

الفصل الثالث

تكنولوجيا الجينات

مقدمة:

تتطلب عملية تكنولوجيا الجينات نقل المادة الوراثية من كائن حي إلى آخر أو تعديلها. خدمة للبشرية في كثير من المجالات الزراعية والبيئية.

- سؤال: علل: تتطلب تكنولوجيات الجينات استخدام أدوات ومواد عدة تساعد على نقل المادة الوراثية من كائن لآخر.
- لتعديل الصفات الوراثية في الكائنات الحية.

أولاً: أدوات تكنولوجيا الجينات وموادها

- سؤال: ما الأدوات والمواد المستخدمة في تكنولوجيات الجينات؟
- ١. إنزيمات الحموض النووية
- ٢. نواقل الجينات

١. إنزيمات الحموض النووية الـ DNA

- سؤال: ما هي إنزيمات الحمض النووي الـ DNA المستخدمة في تكنولوجيا الجينات؟

أ. إنزيمات القطع المحدد

ب. إنزيم ربط الـ DNA

ج. إنزيم بلمرة الـ DNA المتحمل للحرارة.

أ. إنزيمات القطع المحدد

وهي إنزيمات متخصصة في قطع الـ DNA تنتجها أنواع عدة من البكتيريا للدفاع عن نفسها، ويتم ذلك عن طريق: قطع DNA الفيروس الذي يهاجمها للتخلص منه. (يوجد منها ٣٥٠٠ إنزيم واستخدموا بعضها في تكنولوجيا الجينات).

الفصل الثالث

■ سؤال: لماذا سميت هذه الإنزيمات بهذا الاسم؟

الأجابة: سميت تبعاً لنوع البكتريا التي تنتجها.

- مثال: بكتيريا (Escherichia coli R) تكون إنزيم قطع يسمى (Eco RI)

تشير الرموز التالية إلى:

(Eco): جنس البكتيريا ونوعها.

(R): سلالة البكتيريا.

(I): أول إنزيم قطع محدد اكتشف في هذه البكتريا.

■ سؤال: كيف تعمل إنزيمات القطع المحدد على النيوكليوتيدات في سلسلة الـ DNA؟ (آلية عمل إنزيمات

القطع المحدد

الأجابه:

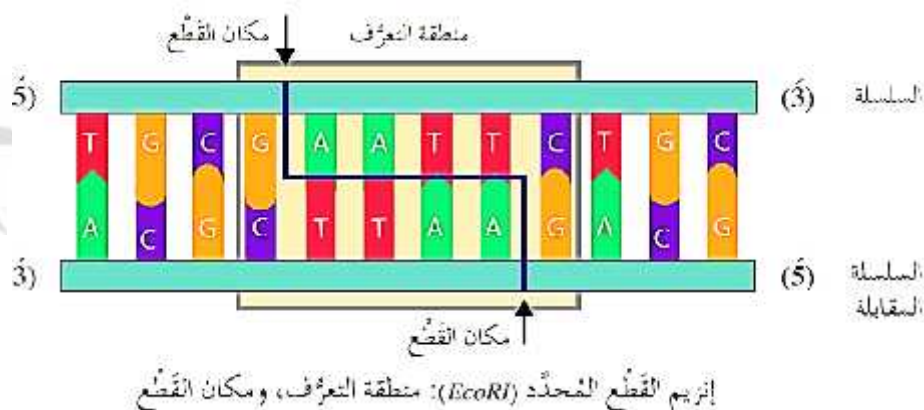
يتعرف كل إنزيم من إنزيمات القطع المحدد تتابعاً معيناً من النيوكليوتيدات، يتراوح من (6 - 4) نيوكليوتيدات في

ال DNA وهذه تمثل مناطق التعرف، حيث يكون هذا التابع متماثلاً في منطقة التعرف في سلسلتي ال DNA.

يكون لكل سلسلة DNA نهايتان حيث يرمز لإحدهما بالرمز (5')، ويرمز للآخرى بالرمز (3'). بحيث يكون امتداد

السلسلة الأولى في جزئ الـ DNA من (5') إلى (3')، ويكون في السلسلة المقابلة من (3') إلى (5').

ويوضح الشكل أدناه آلية عمل هذه الإنزيمات في مناطق التعرف.

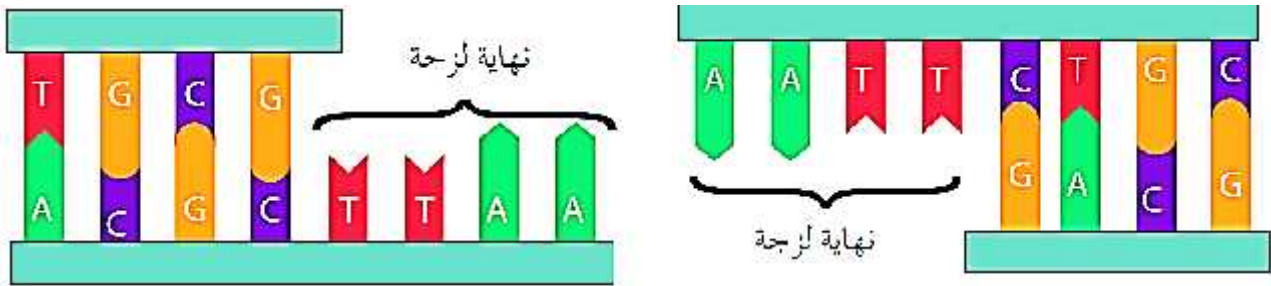


لاحظ مكان القطع في الشكل والذي يكون بين القاعدة (G) جوانين والقاعدة (A) أدنين في سلسلتي ال DNA.

