مذكرة تقنيات حديثة في علم الوراثة

اعداد الاستاذة : اسراء الدباغ

علم الوراثة التطبيقي

القسم (1)

للصف :الثاني عشر العام

ملخص واسئلة اثرائية و حلول كتاب الطالب

الانتخاب الصناعي :عملية يتم خلالها اختيار الصفات المرغوبة لنباتات وحيوانات معينة ونقلها الى الأجيال المقبلة .من خلال عمليتي التهجين والتزاوج الداخلي يتم نقل الصفات المرغوبة للأجيال القادمة .

مقارنة صفات الكلاب :

البيغل	الهاسكي	الجيرمان شيبرد
كلب بوليسي	كلب جر زلاجات	كلب خدمة
حاسة شم قوية	عداءة قوية التحمل	قابلة للتدريب
الانواع الثلاثة من الكلاب تتمتع ببنية عضلية قوية		

- منذ القدم يستولد البشر الحيوانات التي تتميز بصفات معينة للحصول على نسل يحمل صفات مرغوبة
- تستولد النباتات لانتاج ثمار اكبر حجما و فترات نمو اقصر

التهجين	التزاوج الداخلي
• تزاوج كائنات حية لها اشكال مختلفة من صفة ما لانتاج افراد جيل تحمل صفات معينة . • يتم اجرائه : عن طريق اختيار صفات ستعطي الكائنات الهجينة ميزة تنافسية . • مثل :مزاوجة صنفين مختلفين من نبات طماطم لانتاج هجين يحمل صفة مقاومة الامراض من احد الابوين والنمو السريع من الاخر • ميزاته في الحصول على : 1- نسل اكثر مقاومة للامراض 2- اكثر قدرة على الانجاب 3- اسرع نموا 4- كائنات ذات قيمة غذائية اعلى 5- كائنات اكثر قدرة على التكيف مع التغيرات البيئية	• العملية التي تستولد فيها كائنات حية متماثلة جينيا بهدف التخلص من الصفات غير المرغوبة ونقل الصفات المرغوبة الى الأجيال القادمة . • ميزاته : الحفاظ على السلالات النقية عن طريق التربية الداخلية مثل : خيول كلايدزديل وبقر انغس مميزات خيول كلايدزديل : 1- بنية قوية 2- الرشاقة 3- الطبيعة المطيعة • عيوب التزاوج الداخلي : 1- انتقال الصفات المتنحية الضارة الى الأجيال القادمة . 2- انتاج نسل متماثل الجينات اذا كان

israa aldabbagh

• عيوبه : 1- مكلف 2- يستغرق وقتا طويلا مثلا (استغرق الامر ثلاثة عقود للتوصل الى أصناف هجينة من الرز تنتج كميات اكبر من المحاصيل) • المزايا تفوق العيوب	الابوان متنحيان فستورث الصفة الضارة للابناء.

علل : مزايا التهجين تفوق عيوبه

لانه ينتج كائنات حية ذات قيمة غذائية اعلى واكثر قدرة على التكيف مع اشكال التغيرات البيئية .

علل :بدا مربو الخيول بتربية خيول كلايدزديل منذ مئات السنين

لانها تتمتع بالبنية القوية والرشاقة والطبيعة المطيعة .

التلقيح الاختباري :

يتحدد الطراز الجيني بدقة للصفة السائدة عن طريق اجراء التلقيح الاختباري

طريقة اجرائه :تزاوج بين كائن يحمل صفة سائدة غير معروف الطراز الجيني مع كائن اخر له طراز جيني متنح متماثل الجينات للصفة المرغوبة .

عند اجراء التزاوج بين الفرد السائد المجهول الطراز الجيني مع المتنحي سيكون هناك احتمالان :

مثال :أراد احد المربين انتاج ثمار جريب فروت هجينة بيضاء (اللون الأبيض سائد والاحمر متنحي)

التزاوج سيكون بين الأبيض المجهول و الأحمر المتنحي

اذا كان النبات الأبيض نقي :

p: ww X WW

التركيب الظاهري :

سيكون الجيل الأول كله يحمل الصفة السائدة (ابيض)

التركيب الجيني : Ww

	W	W
w	Ww	Ww
w	Ww	Ww

اذا كان النبات هجين :

p: ww X Ww

التركيب الظاهري :

50% ابيض - 50% احمر

التركيب الجيني :

ww 50%- Ww 50%

	W	w
w	Ww	ww
w	Ww	ww

israa aldabbagh

القسم (2 تكنلوجيا الحمض النووي)

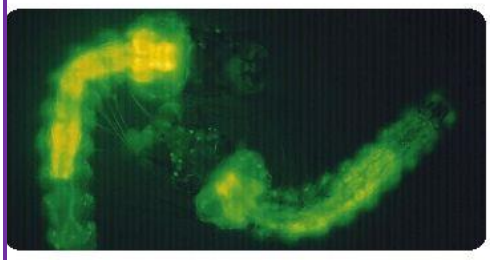
- يدمج العلماء DNA من عدة كائنات لانتاج كائن حي يحمي صفات فريدة .

هندسة الجينات :

- عام 1970 حدد العلماء تركيب DNA (يتالف من وحدات بنائية تسمى نيوكليوتيدات) وحددوا المبدا المركزي والذي ينص على ان :

DNA ~~تدفق المعلومات~~ RNA ← البروتين

- أراد العلماء معرفة وظيفة كل جين في الخلايا .
- هندسة الجينات :تكنلوجيا تنطوي على التحكم بالحمض النووي لكائن حي من اجل إضافة حمض نووي دخيل (حمض نووي عائد الى كائن حي اخر)
- مثال :ادخل الباحثون جين بروتين الفلوي الأخضر (GFP)في كائنات حية مختلفة
- هناك كائنات حية معدلة وراثيا مثل يرقات البعوض تم لصق البروتينات الفلورية الخضراء بالDNA الدخيل و للتحقق من إدخاله يتم تعريض البعوض للاشعة فوق البنفسجية فيضئ البروتين الفلوري .
- البروتين الأخضر الفلوري :مادة موجودة طبيعيا في السمك الهلامي الذي يعيش شمال المحيط الهادي
- تستخدم الكائنات المعدلة وراثيا في :
  1- دراسة تعبير جين معين
  2- التحقيق في العمليات الخلوية
  3- دراسة تطور مرض معين
  4- انتقاء صفات وراثية قد تكون مفيدة للبشر



يرقات بعوض معدلة وراثيا

151 DNA

أدوات الحمض النووي :

- يمكن استخدام هندسة الجينات :
  1- لزيادة او تقليل تعبير جينات معينة في كائنات حية منتقاة
  2- يستخدم في مجال صحة الانسان والزراعة
- الجينوم :هو اجمالي الحمض النووي DNA الموجود في نواة كل خلية
- جينوم الانسان يحتوي على ملايين النيوكليوتيدات .

أدوات وعمليات الحمض النووي :

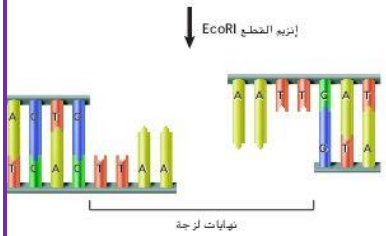
1- انزيمات القطع	3-DNA معاد التركيب	5-ترتيب تسلسل DNA
2- الرحلان الهلامي الكهربائي	4-استنساخ الجينات	6-تفاعل البلمرة المتسلسل

انزيمات القطع :

انزيمات القطع : هي وسائل دفاعية قوية ضد الفيروسات والتي تتعرف على تسلسلات حمض نووي معينة وتتصل بها وتقطع DNA داخل ذلك التسلسل .

يقطع انزيم القطع (النيوكلياز الداخلي) الحمض النووي الفيروسي الى أجزاء بعد ان يدخل الى البكتريا
هناك المئات من انزيمات القطع
تستخدم انزيمات القطع في :
1- أدوات قوية لفصل الجينات
2- مناطق معينة من الجينوم

- الأجزاء المقطعة من DNA فريدة لدى كل شخص واحجامها مختلفة



الشكل 4 يمكن قطع الحمض النووي الذي يحتوي على التسلسل GAATTC بواسطة إنزيم القطع EcoRI لإنشاء نهايات لزجة.

452 الوحدة 16 • علم الوراثة والتقنيات الحيوية

ECORI انزيم قطع اللولب المزدوج:

هو احد الانزيمات التي يستخدمها العلماء على نطاق واسع
يقطع الانزيم التتابع GAATTC على وجه التحديد

israa aldabash

- ملاحظة للاطلاع فقط والفهم (الحروف A,T,G,C هي عبارة عن القواعد النتروجينية لنيوكليوتيدات DNA) النيوكليوتيدات هي الوحدات البنائية للاحماض النووية) بما ان DNA شريط مزدوج فان القواعد النتروجينية تزودج وفق القانون التالي A=T و G=C الحرف A يشير الى القاعدة ادنين و T ثايمين و G جوانين و C سايتوسين .
- النهايات اللزجة :نهايات أجزاء الحمض النووي الناتجة عن الانزيم ECORI وهي تحتوي على حمض نووي احادي الشريط المكمل .

