموقع المحدد نفسه في DNA، بحيث تعطي بعض إنزيمات القطع (مثل HindIII و EcoRI) نهايات لاصقة لتكوّن أزواجًا قاعدية مع تتابع القواعد المكملة. ومن الممكن إدخال/ربط قطعتَين من DNA من مصدرَين مختلفَين إذا قطعا بإنزيم القطع نفسه. ويمكن رسم خريطة لموضع مواقع القطع في أجزاء DNA (على سبيل المثال الكروموسومات)، وفي الجينومات.

٣. rDNA هو DNA معاد التركيب مكوّن من امتدادات/أجزاء من DNA من مصادر مختلفة؛ على سبيل المثال، من نوعَين مختلفَين أو من كائنَين حيَّين مختلفَين من النوع نفسه. أحد أشكال DNA معاد التركيب هو البلازميد الذي يحتوي على الجين المطلوب.

cDNA هو DNA مكمل يتم نسخه من شريط mRNA؛ كقالب للنسخ بواسطة إنزيم ترانسكريبتيز العكسي.

٤. **تتمثل مزايا استخدام البلازميدات كنواقل بما يأتي:**

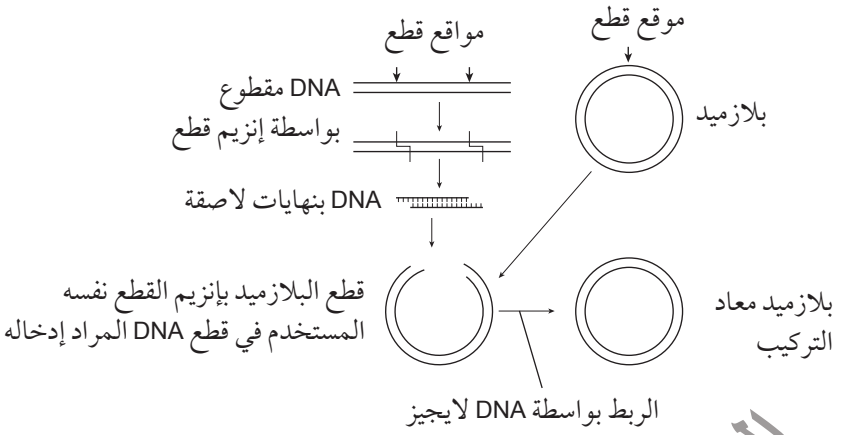
- توجد طبيعيًّا في البكتيريا، إذ إن البكتيريا قادرة على امتصاصها من محيطها.
- صغيرة بحيث يسهل استخدامها.
- يمكن تكوينها صناعيًّا بجمع أطوال/بربط تتابعات من DNA من مصادر مختلفة.
- ذات شريط مزدوج، لذا يمكن إدخال الجينات من بدائيات النواة وحقيقيات النواة.
- يمكنها التضاعف بشكل مستقل في داخل البكتيريا لاستنساخ أي جينات يتم إدخالها فيها.
- يمكن نقلها بين الأنواع البكتيرية المختلفة.

٥. **يجب أن يبيّن الرسم ما يأتي:**

- قطعة من DNA (الجين المراد إدخاله) قُطعت من امتداد طويل بواسطة إنزيم قطع لتكوين نهايات لاصقة.
- بلازميد مقطوع بإنزيم القطع نفسه كقطعة DNA ليعطي نهايات لاصقة مكملة لنهايات الجين اللاصقة.
- ارتباط نهايات الجين اللاصقة والبلازميد معًا. ويمكن تبيان ذلك بتضمين قواعد مكملة في النهايتَين اللاصقتَين.

المعلم الإلكتروني للتعليم

- يمكن تبيان كيفية عمل النهايات اللاصقة مع شرح توضيحي يستخدم ليشرح دور DNA لايجيز في حفز تكوين روابط فوسفات ثنائية الإستر بين النهايات اللاصقة على كلا جانبَي قطعة DNA.



٦. ليس بالضرورة، إذ يعتمد ذلك على مكان إدخال الجين المتوهج في البلازميد، ومن الممكن أن تكون بعض البكتيريا قد امتصّت بلازميدات لا تحتوي على الجين المرغوب فيه، لكنها لا تزال تحتوي على الجين المتوهج.

٧. يجب أن يكون تسلسل الخطوات في المخطط الانسيابي كما يأتي من اليسار:

د. استخدام DNA بوليميريز لتكوين cDNA مزدوج.

و. تكوين cDNA مفرد باستخدام إنزيم ترانسكريبتيز العكسي.