الفصل الثالث

■ النهايات اللزجة

هي قطع أطرافها سلاسل مفردة من النيوكليوتيدات تكون ناتجة من بعض إنزيمات القطع المحدد، وسميت بهذا الاسم لقدرتها على الالتصاق بجزء مكمل لها . مثال (**EcoRI**) . ويوضح الشكل أدناه النهايات اللزجة.

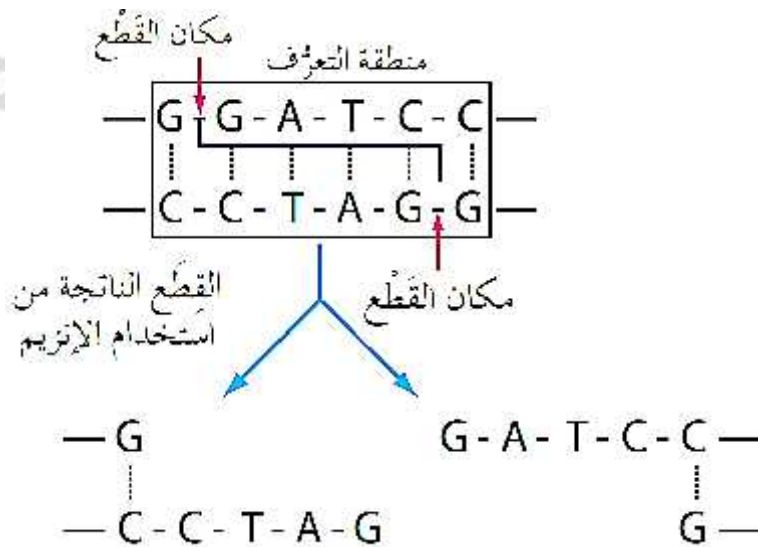


سلسلتا (DNA) بعد القطع: وظهور النهايات اللزجة

ينتج أيضاً من هذه الإنزيمات (القطع المحدد) سلاسل DNA تكون نهايتها غير لزجة، وتكون التحام هذه النهايات بسلاسل أخرى صعباً، مما يجعل استخدامها في مجال تكنولوجيا الجينات محدوداً.

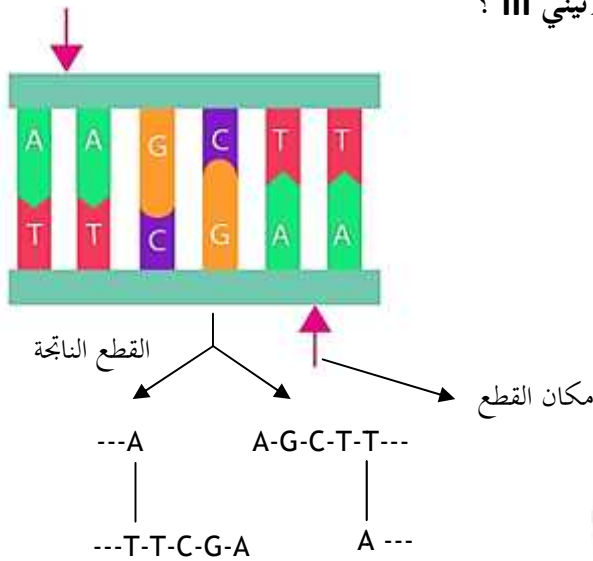
■ مثال صفحة ٥٣: إذا علمت أن أحد إنزيمات القطع يتعرف تسلسل النيوكليوتيدات (GGATCC)، ويقطع

سلسلة الـ DNA بين القاعدة النروجينية (G) والقاعدة النروجينية (G) المتماثلتين، فاكتب تسلسل النيوكليوتيدات في القطع الناتجة من استخدام هذا الإنزيم.