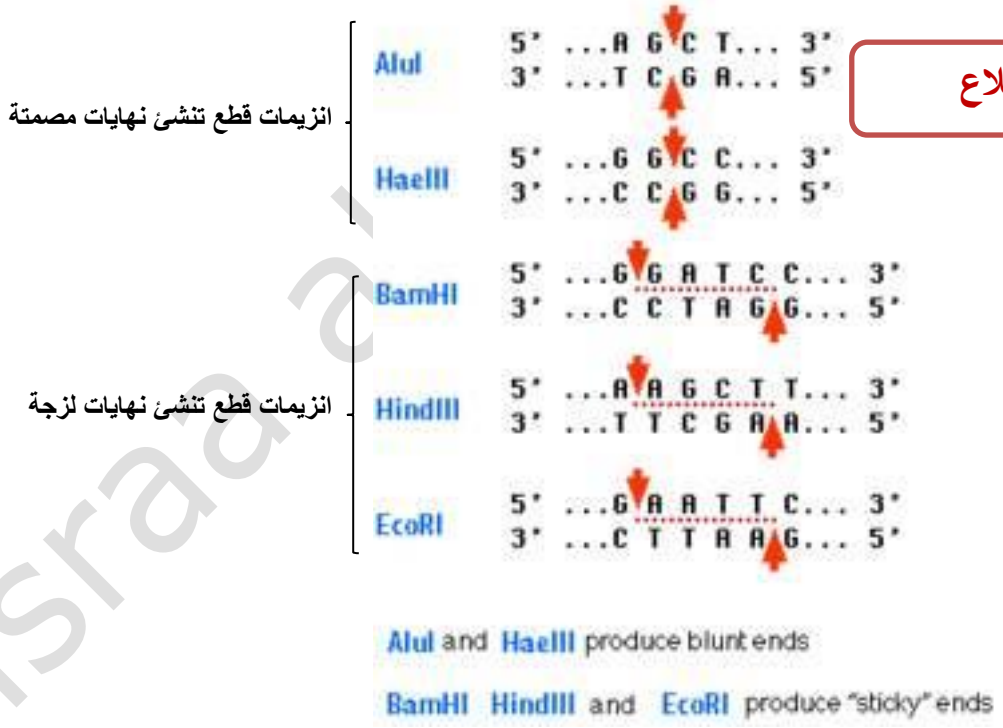
G A A T T C
C T T A A G

- علل :النهايات اللزجة مهمة جدا ؟
لانه يمكن دمج هذه النهايات اللزجة مع أجزاء حمض نووي أخرى لها نهايات لزجة مكملة .
- علل : تسمى نهايات أجزاء الحمض النووي المقطع لزجة ؟
لاحتوائها على الحمض النووي احادي الشريط المكمل

أنواع الانزيمات المقطعة :

1- انزيمات تنشئ نهايات لزجة مثل :ECORI وتحتوي على DNA احادي الشريط والذي يندمج مع DNA احادي الشريط المكمل
2- انزيمات تنشئ نهايات مصمتة :يقطع الانزيم الشريطين بشكل مباشر ولاتحتوي النهايات المصمتة على مناطق حمض نووي احادي الشريط وتستطيع ان تلتحم بحمض نووي اخر له نهاية مصمتة .

للاطلاع



الفصل الكهربائي الهلامي :

هي تقنية استخدام تيار كهربائي لفصل أجزاء الحمض النووي وفقا لاحجام الأجزاء

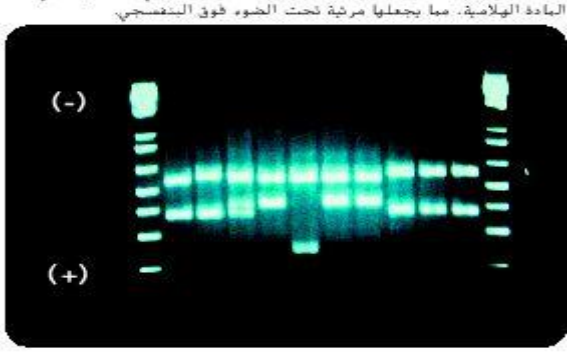
الخطوات :

1- تعبا أجزاء الحمض النووي في الطرف ذي الشحنة السالبة
2- تتحرك أجزاء الحمض النووي باتجاه الطرف الموجب للمادة الهلامية عن تشغيل تيار كهربائي
3- الأجزاء الصغيرة تتحرك اسرع من الكبيرة ونحصل على نمط فريد من قطع DNA

الفائدة :* نقارن النمط الفريد باجزاء معروفة من الحمض النووي
*يمكن إزالة أجزاء المادة الهلامية التي تحتوي على كل شريط لاجراء مزيد من الدراسة عليها

israa a. bagh

تعبئة المادة الهلامية يتم إسقاط محلول يحتوي على الحمض النووي (DNA) في ثقوب عند أحد طرفي المادة الهلامية باستخدام القطارة.



نمط الأجزاء يلتصق محلول دلوين بأجزاء الحمض النووي المفصولة في المادة الهلامية. مما يجعلها مرئية تحت الضوء فوق البنفسجي.

تكنلوجيا الحمض النووي DNA معاد التركيب :

الحمض النووي معاد التركيب دمج جزئ الحمض النووي من كائن حي والحمض النووي من مصادر أخرى(من كائنات اخرى)

علل : أسهمت تكنلوجيا الحمض النووي معاد التركيب في تطوير طريقة دراسة العلماء للحمض النووي

لانها تتيح إمكانية دراسة الجينات الفردية

- **يتم الحصول على أجزاء من الحمض النووي من خلال عملية الفصل الكهربائي الهلامي ومن ثم دمجها مع أجزاء أخرى**
- **المتجه :هو ناقل ينقل الحمض النووي معاد التركيب الى خلية بكتيرية تسمى الخلية المضيفة .**

من اشهر المتجهات :

1- **البلازميدات : هي جزيئات دائرية صغيرة من الحمض النووي ثنائي الشرائط تتواجد طبيعيا في البكتريا وخلايا الخميرة .**
2- **الفيروسات**

- **علل :تستخدم البلازميدات كمتجهات**

بسبب إمكانية قطعها عن طريق انزيمات القطع

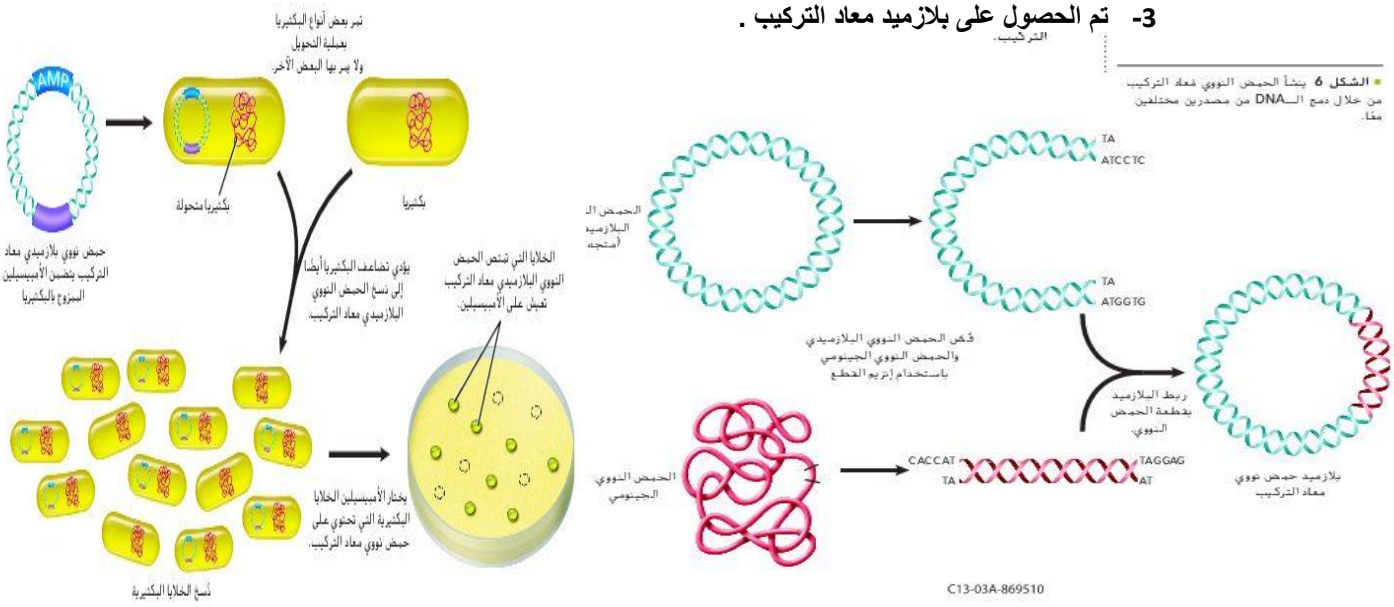
علل : لماذا يقطع البلازميد والحمض النووى الماخوذمن جينوم اخر بواسطة نفس انزيم القطع

للحصول على نهايات لزجة مكملة لبعضها وقابلة للدمج .

- **انزيم ربط الحمض النووي :هوانزيم يتواجد في الخلايا ويستخدم في اصلاح DNA ومضاعفته وهو يربط جزاي الحمض النووي كيميائيا حيث يربط ال DNA ذو النهايات اللزجة مع بعضها و الأجزاء ذات النهايات المصمتة مع بعضها**

خطوات الحصول على DNA معاد التركيب :

1- **قص الحمض النووي البلازميدي والحمض النووي الجينومي باستخدام انزيم القطع .**
2- **ربط البلازميد بقطعة DNA .**
3- **تم الحصول على بلازميد معاد التركيب .**



الشكل 6 ينشأ الحمض النووي لمعاد التركيب من خلال دمج الـDNA من مصدرين مختلفين معًا.