ب. عزل mRNA الجين المطلوب.

ح. إضافة جزء قصير من DNA مفرد لتكوين نهايات لاصقة باستخدام إنزيم.

ز. قطع البلازميدات باستخدام إنزيم القطع.

ي. خلط DNA مزدوج مع البلازميدات.

أ. إدخال بلازميد في بكتيريوم مضيفة.

ج. استخدام إنزيم DNA لايجيز لغلق العمود الفقري سكر- فوسفات للبلازميد معاد التركيب.

ط. تكوين بلازميدات معادة التركيب بازدواج القواعد المكملة.

هـ. استنساخ البكتيريا المعدلة وحصاد البروتين معاد التركيب.

المعلم الالكتروني الشامل

٨. أ. البادئات مطلوبة لأنه لا يمكن أن يبدأ إنزيم DNA بوليميريز في بناء DNA بدون شريط موجود للبناء عليه. ترتبط البادئات بالتتابع القاعدي على جانبي شريط DNA الجاري تضخيمه، عن طريق تكوين روابط هيدروجينية.

ب. لا تلتصق البادئات معًا لأنه ليس لها تتابع قواعد مكملة. وإذا كان لديها تتابع قواعد مكملة، فإنها سوف تكوّن DNA مزدوج، وستكون غير مجدية كبادئات.

ج. أنواع النيوكليوتيدات الأربعة الحرة (dNTPs) هي: dTTP، dATP، dCTP، dGTP

د. يجب أن تكون إنزيمات DNA بوليميريز مستقرة حراريًا– قابلة لتحمل درجات الحرارة المرتفعة المستخدمة في PCR لفصل شريطَي DNA. من المهم تسميتها إنزيمات DNA بوليميريز لأن إنزيمات RNA بوليميريز لا تعمل في جهاز PCR لنسخ DNA.

هـ. ينفك (يتمسخ) شريطا DNA أحدهما عن الآخر بفعل الحرارة التي تكسر الروابط الهيدروجينية بين أزواج القواعد. تلتصق البادئات بالنهايات المتقابلة لشريطَي DNA. تبني إنزيمات DNA بوليميريز شريط DNA مكملًا وجديدًا ليكوّن DNA مزدوجًا.

٩. أ. $2^8 = 256$

ب. لا يوجد إنزيم يستخدم قالب RNA لتكوين RNA مزدوج. بدلًا من ذلك، يستخدم إنزيم ترانسكريبتيز العكسي قالب RNA لتكوين شريط DNA مفرد.

يمكن بعد ذلك نسخ DNA هذا باستخدام DNA بوليميريز. ويمكن أن يُستخدم في PCR كما في الشكل ٣-٦. بهذه الطريقة، يمكن تكوين عدة نسخ من cDNA والتي تحمل المعلومات الموجودة في mRNA الأصلي.

١٠. أ. يضخم PCR عيّنات DNA من كل فرد من أفراد العائلة، لذا من الممكن رؤية DNA على شكل قطع/ حزم/ أشرطة في مخطط الفصل الكهربائي الهلامي.

ب. تمر قطع DNA ذات الأطوال المختلفة عبر الهلام بسرعات مختلفة، فتنتقل القطع الأكبر ببطء أكثر عبر الثقوب في الهلام مقارنة بالقطع الأصغر.

ج. للفرد D شريط واحد، لذا يجب أن يكون متماثل الأليلات للأليل الطبيعي. ولدى الآخرين الذين جرى فحصهم شريطان، لذا يكونون جميعهم غير متماثلي الأليلات.

د. جميع الأشخاص الذين تطور لديهم مرض هنتنغتون لديهم قطعة/شريط (كبير) من DNA لم ينتقل مسافة بعيدة/طويلة.

الأشخاص الذين لديهم أجزاء صغيرة من DNA لم يتطور لديهم مرض هنتنغتون.

مرض هنتنغتون سببه أكثر من 40 تكرارًا من التتابع CAG.

الأشخاص الذين لديهم قطع/أجزاء، أكبر (أطول) من DNA تطور لديهم مرض هنتنغتون في أعمار أبكر من الأشخاص الذين لديهم قطع/أجزاء، أصغر (أقصر). الأمر الذي يبيّن وجود ارتباط بين طول DNA والعمر الذي تظهر فيه الأعراض لأول مرة. على سبيل المثال، الشخص K لديه قطع/أجزاء أكبر من A، وقد ظهرت عليه الأعراض في عمر 22 سنة مقارنة مع العمر 50 للشخص A.