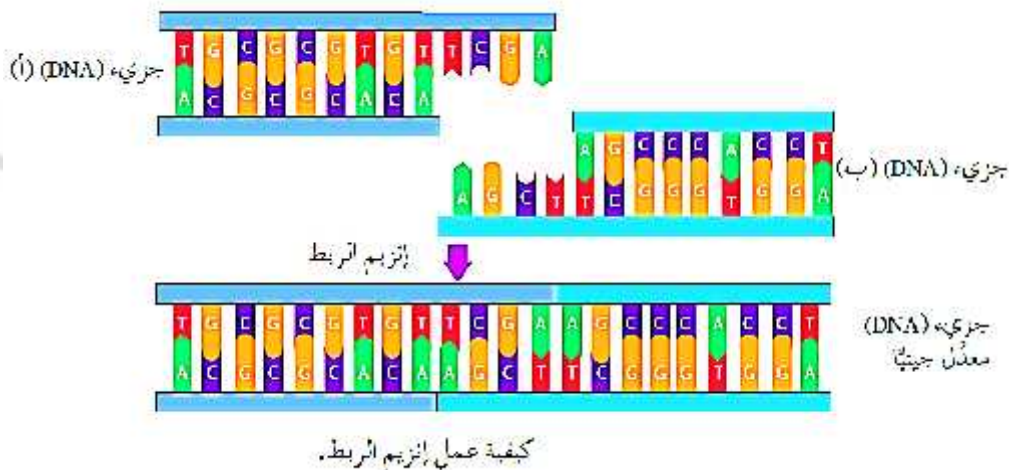
الفصل الثالث

١. ماذا يمثل كل من: الحرف (Hin) ، والرقم اللاتيني III ؟
٢. اكتب القطع الناتجة من استخدام هذا الإنزيم.



ب- إنزيمات الربط

وهي إنزيمات التي تستخدم في ربط سلسلتي DNA معاً، وتستخدم في تكنولوجيا الجينات لربط نهايتي جزيئي الـ DNA معاً ليتكون جزيء DNA واحد معدل جينياً. ويوضح الشكل التالي كيفية عمل إنزيم الربط.



الفصل الثالث

ج. إنزيم بلمرة الـ (DNA) المتحمل الحرارة .

١. يستخرج من البكتيريا التي تعيش في المياه الساخنة

٢. يستخدم في بناء سلسلة مكملية لسلسلة (DNA) الأصلية في تفاعلات إنزيم البلمرة المتسلسل.

يمكن استخدام قطع الـ DNA الناتجة من إنزيمات القطع المحدد في تطبيقات تكنولوجيات الجينات والتي يتطلب بعضها استخدام النواقل البيولوجية (نواقل الجينات).

٢. نواقل الجينات

■ سؤال: لماذا تستخدم نواقل الجينات؟

الإجابة:

نقل قطع الـ DNA الناتجة من إنزيمات القطع المحدد إلى الخلايا المستهدفة.

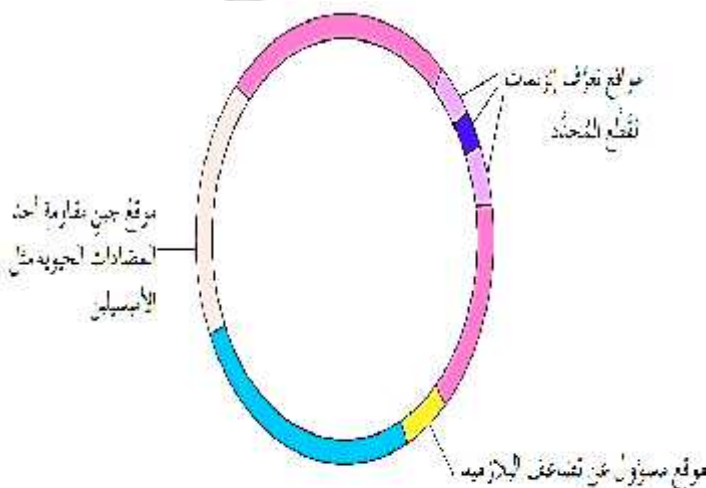
■ سؤال: ما هي الأمثلة على نواقل الجينات؟

الإجابة:

أ. البلازميدات ب. الفيروسات.

أ. البلازميدات

وهي عبارة عن ناقل جينات، وهو جزيء DNA حلقي يوجد في بعض سلالات البكتيريا، ويتميز بقدرته على التضاعف ذاتياً، ويعد أول النواقل المستخدمة في التعديل الجيني للبكتيريا.



مواقع في البازار ميد المامي يُستخدم نقل جينات.

الفصل الثالث

■ سؤال: ماذا يشترط في البلازميد المستخدم في نقل الجينات؟

■ الإجابة: توافر مواقع مهمة فيه.

■ سؤال: ما هي المواقع المهمة في البلازميد الذي يستخدم كناقل جينات؟

١. الموقع المسؤول عن تضاعف البلازميد

٢. مواقع تعرف إنزيمات القطع المحدد.

أهميتها: تتعرف هذه الإنزيمات تسلسل النيوكليوتيدات في هذه المواقع، فتقطع عندها لتضاف قطع DNA المرغوبة إلى البلازميد.

٣. الموقع الذي يحوي جين مقاومة نوع من المضادات الحيوية أو أكثر لتسهيل فصل البكتيريا التي تحوي هذا البلازميد المعدل جينياً.

ب. الفيروسات:

وكمثال عليها (الفيروس آكل البكتيريا)

■ سؤال: متى تستخدم الفيروسات كناقل جينات؟

الإجابة:

عندما تكون قطع DNA المراد نقلها كبيرة الحجم، وتتم كمايلي:

(١) يقطع جزء من الـ DNA المرغوبة مكانه.

(٢) تضاف قطعة الـ DNA المرغوبة بمكانها.