استنساخ الجينات :

- لماذا تمزج الخلايا البكتيرية مع بلازميد الحمض النووي معاد التركيب ؟
- لانتاج كميات كبيرة من بلازميد الحمض النووي معاد التركيب وتمتصه من خلال عملية التحويل .
- التحويل :عملية تحول الخلايا البكتيرية باستخدام نبض كهربائي او حرارة حيث تؤدي نبضة كهربائية قصيرة او ارتفاع في الحرارة الى حدوث فتحات مؤقتة في الغشاء البلازمي للبكتريا ومن ثم نستطيع ادخال البلازميد معاد التركيب .
- تصنع البكتريا نسخا من الحمض النووي معاد التركيب كلما تضاعفت وبالتالي نحصل على عدة نسخ من DNA المدخل .
- الاستنساخ :هي عملية صنع البكتريا لعدة نسخ من DNA المدخل فيها عبر عملية التضاعف .
- يحتوي البلازميد على جين مقاومة المضاد الحيوي الامبسلين AMP (علل) : يستخدمه العلماء للتمييز بين الخلايا التي امتصت البلازميد معاد التركيب والتي لم تمتصه حيث عند تعريض البكتريا للمضاد الحيوي الامبسلين تموت اللي لم تمتص البلازميد وتبقى الخلايا اللي امتصت البلازميد لوجود جين مقاومة المضاد الحيوي .

ترتيب تسلسل DNA :

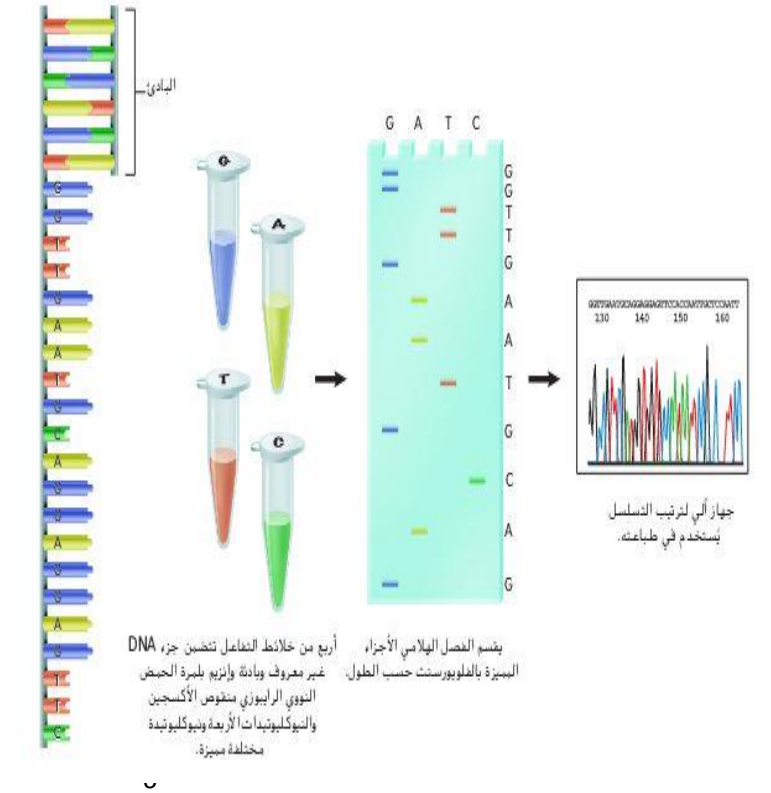
- ما هي أهمية معرفة تسلسل DNA للكائنات الحية او جزء DNA مستنسخ :
  1- يزود العلماء بمعلومات قيمة لاجراء مزيد من الدراسات
  2- تحديد وظيفة جين ومقارنة الجينات بتسلسلات مماثلة لكائنات أخرى
  3- تحديد الطفرات او الاخطاء في تسلسل DNA .

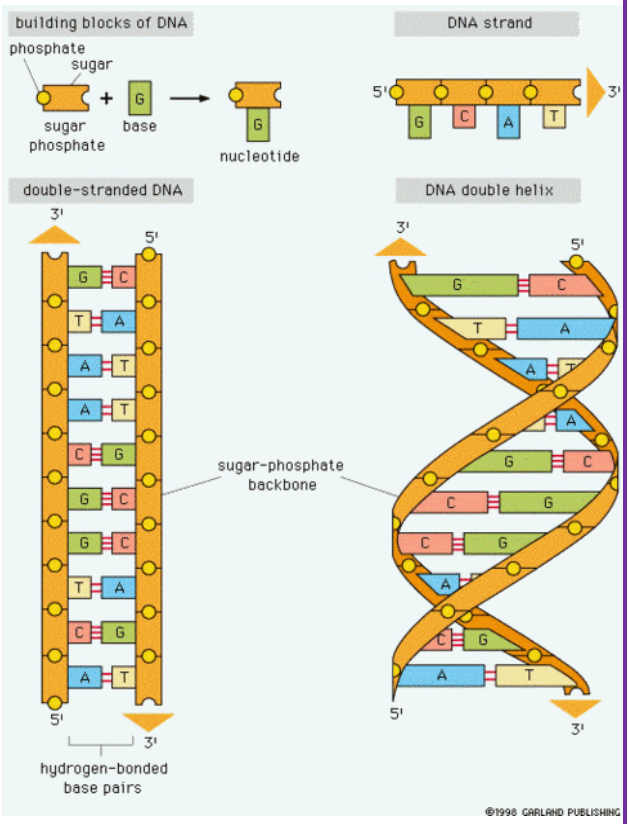
(مراجعة تركيب DNA وهي غير داخلة في المنهج هي للتوضيح فقط)

يتكون DNA من شريط مزدوج كل شريط يتكون من الاف الوحدات البنائية المسماة بالنيوكليوتيدات ,كل نيوكليوتيد يتكون من 3 أجزاء وهي سكر الرايبوز منقوص الاوكسجين ومجموعة فوسفاتية و قاعدة نتروجينية (القواعد النتروجينية هي أربعة كالتالي : A ادنين –T ثايمين –G جوانين –C سايتوسين)

وهي ترتبط بشكل متقابل يعني القاعدة ادنين A في سلسلة DNA ترتبط بالقاعدة T في سلسلة DNA الأخرى

و C ترتبط ب Gفي الجهة الأخرى :





الخطوات :

1- قطع جزيئات DNA المستخدمة في ترتيب تسلسل التفاعلات الى أجزاء اصغر باستخدام انزيم القطع
2- يخلط العلماء DNA غير معروف مع انزيم بلمرة DNA (انزيم يضاعف DNA في الخلايا) والنيوكليوتيدات الأربعة (A,T,G,C)
3- يتم تلوين كل نيوكليوتيد بلون مختلف من صبغة فلورسنت في الشريط المصنع حديثا .
4- كلما دمج نيوكليوتيد معدل ملون بالفلورسنت توقف التفاعل ونجم عن ذلك اشرطة حمض نووي باطوال مختلفة .
5- تنفصل أجزاء DNA الملونة عن طريق الفصل الكهربائي الهلامي
6- تحليل المادة الهلامية في جهاز تلقائي لترتيب تسلسل DNA باكتشاف لون كل نيوكليوتيد مميز .
7- يحدد تسلسل DNA الأصلي من خلال ترتيب الأجزاء المميزة .

تفاعل البلمرة المتسلسل :

يستخدم لانتاج ملايين النسخ من منطقة محددة في جزء الحمض النووي وهو شديد الحساسية وقادر على اكتشاف جزئ واحد للحمض النووي DNA في عينة ما .

علل : التفاعل المتسلسل مفيد جدا ؟

لانه يمكن بعد ذلك نسخ هذا الجزئ الواحد من DNA او تضخيمه عدة مرات لاستخدامه في تحليل DNA .

الخطوات :

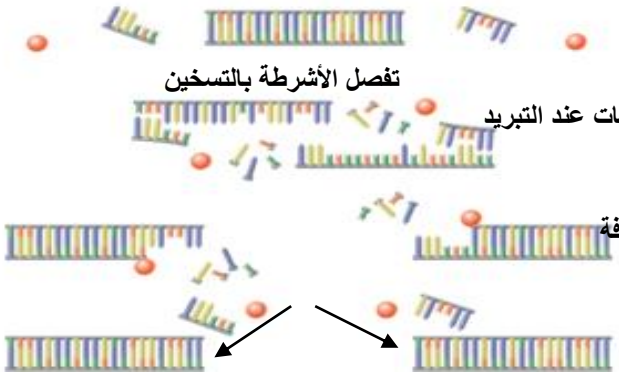
1- وضع (DNA مراد نسخه وانزيم البلمرة والنيوكليوتيدات الأربعة والبادئتين في أنبوب)
2- يسخن الانبوب وتفصل الحرارة شريطي DNA ويبرد الانبوب فترتبط البادئات ,يستخدم جهاز الي يسمى مبدل درجات الحرارة لتدوير الانبوب الذي يحتوي كل المكونات التي تدخل في التفاعل وتكون درجات الحرارة مرتفعة ومنخفضة
3- ترتبط البادئات بشريط واحد DNA ويدمج انزيم بلمرة DNA النيوكليوتيدات الصحيحة بين البادئتين .تكرر عملية التسخين والتبريد ودمج النيوكليونيدات من 40-20 مرة مما يؤدي الى انتج ملايين النسخ من الجزء الأصلي .

علل :يعزل انزيم بلمرة DNA من بكتريا حرارية (البكتريا القديمة)والتي تعيش في درجات حرارية عالية مثل الينابيع الساخنة ؟

لان فصل اشرطة DNA يتطلب حرارة ولهذا يجي ان يكون الانزيم قادرا على تحمل درجات الحرارة العالية جدا

- يعتبر التفاعل المتسلسل من احد اقوى الطرق التي تستخدم في :
  1- في المختبرات
  2- يستخدم في الطب الشرعي لتحديد هوية المشتبه بهم والضحايا في التحقيقات الجنائية
  3- يستعين به الأطباء للكشف عن الامراض المعدية مثل الايدز

- البادئات : هي DNA احادي الشريط قصير والبادئة مكملة لنهايات جزء DNA التي سيتم نسخها واستخدامها كنقطة بداية لتصنيع DNA



israa algabagh

التقنيات الحيوية :

الكائنات الحية المعدلة وراثيا :الكائنات الحية التي ادخل فيها جين من كائن حي اخر .