الشخصان B و F لم تظهر عليهما الأعراض، لكنّ لديهما أليلَين مختلفَين، وأحد الأليلين لديه تكرارات أكثر من الآخر، إنما ليست كافية للتسبب بمرض هنتنغتون.

المعلم الإلكتروني الشامل

هـ. ورث الشخص K الأليل السائد من أبيه (H). قد يكون الأشخاص الآخرون في العائلة في الجيلَين 3 و 4 ورثوا أيضًا الأليل السائد من (C) ومن (H)، لكن ليس مؤكدًا أنهم يملكون ذلك إلا إذا تمّ إجراء فحص جيني لهنتنغتون.

١١. سيكون الطراز الجيني إما متماثل الأليلات سائدًا أو غير متماثل الأليلات للجين CFTR.

١٢. فحص السائل الأمنيوسي: فحص يتم فيه أخذ عيّنات من السائل الأمنيوسي باستخدام إبرة حقنة تحت الجلد، في الأسبوع (١٥–١٦) من الحمل، للبحث عن الطفرات الكروموسومية.

فحص الخملات المشيمية (CVS): فحص يتم فيه أخذ عيّنة من المشيمة في الرحم، باستخدام إبرة رفيعة، خلال الأسبوع (١٠–١٣) من الحمل، للكشف عن التشوهات الجينية.

فحص ما قبل الولادة غير الجراحي: فحص يتم فيه أخذ عيّنات من دم الأم، وفحصها بحثًا عن أجزاء من DNA الجنين التي تكوّنت في المشيمة. يتم بعد ذلك فحص تتابعها القاعدي وتحليلها بحثًا عن تشوهات وراثية.

١٣. أ. يعمد المزارعون إلى زراعة أصناف نباتات Bt لأن سم Bt يقتل الآفات، لذلك يستخدمون كميّات أقل من مبيدات الحشرات، ويفقدون كميّات أقل من محاصيلهم بسبب الآفات، الأمر الذي يحسّن من ذلك الإنتاجية، ويقلل التكلفة ويزيد من أرباح المزارعين. توجد أيضًا فوائد صحية للعاملين في المزارع في العديد من البلدان الذين تعوّدوا رش المبيدات من دون أخذ الاحتياطات المناسبة.

ب. تنمية الخلايا في زراعات نسيجية وإدخال الجينات في الخلايا المفردة. وقد تنمو كل خلية معدلة إلى نبات كامل، وبالتالي ستوجد جميع الجينات التي تم إدخالها في جميع خلايا النبات. تنمّى النباتات التي عدّلت جينيًّا وتظهر جميع الصفات المرغوبة فيها؛ على سبيل المثال، مقاومة المبيدات والإنتاجية العالية.

١٤. المخاطر المحتملة لزراعة أصناف زراعية معدلة جينيًّا:

- انتشار مقاومة الأعشاب الضارة لمبيدات الأعشاب التي ستصبح «أعشابًا خارقة» ولا يمكن قتلها برشّ المواد الكيميائية.
- قد تنتشر الجينات المقاومة إلى محاصيل غير معدلة جينيًّا وتفسد طبيعتها العضوية. وهذا مهم بشكل خاص في البلدان التي تشكك في المحاصيل المعدلة جينيًّا.
- قد تنتقل الجينات إلى الأنواع البرية لنباتات المحاصيل وتغير من جيناتها.
- قد يؤدي التعديل الجيني إلى جعل نباتات المحاصيل أو الأنواع البرية ذات القرابة لتصبح غازية وتنتشر بسرعة إلى أماكن غير مرغوب فيها أو جعلها سامة للحياة البرية.
- يزيد استخدام الجينات المقاومة للمبيدات من انتفاء القدرة على مقاومة المبيدات في أنواع الآفات (على سبيل المثال، الاستخدام واسع النطاق لذرة Bt يزيد من انتقاء ديدان جذور الذرة التي لا يقتلها Bt).
- يمكن أن تنتج المحاصيل المعدلة جينيًّا مواد تعزز من ردود الفعل التحسسية لدى الناس (على سبيل المثال، إدخال الجين من الجوز الهندي إلى فول الصويا لتحسين نوعيته يؤدي إلى استجابة تحسسية لدى الناس).

طرائق لتقليل المخاطر:

- استخدام الدورات الزراعية سنة تلو أخرى بدلًا من زراعة النباتات نفسها في الحقول نفسها لتقليل أي آثار ضارة للمحاصيل المعدلة جينيًّا.
- اختبار تأثير الأصناف المعدلة جينيًّا على البيئة قبل استخدام المزارعين لها.

المعلم الإلكتروني الشامل