(٣) يستعان بإنزيمات القطع المحددة، وإنزيم ربط DNA في هذه العملية.

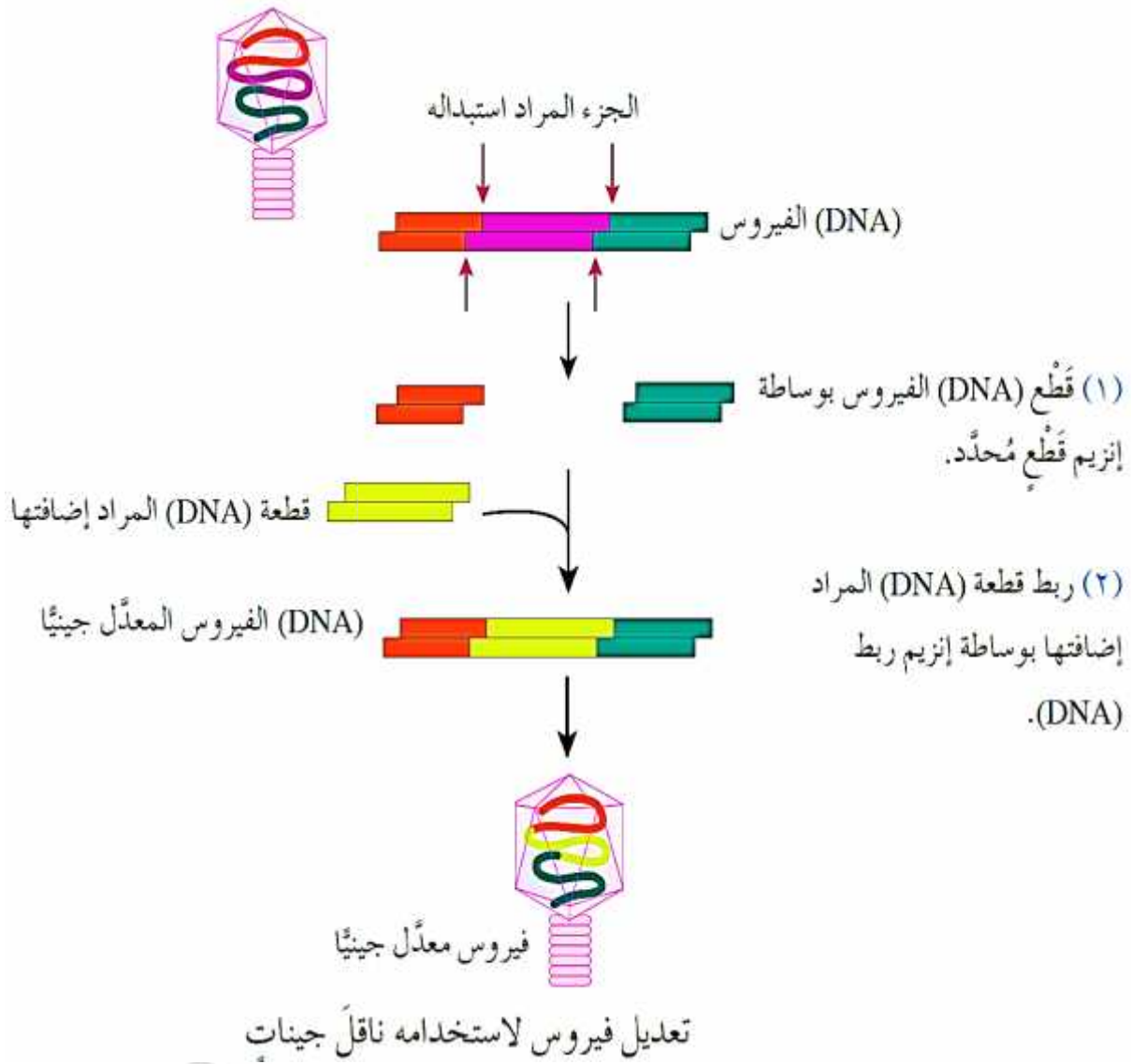
(٤) تدخل النواقل الجينية للخلايا الهدف لتعديلها جينياً، ويمكن تطبيق عملية التعديل الجيني على:

أ. خلايا الإنسان تخضع للمعالجة الجينية وخلايا النبات.

ب. خلايا حيوانية لتحسين صفاتها.

ج. خلايا بكتيرية يراد استخدامها في إنتاج مواد علاجية مثل (هرمون الإنسولين وهرمون النمو).

الفصل الثالث



الفصل الثالث

ثانياً: الطرائق المستخدمة في تكنولوجيا الجينات

تستخدم طرائق مخبرية عدة في إنتاج نسخ متعددة من الـ DNA، وفي فصل قطع الـ DNA عن بعضها مثل:

(١) تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل.

(٢) الفصل الكهربائي الهلامي.

(١) تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل (PCR):

١. اخترع هذه الطريقة العالم (كارى موليس). الذي نال جائزة نوبل عام ١٩٩٣م
٢. يستخدم فى إنتاج نسخ كثيرة من قطع الـ **DNA** خارج الخلية الحية باستخدام جهاز خاص.