وتشمل :

1- الحيوانات المعدلة وراثيا 2-النباتات المعدلة وراثيا 3- البكتريا المعدلة وراثيا

الحيوانات المعدلة وراثيا :

- لأغراض البحث البيولوجي في المختبرات مثل :الفئران وذبابات الفواكه ودودة الربداء الرشيقة وتسمى سي اليجانس في مختبرات البحث لدراسة الامراض وتطوير وسائل معالجتها .

- تحسين امدادات الغذاء وصحة الانسان مثل :-الماشية المعدلة وراثيا - الماعز المعدل وراثيا لافراز مضاد الثرومبين الثالث والذي يستخدم لمنع تخثر الدم اثناء الجراحة

- انتاج ديوك رومية معدلة وراثيا تقاوم الامراض

- الأسماك تنمو اسرع

النباتات المعدلة وراثيا :

1- نباتات اكثر مقاومة للافات الحشرية او الفيروسية :مثل فول الصويا والذرة والكانولا المقاومة للمبيدات الحشرية ومبيدات الأعشاب والقطن المعدل وراثيا والذي يقاوم غزو الحشرات للوز القطن و نباتات فول سوداني وفول صويا لا تسبب ردود فعل تحسسية .
2- زراعة محاصيل لأغراض تجارية ويجري اختبارها ميدانيا :مثل البطاطا السكرية المقاومة لاحر أنواع الفيروسات ونبات الأرز الذي يحوي نسب مرتفعة من الحديد والفيتامينات والتي تقلل سوء التغذية في اسيا
3- المحاصيل المحتملة : ثمار الموز التي تنتج لقاحات لعلاج امراض معدية مثل التهاب الكبد الفيروسي ونباتات تنتج مواد بلاستيكية قابلة للتحلل الحيوي .

البكتريا المعدلة وراثيا :

1- تصنع الانسولين
2- هرمونات النمو
3- مواد تذيب تخثرات الدم
4- تبطئ البكتريا تكون بلورات الثلج على المحاصيل لحمايتها من التلف الناتج عن الصقيع
5- تنظيف الانسكابات النفطية بفعالية اكبر وتحليل النفايات

israa aldabbagh

الجينوم البشري :

هو المعلومات الوراثية الكاملة في خلية ما وهو مشروع دولي انجز في العام 2003

- **الهدف منه :تحديد تسلسل 3 مليار من النيوكليوتيدات التي تكون DNA البشري وتحديد كل الجينات البشرية**
- **تحليل البيانات لا يزال مستمرا لعدة عقود**
- **من اجل اكمال المهمة الكبيرة قام الباحثون بدراسة جينومات كائنات حية أخرى مثل :ذبابة الفاكهة والفار والاشريكية القولونية (بكتريا توجد في امعاء الانسان)**
- **لماذا درس العلماء جينومات لكائنات أخرى ؟**
من اجل تطوير التكنلوجيا اللازمة للتعامل مع كميات كبيرة من البيانات التي قدمها الجينوم البشري وتساعد أيضا في تفسير وظيفة الجينات البشرية المكتشفة حديثا .

ترتيب تسلسل الجينوم :

يتالف DNA البشري من 46 كروموسوم ولتحديد تسلسل واحد مستمر للجينوم البشري قام العلماء بالتالي :

1- **قطعت كل الكروموسومات البشرية البالغ عددها 46 بالعديد من انزيمات القطع لماذا ؟ :لانتاج أجزاء ذات تسلسلات متشابكة .**
2- **جمعت هذه الأجزاء بواسطة متجهات لانشاء حمض نووي معاد التركيب واستنسخت نسخ كثيرة منها**
3- **رتبت النسخ تسلسليا باستخدام أجهزة الية لترتيب التسلسل .**
4- **استخدمت أجهزة كمبيوتر في تحليل المناطق المتشابكة بهدف تكوين تسلسل واحد متواصل**

ملاحظات العلماء على الجينوم البشري :

1- **لاحظوا ان اقل من 2% من الجينوم البشري مسؤولة عن تشفير جميع البروتينات الموجودة في الجسم**
2- **الجينوم ملئ بامتدادات طويلة من تسلسلات متكررة ليس لها وظيفة مباشرة وتسمى (التسلسلات غير المشفرة)**

البصمة الوراثية :

- **تكون الامتدادات الطويلة لمناطق DNA غير المشفرة فريدة من نوعها لكل فرد**
- **المناطق المشفرة للبروتين تكون متطابقة تقريبا بين الافراد**
- **تقطع انزيمات القطع المناطق الفريدة من نوعها لكل فرد**
- **البصمة الوراثية :فصل أجزاء DNA باستخدام الرحلان الكهربي الهلامي لملاحظة أنماط الأشرطة الخاصة بكل شخص**
- **يستخدم العلماء في الطب الشرعي البصمة الوراثية :**
  1- **لتحديد هوية المشتبه بهم**
  2- **الضحايا في القضايا الجنائية**
  3- **اثبات النسب**
  4- **التعرف على الجنود الذين قتلوا في الحرب**

مثال : عينة ماخوذة من الشعر يستخدمها علماء الطب الشرعي لاكتشاف البصمة الوراثية .

1- **يستخدم التفاعل المتسلسل لانزيم البلمرة في نسخ الكمية الصغيرة من DNA لانشاء عينة كبيرة**
2- **يقطع DNA المضخم بانزيمات القطع**
3- **تفصل الأجزاء بواسطة الرحلان الكهربائي الهلامي**
4- **تقارن مع أجزاء DNA معروفة المصدر من الضحايا او المشتبه بهم**
5- **تحديد الأجزاء المتشابهه من القطع**

- **تستخدم بصمة DNA لادانة المجرمين والافراج عن الأبرياء الذين حبسوا ظلما**

israa alabbagh

تحديد الجينات :

- عندما يرتب الجينوم تسلسليا تكون الخطوة التالية هي تحديد الجينات ووظائفها
- يستخدم الباحثون تقنيات تجمع بين تحليل الكمبيوتر وتكنلوجيا DNA معاد التركيب لتحديد وظائف الجينات
- كيف حددت جينات الخميرة والبكتريا ؟

هذه الكائنات لا تحتوي على مناطق كبيرة من DNA غير المشفر فقد حدد الباحثون جيناتها من خلال فحص (قوالب القراءة المفتوحة ORFs).

ORFs :عبارة عن سلاسل dna تحتوي على 100 كودون على الأقل تبدا بكودون البدء وتنتهي بكودون الإيقاف وهي تفحص لتحديد ما اذا كان الجين ينتج بروتينات فاعلة .

- (مراجعة للاطلاع فقط وهي لغرض الفهم : عملية تصنيع البروتين تشمل مرحلتين الأولى تسمى النسخ و فيها يصنع الحمض النووي RNA من نسخ DNA لنفسه و يختلف RNA عن DNA في ان DNA شريط مزدوج وفيه اربع قواعد هي A,T,G,C اما RNA فهو شريط مفرد و فيه القاعدة U يوراسيل بدلا من T الثايمين في DNA بالإضافة الى القواعد الأخرى G,C,A و احد أنواع RNA هو mRNAالرسول و هو يحمل شفرات تصنيع البروتين بعملية الترجمة و تسلسل الاحماض الامينية (الوحدات البنائية للبروتين)و كل 3 قواعد تسمى :كودون والكودون يشير الى : بداية الترجمة مثل كودون البدء AUG وكودونات الإيقاف التي تشير الى نهاية عملية الترجمة وتصنيع البروتين وهي ثلاثة UGA,UAG,UAA و كودونات أخرى تشير الى احماض امينية) .
- حدد العلماء اكثر من 90% من الجينات الموجودة في الخميرة والبكتريا بشكل صحيح
- الكائنات الحية الأكثر تعقيدا مثل البشر يتطلب برامج كمبيوتر مطورة تسمى (الخوارزميات)تستخدم الخوارزميات معلومات مثل تسلسل جينومات كائنات حية أخرى لتحديد الجينات البشرية .

المعلوماتية الاحيائية :

ظهر مجال المعلوماتية الاحيائية نتيجة لمشروع الجينوم البشري وتسلسلات الكائنات الحية وبالتالي هناك كم هائل من البيانات الواجب تخزينها وتنظيمها وفهرستها

- المعلوماتية الاحيائية :انشاء قواعد بيانات من المعلومات البيولوجية والحفاظ عليها وتحليل المعلومات المتسلسلة والتي تتطلب إيجاد الجينات الموجودة في تسلسلات DNA العديد من الكائنات الحية وابتكار طرق جديدة لتوقع بنية البروتينات المكتشفة حديثا
- يقوم العلماء بدراسة تطور الجينات عن طريق تسلسلات البروتينات في مجموعات ومقارنتها ببروتينات مشابهة لكائنات حية مختلفة .

مصفوفات DNA الدقيقة :

هي شرائح مجهرية صغيرة او رقائق من السيليكون و تستخدم لتحليل الجينات للكائن الحي كم تحتوي صفيفات DNA على جينات مثل :

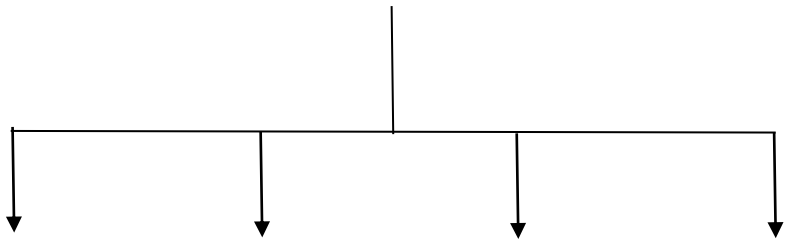
1- الجينات التي تنظم دورة الخلية
2- جميع جينات الجينوم البشري (ولهذا يمكن تخزين كمية كبيرة من المعلومات في رقاقة او شريحة واحدة صغيرة)– تساعد صفيفات DNA الباحثين في تحديد اذا التعبير عن جينات معينة يحدث نتيجة عوامل وراثية ام بيئية .

الخطوات :

1- يفصل mRNAمن جماعتين احيائيتين مختلفتين
2- تحول الى اشرطة DNA متمم باستخدام انزيم النسخ العكسي (انزيم النسخ العكسي هو انزيم يعكس عملية النسخ حيث ينتج DNA من RNA بينما العملية العادية للنسخ هي DNA ينسخ من نفسه RNA)
3- يميز كل DNA بصبغة فلورسنت محددة (الأحمر للخلايا السرطانية –والاخضر للخلايا الطبيعية)
4- تجمع مجموعتي DNA المتمم على شريحةالصفيف الدقيق وتوضع في حضانة

israa alkabbash

اذا كان اللون :



احمر	اخضر	اصفر	اسود
تعبير الجين اعلى في الخلايا السرطانية	تعبير الجين اعلى في الخلايا الطبيعية	يتطابق التعبير في الخلايا الطبيعية والسرطانية	لا يوجد تعبير في الخلايا الطبيعية والسرطانية ممكن ان التعبير الجيني في الجنين

علل :يستطيع الباحثون فحص التغيرات الموجودة في أنماط التعبير عن جينات متعددة في الوقت نفسه

لان شريحة واحدة من صفيف DNA دقيق يمكن ان تحوي الاف الجينات .

الجينوم والاضطرابات الجينية :

- **اكثر من 99% من كل تسلسلات قاعدة النيوكليوتيدات تتطابق تماما في جميع الأشخاص .**
- **تعددات اشكال النيوكليوتيد الفردية SNPs :هي تنوعات متواجدة في تسلسل DNA والتي تحدث عندما يتغير نيوكليوتيد واحد في الجينوم البشري وهو يحدث بنسبة 1% على الأقل في الجماعة الاحيائية .**
- **تعدد اشكال النيوكليوتيد الفردية قد :**
  1. **لاتؤثر على وظيفة الخلية**
  2. **تساعد في تحديد الجينات المرتبطة بالاضطرابات الجينية .**

مشروع هاب ماب :

- **تميل التنوعات الجينية التي تقع في مناطق متقاربة الى ان تكون موروثة معا .**
- **مشروع هاب ماب :المشروع الذي يبتكر دليل الأنماط الفردية المرتبطة بالجينوم البشري**
- **يجمع هاب ماب كل تعددات اشكال النيوكليوتيدات الفردية المتجاورة الموروثة معا في أنماط فردية**
- **يقسم الجينوم الى أنماط فردية وعند اكتماله سيصف المشروع :**
  1. **ماهية التنوعات**
  2. **اين تحدث في DNA**
  3. **كيفية توزيعها بين الأشخاص داخل الجماعات الاحيائية وبينها في انحاء العالم**
  4. **العثور على الجينات التي تسبب الامراض وتؤثر في استجابة الفرد للأدوية .**

علم الصيدلة الجيني

هو دراسة كيفية تاثير الوراثة الجينية في استجاب الجسم للأدوية

فوائده :

1. **تصميم جرعات اكثر دقة من الادوية تكون اكثر سلامة وملائمة للمرض**
2. **صناعة ادوية مخصصة لاحتياجات الافراد اعتمادا على تكويناتهم الجينية (علل):اذ يساهم وصف هذه الادوية وفق التكوين الجيني في زيادة السلامة والتعجيل بالشفاء وتقليل الاثار الجانبية**

israa aldabbagh

العلاج الجيني :

التقنية التي تهدف الى تصحيح الجينات المتحولة المسببة للامراض البشرية .

الخطوات

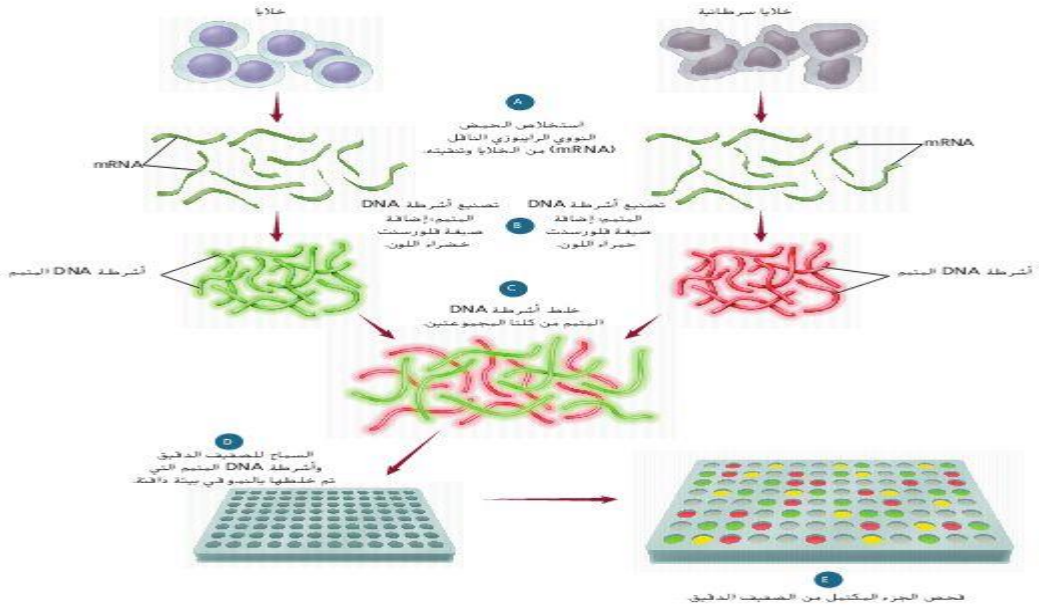
1- يتم ادخال جين طبيعي في الكروموسوم ليحل محل جين لايؤدي وظيفته
2- ينتج ادخال جين طبيعي في ناقل فيروسي (حمض نووي معاد التركيب)
3- تصاب الخلايا المستهدفة لدى المريض بالفيروس وتطلق DNA معاد التركيب في الخلايا المصابة
4- يترسب الجين الطبيعي في الخلايا ثم يدخل نفسه في الجينوم ويبدا بالقيام بوظيفته .

- أجريت اول تجربة للعلاج الجيني الاكلينيكي في المعاهد الوطنية لشؤون الصحة على طفل عمره اربع سنوات مصاب بنقص المناعة الحاد المشترك SCID
- تشمل تجارب العلاج الجيني التعامل مع مرض السكر والسرطان وامراض الشبكية وباركنسون

علم الجينوم والبروتيومات :

- علم الجينوم :هو دراسة جينومات الكائنات الحية
- يتحقق العلماء من البروتينات التي تنتجها الجينات بالإضافة الى كمية بيانات مكتسبة من تسلسل جينومات كائنات متنوعة .
- تعد الجينات وحدات تخزين المعلومات الأساسية اما البروتينات تعتبر محركات الخلية
- البروتيوميات :هي الدراسة واسعة النطاق وانشاء دليل لبنية البروتينات ووظائفها في الجسم البشري سوف تسمح بالنظر في مئات الاف البروتيومات في وقت واحد
- البروتيومات ستغير جذريا طريقة ابتكار ادوية جديدة لمعالجة الامراض مثل السكري من النوع 2 و السمنة وتصلب الشرايين .

وجه المقارنة	الصفة السائدة	الصفة المتنحية
ثمار الجريب فروت	الابيض	الأحمر
البرتقال	وجود البذور	عدم وجود البذور
القطط	اسود	ابيض



الأسئلة :

اختر الجواب الصحيح:

1- تمثل النسبة المئوية من الجينوم المسؤولة عن بناء البروتينات اقل من :
25%- 100%- 98%- 2%-

2- يتشكل DNA معاد التركيب من خلال دمج جزيئات DNA :
-من مصدرين مختلفين -بجزيئات RNA
-من كروموسومين للكائن الحي نفسه -بروتينات تعود لنوع كائن حي مختلف

3- تستخدم تقنية DNA في تطوير نباتات ذات محاصيل زراعية :
-مقاومة لبعض الامراض -اقل سمية للحشرات التي تتغذى عليها
-اكثر تاثيرا بمبيدات الحشرات -غير قادرة على تثبيت النتروجين في الجو

4- ان تحليل مصفوفات DNAالدقيقة أداة مهمة في :
-تحديد هوية شخص -تصبغ خلايا الورم لقتلها
-يمكنها ان تشفي من السرطان -تبين الجينات النشطة في خلية معينة

5- أي من التالي ليست من مشروع الجينوم البشري :
-تحديد تتابع نيوكليوتيدات الجينوم البشري ووظيفته -وضع خريطة لموقع جين على كل كروموسوم لدى الانسان
- الإجابة عن أسئلة حول تركيب الجينوم ووظيفته -انتاج افراد هجينة تحمل صفات وراثية مرغوب فيها

6- ان الكثير من المنتجات الصيدلانية التي تنتج بواسطة تقنيات DNA هي :
-كربوهيدرات -دهون -بروتينات -عديدات تسكر