■ سؤال: ماذا يستفاد من نسخ الـ DNA المنتجة من تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل؟

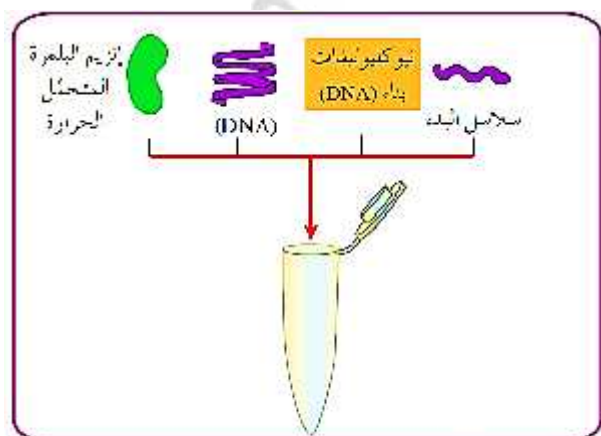
الإجابة:

- أ. تكثير جين معين مرغوب لإستخدامه في التعديل الجيني.
ب. تكثير عدد نسخ (DNA) لمسبب مرض ما.
ج. تشخيص بعض الاختلالات الوراثية.
د. تعرف بصمة الـ (DNA).

■ سؤال: ما أهمية تكثير عدد نسخ الـ DNA لمسبب مرض ما؟

الإجابة:

الكشف عن وجود مسببات الأمراض الفيروسية والبكتيرية في عينات المرضى.



المواد والأدوات اللازمة لتفاعل التزييم البصرة المتسلسل

■ سؤال: ما هي المواد والأدوات اللازمة لتفاعل إنزيم

البلمرة المتسلسل.

الإجابة:

- أ. عينة (DNA) المراد نسخها .
- ب. إنزيم بلمرة (DNA) المتحمل للحرارة
- ج. نيوكليوتيدات بناء الـ DNA.
- د. سلاسل البدء.

الفصل الثالث

■ سؤال: ما المقصود بسلاسل البدء؟

الإجابة:

سلاسل DNA أحادية قصيرة، ويكون تتابع النيوكليوتيدات فيها مكماً للنيوكليوتيدات في المنطقة التي يبدأ فيها نسخ الـ DNA

■ دورة تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل

١. توافر المواد الضرورية مثل: إنزيم بلمرة DNA المحتمل للحرارة وعينة DNA المراد نسخها ونيوكليوتيدات بناء (DNA) وسلاسل البدء، ونقلها إلى أنبوب خاص يوضع في جهاز تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل.

٢. تحدث تفاعلات على صورة دورات تستغرق مدداً زمنية قصيرة تتراوح بين ثوان ودقائق.

٣. كل خطوة من خطوات الدورة تحتاج إلى ضبط درجات الحرارة، حيث تعد الدقة في ضبط درجة الحرارة عاملاً أساسياً لإتمام كل خطوة من خطوات الدورة.

■ خطوات دوة تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل:

١. فصل سلسلتا ال DNA بتحطيم الروابط بينهما.

٢. ترتبط سلاسل البدء بمكملاتها.

٣. تبني سلسلتا الـ DNA جديدتان مكملتان للسلسلتين الأصليتين. فيتضاعف جزيء الـ DNA الأصلي.

٤. تكرر الدورة مرات عدة تصل إلى 35 دورة، وتكون جميع نسخ الـ DNA الناتجة من تفاعلات (PCR) نسخاً طبق الأصل عن جزيء الـ DNA الأصلي.

جزء (DNA)

الخطوة (١): تحطيم الروابط بين سلسلتى (DNA)

سلسلة باء

الخطوة (٢): ربط سلاسل البدء بمكملاتها.

ديوكايتيدات بناء (DNA)

الخطوة (٣): بناء سلسلتين مكملتين للسلاسل الأصلية.

جزء (DNA)

جزء (DNA)

٢) الفصل الكهربائي الهلامي للمادة الوراثية

أ. تستخدم هذه الطريقة في فصل قطع الـ DNA في عينة ما اعتماداً على حجمها.

ب. قطع ال DNA المشحونة بشحنة سالبة تتحرك نحو القطب الكهربائي الموجب

ج. تختلف المسافة التي تتحركها قطع الـ DNA في المادة الهلامية باختلاف حجم كل منها.

د. القطع الصغيرة تقطع مسافة أطول من القطع الكبيرة في المادة الهلامية خلال الوقت المستغرق نفسه، مما يعد أساساً لفصل مزيج من قطع الـ DNA.