7- أي من أنواع الكلاب التالية تتمتع ببنية عضلية قوية :
-الهاسكي -البيغل -جيرمان شيبرد -جميع ما سبق

8- ان اختيار الصفات المرغوبة لكائنات معينة ونقلها للأجيال القادمة يسمى :
-التزاوج الداخلي -التهجين -الانتخاب الصناعي -لاشى مما سبق

9- تستخدم كلاب الهاسكي :
-ككلاب بوليسية -جر زلاجات -كلاب خدمة -كل ما سبق

10- تستخدم كلاب الجيرمان شيبرد في أداء الخدمات الخاصة لانها :
-تمتلك حاسة شم قوية -عداءة قوية -قابلة للتدريب -كل ما سبق

11- ان من عيوب التهجين انه :
-مكلف ويستغرق طويلا -الحصول على نباتات مقاومة للامراض
-اكثر قدرة على الانجاب -اسرع نموا

12- تسمى العملية التي تستولد فيها كائنات حية متماثلة جينيا للتخلص من الصفات غير المرغوبة:
-الانتخاب الصناعي -التهجين -التزاوج الداخلي -التلقيح الاختباري

13- تسمى العملية التي يتم فيها مزاوجة كائن حي طرازه الجيني غير معروف مع اخر متنحي :
-الانتخاب الصناعي -التهجين -التزاوج الداخلي -التلقيح الاختباري

israaaldabbagh

14- ان الصفة السائدة في نبات الجريب فروت هي :

-الأبيض -البرتقالي -الأحمر -الأخضر

15- ان التقنية التي تنطوي على التحكم بالحمض لكائن حي من اجل إضافة حمض نووي دخيل ب:

-الفصل الهلامي -تحليل مصفوفات DNA -هندسة الجينات -لاشي مما سبق

16- بروتين موجود في السمك الهلامي الذي يعيش شمال المحيط الهادئ :

-الفلوري الأخضر -انزيمات مقطعة -البلازميد -المتجه

17- اجمالي الحمض النووي DNA الموجود في نواة كل خلية يسمى :

-الجين -الجينوم -انزيمات القطع -المتجه

18- ان النيوكلياز الداخلي هو :

-البروتين الفلوري الأخضر -انزيم القطع -البلازميد -الجينوم

19-احد اشهر انزيمات القطع هو الانزيم :

-ECORI -HIND3 -EAGL -Nsil

20- يطلق على النهايات التي تحتوي على حمض نووي احادي الشريط المكمل :

-مصمتة -لزجة -متصلة -لا شيء مما سبق

21- تقنية فصل الحمض النووي وفقا لحجم الأجزاء يسمى :

-الفصل الكهربي الهلامي -البلازميد معاد التركيب

-فحص تسلسل DNA -استنساخ الجينات

22-القطع الصغيرة من DNA تكون قرب القطب .....اثناء فصلها بالفصل الهلامي الكهربائي :

-السالب -الموجب -الاثنين معا -لا شيء مما سبق

23- شحنة DNA :

-سالبة -موجبة -متعادلة -لاشيء مما سبق

24- ان الجزيئات الدائرية الصغيرة من DNA والتي تتواجد طبيعيا في البكتريا والخميرة هي :

-الفيروسات -RNA -البلازميد -انزيم النسخ العكسي

25- ان انزيم .....يربط جزيئين من DNA كيميائيا :

-بلمرة DNA -ربط DNA -انزيم النسخ العكسي -الهيليكيز

26- تسمى العملية التي تمتزج فيها الخلايا مع DNA معاد التركيب ب :

-الارتباط -الالتصاق -التحويل -النقل

27-ان القاعدة النتروجينية G ترتبط دايما وابدا مع القاعدة النتروجينية :

-A -T -C -G

israa aldabbagh

28-ان التفاعل الذي يستخدم لانتاج ملايين النسخ من DNA :

-تحديد تسلسل DNA -التفاعل البلمرة المتسلسل

-الفصل الكهربي الهلامي -مصفوفات DNA الدقيقة

29-ان فصل الأشرطة يتطلب عملية .....بينما دمج البادئات يتطلب .....:

-التبريد –التسخين -التسخين –التبريد

-تبريد –تبريد -تسخين –تسخين

30-ان من أدوات هندسة الجينات هي :

-انزيمات القطع -الفصل الكهربي الهلامي

-استنساخ الجينات -كل ما سبق

31-ان الكائنات التي يدخل فيها جين من كائن حي اخر :

-معدلة وراثيا -غير معدلة وراثيا -معدلة دهنيا -لاشئ مما سبق

32-ان فصل أجزاء DNA باستخدام الفصل الهلامي الكهربي يسمى انتاج :

-نسخة DNA -بصمة DNA -بلازميد معاد التركيب -كل ما سبق

33- حددت جينات كل من الخميرة والبكتريا بواسطة :

-بصمة DNA -قوالب القراءة المفتوحة -تسلسل DNA -كل ما سبق

34-ان مجال الدراسة الجديد والذي نتج عن الجينوم البشري هو :

-المعلوماتية الاحيائية -الكيمياء الاحيائية -البروتيوم -الوراثة المعقدة

35- ان التحليل الذي يكشف تعبير الجينات يسمى :

-مصفوفاتDNA الدقيق -تسلسل DNA -بصمة DNA -لاشئ مما سبق

36- ان التنوعات الموجودة في تسلسل DNA عندما يتغير نيوكليوتيد واحد تسمى :

-تعددات اشكال النيوكليوتيد الفردية SNPS -بصمة DNA

-بلازميد -الصيدلة الجيني

37- ان المشروع الذي حدد جميع الأنماط الفردية في الجينوم البشري هو :

-هاب ماب -علم الصيدلة الجيني -العلاج الجيني -البروتيوميات

38- ان العلاج الذي يتم فيه ادخال جين طبيعي في الكروموسوم ليحل محل جين لا يؤدي وظيفته ب :

-العلاج الصيدلي -العلاج الجيني SNPS- QRFS-

39-ان دراسة مئات الاف البروتينات في وقت واحد تسمى :

-الجينوم -البروتيوميات -الدهنيات -النيوكليوتيدات

israa aldabbagh

40-دراسة مجموعة الجينات الكاملة وتحديد تتابعات النيوكليوتيدات ل DNA في خلايا الانسان تسمى :

-الجينات القافزة -البروتيوم -الجينوم البشري -المعالجة الجينية

41-من خلال هندسة الجينات تم تحسين القيمة الغذائية في الأرز في تحسين مستواه من :

-الكربوهيدرات -الحديد والفيتامينات -الزيوت -الصوديوم والكاليسيوم

42-تقنية حديثة يتم فيها التعرف على الجينات السرطانية النشطة :

-الصفيفات الدقيقة -الجينوم البشري -استخدام الاشعة -الفصل الهلامي الكهربي

43-التقنية التي يتم فيها انتاج اعداد كبيرة من جين او قطع DNA هي :

-مصفوفات dna الدقيقة -التفاعل المتسلسل لانزيم البلمرة

-المعلوماتية الاحيائية -تسلسل DNA

44- علم المحتوى البروتيني :البروتينات ,علم الجينوم :

-البروتينات -الجينات -الصفيف الدقيق -النقل النووي

45- المادة الوراثية الناتجة عن دمج DNA من كائنين مختلفين هي DNA :

-المتجه -البلازميد -معاد التركيب -البلازميدي

46-يسمى نمط الخطوط المكون من قطع DNA معينة ك

-بصمة الDNA -DNA معاد التركيب -المتجه -جين مقاومة الامبسيلين

47-صفيف DNA دقيق :مشروع الجينوم البشري

-علم المعلوماتية الاحيائية :المحاصيل المعدلة وراثيا -هندسة الجينات :علم المحتوى البروتيني

-DNA المسؤول عن بناء البروتين :98% من الجينوم -هندسة الجينات :المحاصيل المعدلة وراثيا

48- تفاعل البلمرة المتسلسل لا يتطلب وجود :

-انزيم بلمرة DNA -النيوكليوتيدات الأربعة -البادئات -انزيم بلمرة RNA

49-العملية التي يتم فيها استبدال جين غير سليم بجين سليم لنفس الصفة الوراثية :

-المعالجة الجينية -DNA معاد التركيب -المعلوماتية الاحيائية -انتاج البلازميد

50-الاستنساخ هو عملية :

-زيادة نسخ DNA في النواة -ادخال جينات جديدة

-إزالة جينات غير مرغوبة -الاكثار من الخلايا المتطابقة

51- تقوم الانزيمات المقطعة في تعرف :

-تتابع القواعد النتروجينية -البروتينات -الاحماض الامينية -الكروموسومات

israa aldabbagh

52- أي من التالي يستخدم في قطع جزيئات DNA في مواقع معينة :

-موجه الاستنساخ -انزيمات الاستنساخ -انزيمات القطع -التفاعل المتسلسل للبلمرة

53-تنتقل قطع DNA في عملية الفصل الهلامي الكهربائي في اتجاه طرف الهلام لانها :

-تنقاد بفعل الجاذبية الأرضية -تنجذب نحو الطرف ذي الشحنة الموجبة للهلام

-تنجذب نحو قطع DNA المتممة عند ذلك الطرف من الهلام -تطرد بفعل جزيئات الكارهة للماء

54- لترتبط البادئات ب DNA في التفاعل المتسلسل للبلمرة يجب :

-التسخين -التسخين ثم التبريد -التبريد ثم التسخين -التبريد

55-اذا كان الجينوم البشري لكائن معين كبير ويحتوي على عدد جينات اقل فانه يمكن استنتاج :

-هناك كميات كبيرة من DNA غير المسؤول عن بناء البروتين -الكائن على درجة عالية من التعقيد

-هناك كميات صغيرة من DNA غير المسؤول عن بناء البروتين –الكائن على درجة قليلة من التعقيد

56-من اجل تصنيف امراض السرطان فان الأطباء يستخدون تقنية :

-الفصل الكهربائي ثنائي البعد -البلاست -النقل النووي -مصفوفات DNA

57- يمكن تحسين فهم الجينوم البشري عبر فهم :

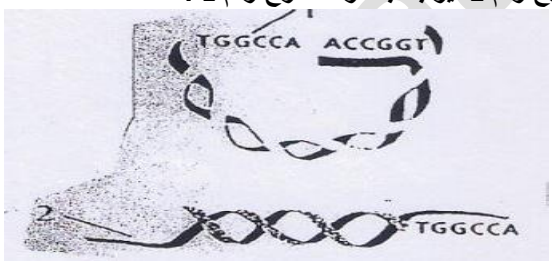
-علم الرياضيات -علم الحاسوب -بصمات DNA -جينومات نماذج أنواع حية

58-ماذا يسمى البلازميد البكتيري بعد ادخال DNA من معط الى DNA البكتيريا :

-DNA الموجه -DNA المستنسخ -DNA البلازميدي -DNA معاد التركيب

59- هذا الرسم التخطيطي مكون من قطعتين من DNA جرى قطعهما بواسطة الانزيم المقطع نفسه استخدم الرسم التخطيطي للإجابة عن السؤال التالي :

- **ما تتابع القواعد النيتروجينية الذي يجب ان يتصف به الطرف اللزج رقم 2 ليرتبط بالطرف اللزج رقم 1 :**



UGGCCU-
ACCGGT-
TCCGGA-
CTTAAG-

60-ان هدف مشروع الجينوم البشري هو :

-تحديد تتابع نيوكليوتيدات الجينوم البشري ووظيفته -الإجابة عن أسئلة أساسية حول تركيب الجينوم ووظيفته

-وضع خريطة لموقع كل جين على الكروموسوم -كل ما سبق

61- ان قطع DNA ذات الأطراف اللزجة المتممة :

-توجد في الخلايا البكتيرية فقط -قادرة على الارتباط بعضها ببعض

-قادرة على الارتباط بقطع متممة للنوع نفسه -تحط فورا بواسطة انزيمات موجودة في سيتوبلازم الخلية

62-البلازميدات :

dabbagh aida

-قطع حلقية من DNA بكتيري -تتضاعف كلما يتضاعف الكروموسوم الرئيس للكائن الحي

-تستخدم غالبا كمتجهات في هندسة الجينات -كل ما سبق

63-ان استخدام هندسة الجينات لنقل جينات الانسان الى داخل البكتريا :

-غير ممكن عبر التقنية الحالية -يتسبب في جعل جينات الانسان تنتج بروتينات بكتيرية

-يؤدي الى تكوين نوع جديد من الكائنات الحية -يجعل البكتريا تنتج بروتينات الانسان

64-ان عملية نقل جينات سليمة لانسان الى خلايا انسان تفتقر لهذه الجينات :

-غير ممكنة حتى الان -سوف تسبب في ظهور السرطان

-سوف تسبب في جعل الاجسام المضادة تقتل تلك الخلايا -تسمى المعالجة الجينية

65- يمكن تحسين فهم الجينوم البشري عبر فهم :

--علم الرياضيات -بصمات DNA

-علم الحاسوب -جينومات نماذج أنواع حية

66- للحصول على بكتيريا تنتج الانسولين يقوم اخصائيو هندسة الجينات ب:

-انتزاع البروتينات المثبطة التي تمنع تعبير جين الانسولين البكتيري

-ادخال متجه يحتوي على جين انسولين الانسان الى خلية بكتيرية

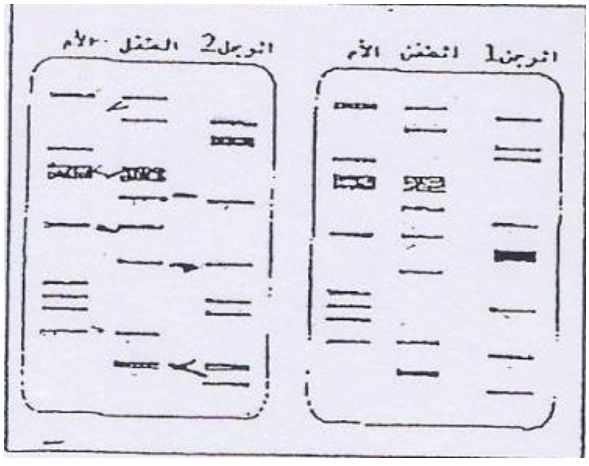
-البحث عن بكتريا يمكنها ان تنمو في وسط بيئي يفتقر الى الانسولين

-تنمية بكتريا سليمة في وسط بيئي مغذ يحتوي على كمية كبيرة من السكر

- **اكمل جدول المقارنة التالي :**

المفهوم	التعريف
.....	بروتينات تقوم بتقطيع جزيئات DNA الطويلة الى أجزاء صغيرة
.....	DNA حلقي يوجد طبيعيا في بعض خلايا البكتريا الى جانب كروموسومها الرئيسي
.....	قطع DNA صناعية تتالف من حوالي 30-20 نيوكليوتيدا يتوجب توافرها كي يبدا انزيم بلمرة DNA عملية التضاعف

- تم في مختبر البحث الجنائي تحليل عينات DNA لرجلين وامراة وطفلها كما هو موضح بالشكل ادناه امعن النظر فيه ثم اجب عن الأسئلة :



- حدد أي من الرجلين هو الاب الحقيقي للطفل معللا اجابتك ؟

.....

.....

.....

- ما اسم التقنية التي استخدمت في هذه الدراسة ؟

.....

israa aldabbagh

-اجب عن الأسئلة التالية :

1- ما فائدة التفاعل المتسلسل لانزيم البلمرة في انتاج بصمة DNA ؟

.....

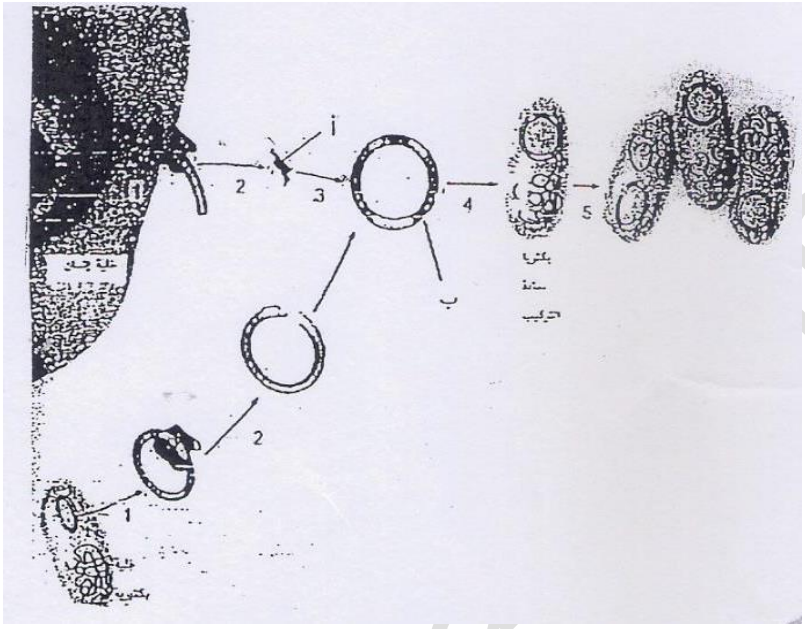
.....

2-ما أهمية استخدام الانزيم المقطع نفسه في الحصول على قطعتين من DNA لربطهما معا .

.....

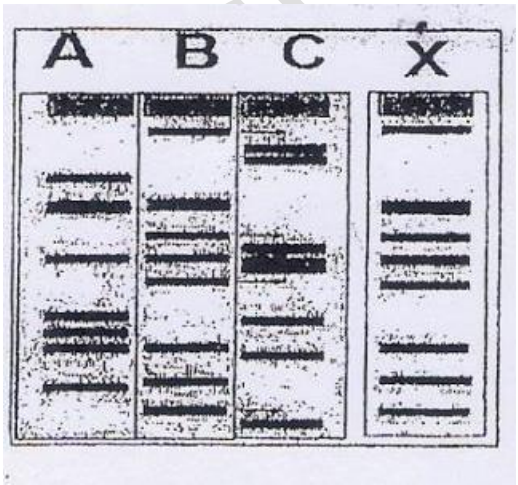
.....

-استخدم الرسم التخطيطي التالي والذي يوضح عملية نقل جين انسان الى داخل الخلية البكتيرية لتجيب عن الأسئلة :



- **ما الخطوات التي تمثلها الأرقام :**
  3-.....
  4-.....
- **سم التراكيب التي تمثلها الرموز :**
  ا-.....
  ب-.....
- **ما أهمية استخدام الانزيم المقطع نفسه للحصول على قطعتي DNA وربطهما معا ؟**

-الشكل المجاور يوضح بصمات DNA لاربعة اشخاص اخذت البصمة X من نقطة دم في مسرح الجريمة تعود للمجرم المجهول (X)تمعنه ثم اجب عن الأسئلة :



*** أي من الأشخاص يمكن ان يكون متهما من المشتبه بهم (A-B-C)**

.....