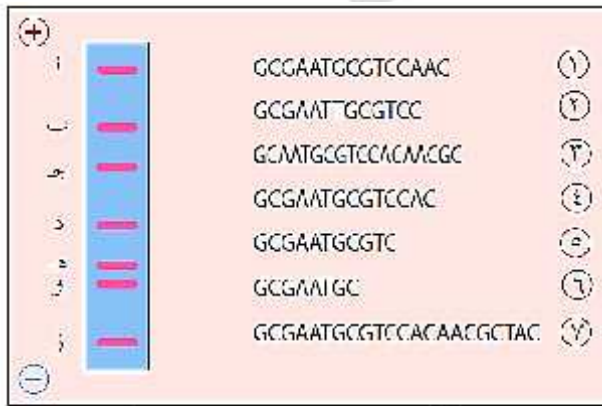
الفصل الثالث

خطوات الفصل الكهربائي الهلامي للمادة الوراثية

١. ملء الحفر الموجودة على طرف الهلام بمزيج من قطع الـ DNA المراد فصلها.
 ٢. وصل قطبي الجهاز بمصدر تيار كهربائي خاص به ومراعاة استمرار تأثير التيار مدة مناسبة.
 ٣. انتقال قطع الـ DNA باتجاه القطب الموجب بسرعة تتناسب عكسياً مع حجمها. (أي كلما كان حجم القطعة أقل كانت سرعتها أكبر).
 ٤. فصل التيار الكهربائي ثم وضع الصفيحة بما تحويه في محلول (صيغة خاصة) بجزئيات الـ DNA فترة قصيرة.
 ٥. نقل الصفيحة إلى جهاز آخر خاص مزود بمصدر للأشعة البنفسجية (UV).
 ٦. تظهر أشربة مصبوعة تختلف مواقعها على المادة الهلامية ويمثل كل شريط أحمر قطعة DNA.
 ٧. تقطع قطع الـ DNA المتطابقة في حجمها المسافة نفسها على المادة الهلامية.
- تستخدم هذه الطريقة في تكنولوجيا الجينات لتحديد بصمة الـ DNA

سؤال: يمثل الشكل التالي نتائج الفصل الكهربائي الهلامي لعدد من قطع الـ DNA المفردة:

- أ. أنسب كل قطعة DNA إلى الرمز الذي يمثلها على الشريط المرمز من (أ-ز).
- ب. ما الأساس الذي اعتمدت عليه في إجابتك؟



نتائج الفصل الكهربائي الهلامي لعدد من قطع الـ DNA

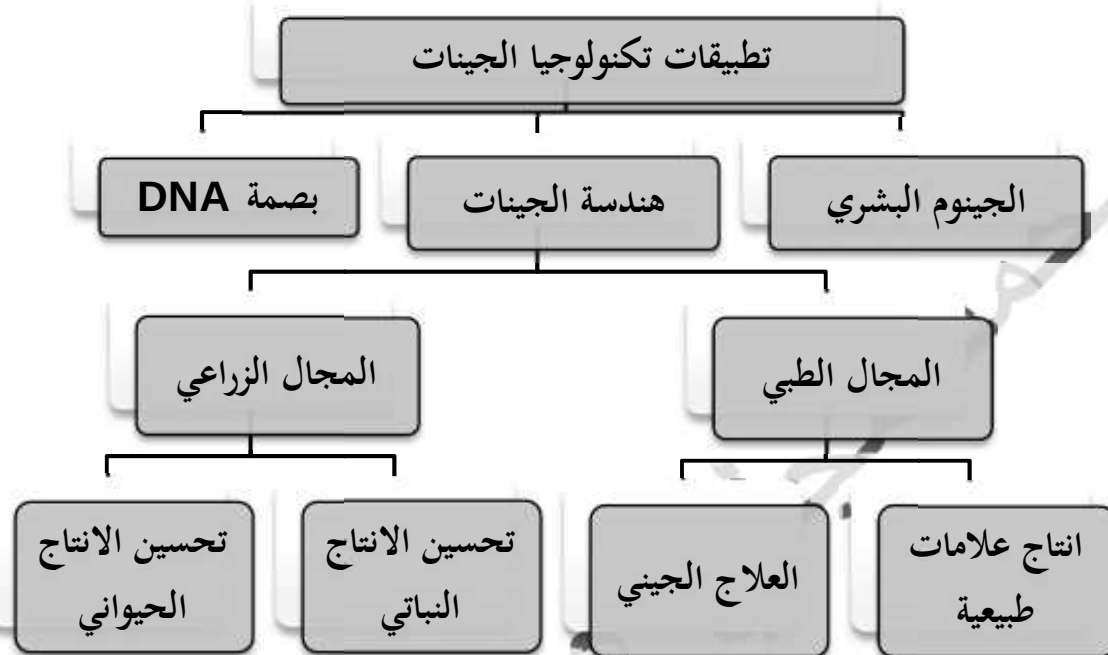
الإجابة:

- أ. 6
- ب. 5
- ج. 2
- د. 4
- هـ. 1
- و. 3
- ز. 7

بما أن العلاقة عكسية فالقطع الصغير تقطع مسافة أطول من القطع الكبيرة في الوقت المستغرق نفسه لذا تكون أقرب إلى القطب الموجب.

الفصل الثالث

ثالثاً: تطبيقات تكنولوجيا الجينات



١) الجينوم البشري

هو تسلسل النيوكليوتيدات الكامل في كل كروموسوم من كروموسومات الخلية البشرية الواحدة.

■ سؤال: ما هي فوائد مشروع الجينوم البشري؟

الإجابة:

تحديد مواقع جينات بعض الاختلالات الوراثية لمعالجتها.

درسٓت سابقاً أن كل خلية جسمیة فی الإنسان ثنائیة المجموعة الكروموسومیة تحتوي علی (46) كروموسوماً،

وكل كروموسوم يحمل مجموعة من الجينات، وكل جين يتكون من تسلسل محدد من النيوكليوتيدات، فما

تسلسل النيوكليوتيدات لكل جين من الجينات الموجودة على كل كروموسوم؟ ظهرت فكرة المشروع الجينوم

البشري عام ١٩٩٠م وتضافرت جهود في دول عدة لإتمام هذا المشروع وحيث دونت النتائج التي توصلوا إليها

تبعاً لقاعدة بيانات خاصة ثم نشرت نتائج المشروع نهائياً عام 2003م.

الفصل الثالث

٢) هندسة الجينات

وهي عملية تعديل تركيب الـ DNA لينتج DNA معدل جينياً، يستخدم في إنتاج كائنات حية معدلة جينياً ذات صفات مرغوبة.

■ سؤال: ما هي المجالات هندسة الجينات؟

الإجابة:

أ. المجال الطبي

١. انتاج علاجات طبية مثل: - الأنسولين - هرمون النمو

وهذه المواد يتم انتاجها للمرضى غير القادرين على انتاجها بالصورة الطبيعية.

٢. العلاج الجيني: من الأمراض التي تعالج جينياً:

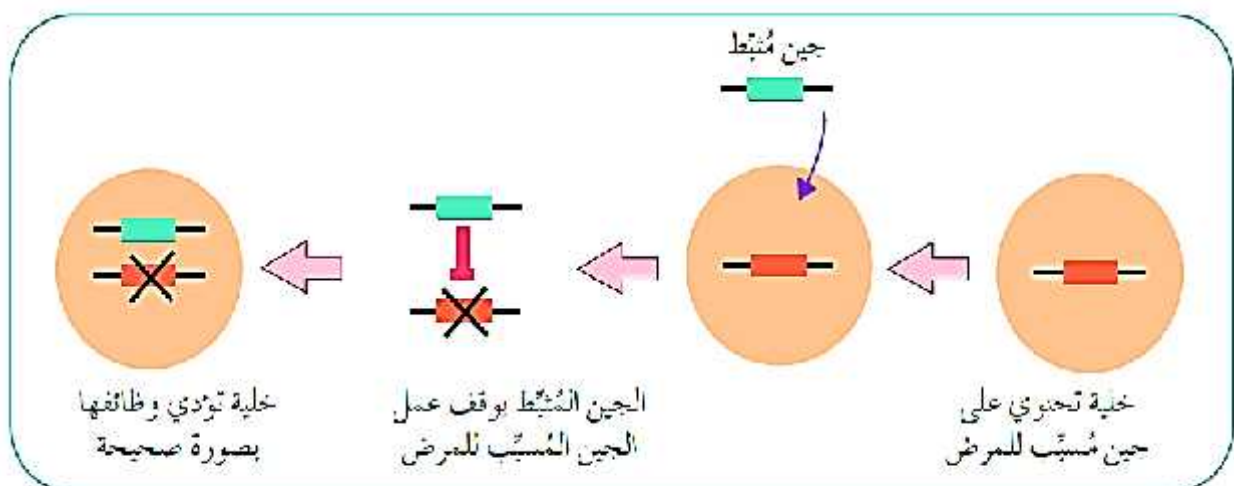
- مرض التليف الكيسي

- مرض نزف الدم

يتم العلاج الجيني بطريقتين:

١. تشييط الجين المسبب للمرض وإيقافه عن العمل

١١. إدخال الجينات السليمة عن طريق نواقل الجينات بحيث تنقل الجينات السليمة إلى الخلايا الجسمية أو الجاميتات أو البويضة المخصبة.



المعالجة الجينية بشيطة الجين المسبب للمرض

الفصل الثالث

ب. المجال الزراعي:

■ سؤال: أسباب نقص الغطاء النباتي والثروة الحيوانية

الإجابة:

أ. زيادة عدد السكان

ب. شح الموارد الطبيعية

ج. الزحف العمراني للمناطق الزراعية.

د. الرعي الجائر

هـ. الاستخدام المفرط للمبيدات الحشرية

■ تحسين الانتاج النباتي: تتم عن طريق:

إكساب النباتات صفات جديدة تمكنها من تحمل

الظروف البيئية القاسية.

■ خطوات هندسة الجينات في النباتات:

أ. نقل جينات إليها لتجعلها مقاومة للحشرات والأمراض

والمملوحة والجفاف.

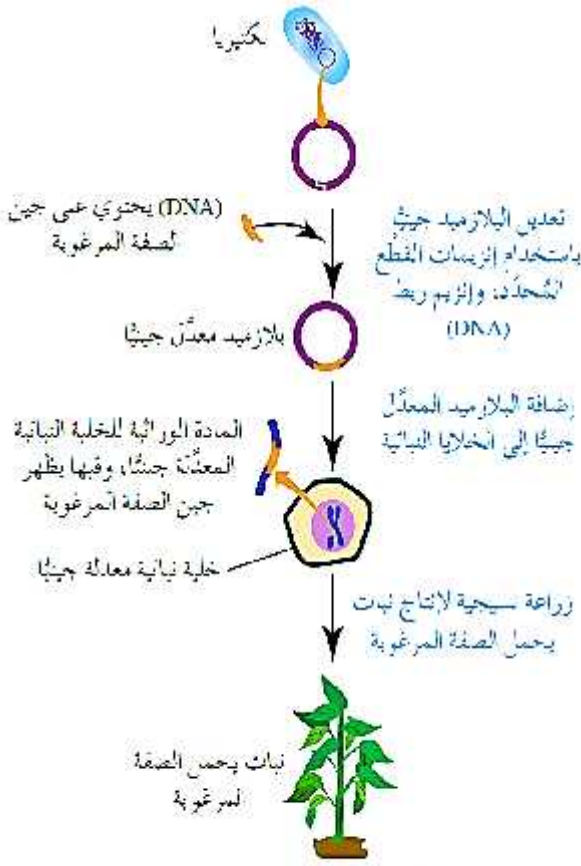
ب. يستخلص البلازميد من البكتيريا ويعدل جينياً.

ج. يضاف البلازميد المعدل جينياً إلى الخلية النباتية المستهدفة.

د. يكتسب النبات الصفات الجديدة

■ تحسين الإنتاج الحيواني: وتتم عن طريق:

تعديل صفات الحيوانات لإنتاج جيل جديد من الحيوانات المعدلة جينياً تحمل الصفات المرغوبة.



ملخص خطوات هندسة الجينات في النبات.

الفصل الثالث

■ أمثلة على تحسين الإنتاج الحيواني:

١. نقل الجين المسؤول عن تكوين هرمون النمو في أحد أنواع الأسماك إلى بويضة نوع آخر منها: حيث تكون الأسماك المعدلة جينياً كميات كبيرة من هرمون النمو استجابة لتعليمات الجين الموجود عندها أصلاً إضافة إلى تعليمات الجين المضاف إليها مما يسبب في زيادة نموها.

٢. زيادة مقاومة الأمراض.

٣. زيادة انتاجها للحليب والبيض.

٣) بصفة DNA

هو تطبيق يستخدم في معرفة تسلسل النيوكليوتيدات لدى الأشخاص في مناطق محددة من الجين، حيث يكون لكل شخص تسلسل معين من النيوكليوتيدات.

■ سؤال: ما هي مصدر الخلايا التي يستخلص منها الحمض النووي DNA لتحديد بصمة DNA؟

الإجابة:

الدم - الجلد - اللعاب - البول - الأسنان - العظام - العضلات - السائل المنوي - بصيلات الشعر - الأنسجة الطلائية

■ سؤال: ماهي المواد والأدوات المستخدمة لتحديد بصمة DNA؟

الإجابة:

أ. إنزيمات القطع المحدد.

ب. تقنية الفصل الكهربائي الهلامي.

ج. تفاعل إنزيم البلمرة المتسلسل.

■ سؤال: ما هي الاستخدامات الحالية لبصمة DNA؟

أ. الفصل في قضايا إثبات النسب. ب. التوصل إلى الجناة في حالات الجريمة.

الفصل الثالث

- سؤال: من أين يتم جمع العينات التي تستخدم في بصمة DNA؟

الإجابة

أ. مسرح الجريمة.

ب. المشتبه فيهم في حالة الجرائم.

ج. الطفل والأبوين في حالة إثبات النسب.

- سؤال: ما الإجراءات المتبعة بعد عمل بصمة DNA ؟

الإجابة

مقارنة نتائج العينات المفحوصة بعينات المشتبه فيهم للتوصل إلى الجناة في حالات الجريمة، أو بعينات الأبناء للفصل في قضايا إثبات النسب.

رابعاً: الأبعاد الأخلاقية لتطبيقات تكنولوجيا حيات الجينات ومحاذير استخدامها

- سؤال: ما هي المخاوف والمحاذير والآثار السلبية من إساءة استخدام تكنولوجيا الجينات؟

الإجابة:

١. تأثير الجين المنقول إلى الخلية في عمل الجينات الأخرى.

مثال على ذلك: تأثير الجين المنقول في جين مسؤول عن منع حدوث أورام وفقدته القدرة على العمل، فإن الأورام ستتنتشر في جسم الشخص المنقول إليه الجين.

٢. تأثير نواقل الجينات على جهاز المناعة.

مثال على ذلك: استجابة جهاز المناعة لدخول هذه الكائنات الحية (الفيروس المعدل جينياً) ويهاجمها فلا يستفيد المريض من المعالجة الجينية.

٣. تحول هدف التعديل الجيني للخلية البشرية من المعالجة الجينية للتخلص من الأمراض إلى تعديل الصفات الشكلية الطبيعية.

مثال على ذلك: لون البشرة ولون العيون.

٤. إنتاج كائنات حية تؤثر على الاتزان البيئي والسلاسل الغذائية.

الفصل الثالث