***ما سبب التباين (الاختلاف)في سرعة انتقال الأجزاء**

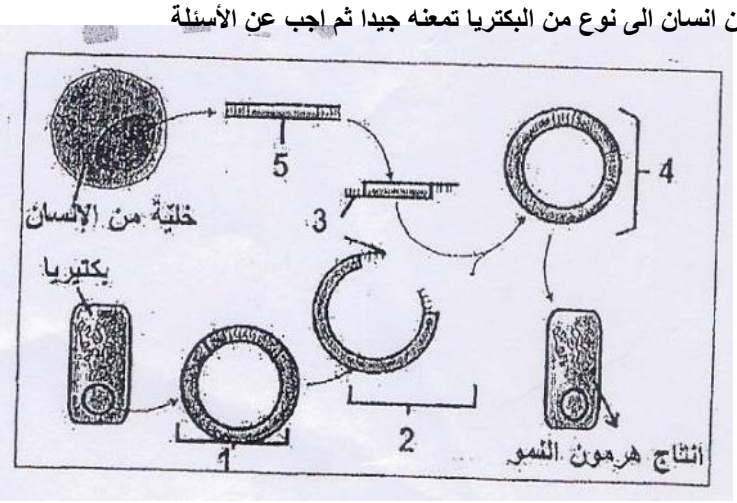
المقيدة DNAفي الفصل الهلامي الكهربائي ؟

.....

.....

.....

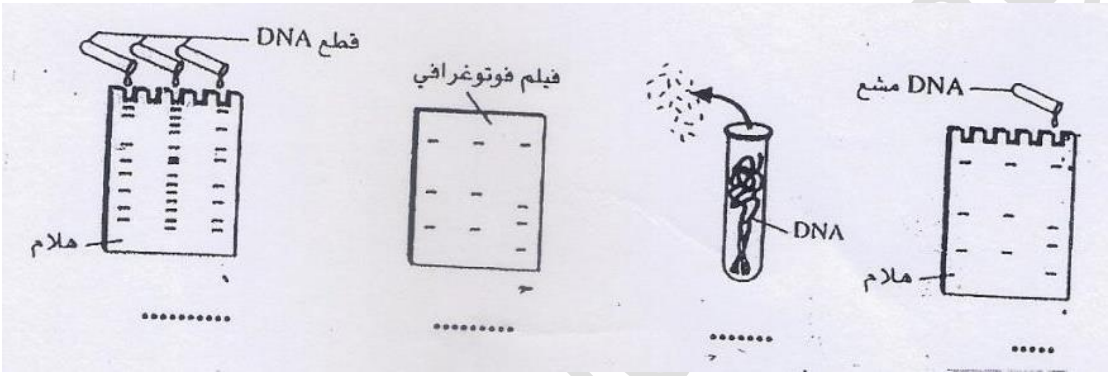
-يلخص الشكل التخطيطي تقنية نقل جين هرمون النمو من انسان الى نوع من البكتريا تمعنه جيدا ثم اجب عن الأسئلة



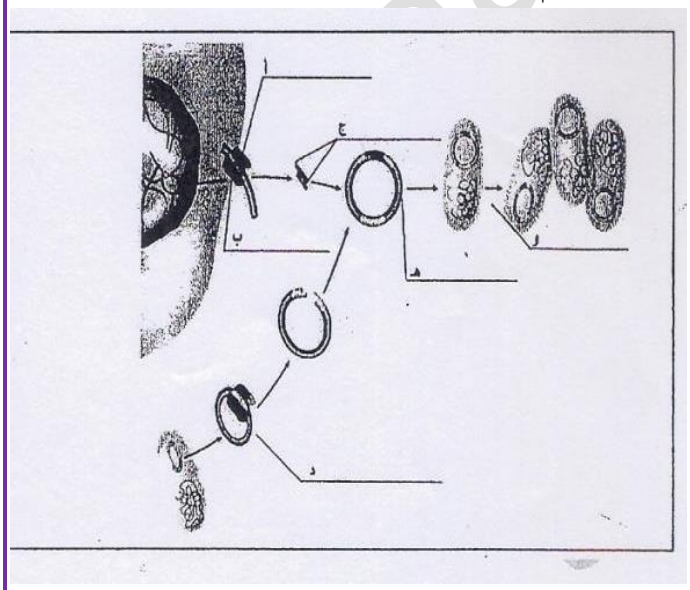
- **الرقم 4 يدل على :**
  -بلازميد البكتريا
  -متجه الاستنساخ
  -المستنسخ
  -بلازميد معاد التركيب

- **التركيب الذي يمثل المتجه يشار اليه بالرقم .....**

-امعن النظر في الرسوم التخطيطية التالية ثم اجب عما يلي :
(ا) رتب خطوات انتاج بصمة DNA ترتيبا صحيحا مستخدما الأرقام (4-3-2-1)



-انظر للرسم الذي يلخص عملية نقل جين انسان الى داخل البكتريا ثم اجب عن الأسئلة التالية :



- **اكتب في الفراغ التراكيب المشار اليها بالأحرف (ا-ب-ه-و)**

- **ما الأطراف الدبقة وباي طريقة تعمل في صنع DNA معاد التركيب ؟**

.....

.....

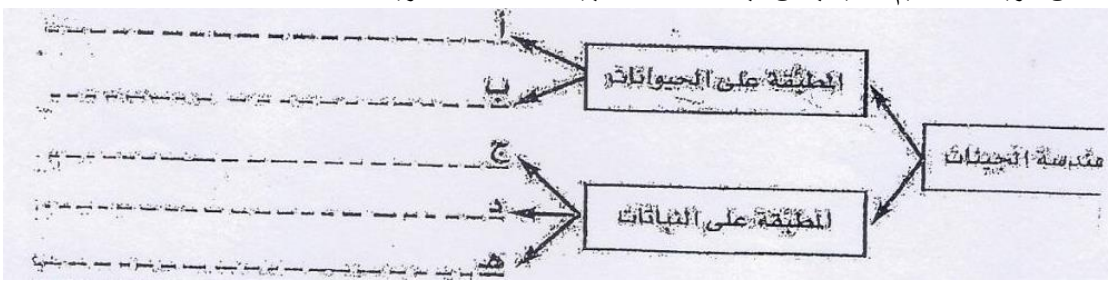
.....

- **لماذا تستخدم عملية انتاج بصمة DNA قطعا صغيرة ومحددة من DNA بدلا من الجينوم بكامله ؟**

.....

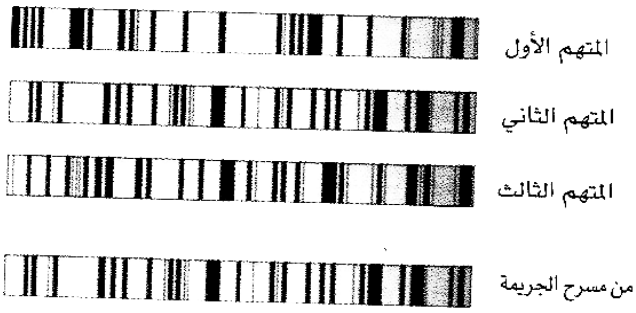
.....

- تلخص خريطة المفاهيم التالية بعض نجاحات هندسة الجينات اكمل هذه الخريطة :



-تخيل نفسك خبيرا في احد المختبرات الجنائية ولديك عينات بالشكل المجاور قم بتحديد المذنب من المتهمين الثلاثة بالشكل :

المذنب هو .....



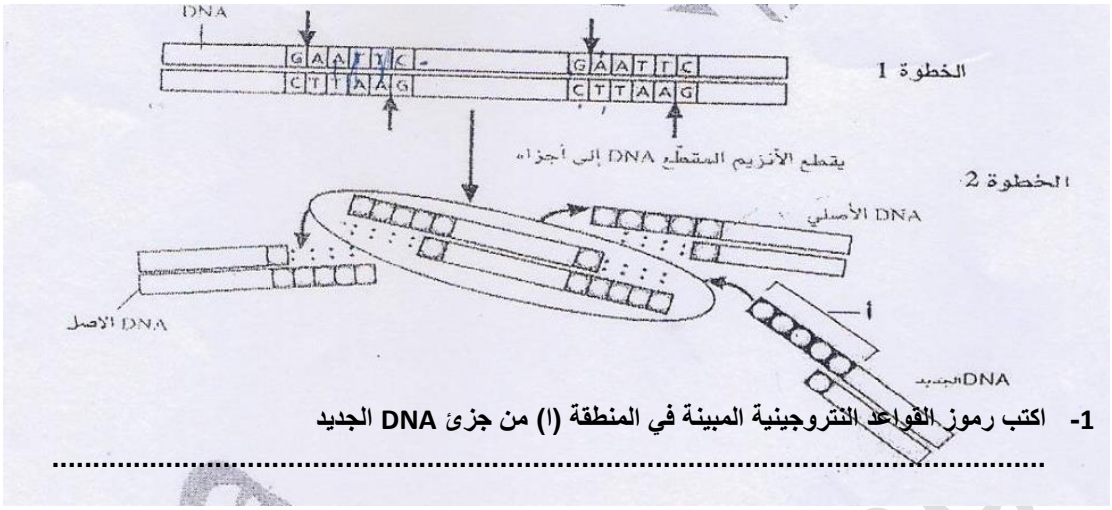
- يعتقد متعلم ان اصغر قطعة من DNA هي الأقرب للقطب السالب هل تتفق معه ؟ وضح اجابتك

.....

.....

israa abbagh

-استخدم الرسم التخطيطي التالي والذي يمثل بعض خطوات تكوين DNA معاد التركيب لتجيب عن الأسئلة التالية :



1- اكتب رموز القواعد النتروجينية المبينة في المنطقة (ا) من جزئ DNA الجديد

.....

.....

2- حدد على الرسم الأطراف اللزجة (الاكتفاء بطرفين)

3- ما الذي تتوقع حدوثه لو استخدم انزيم مقطع مختلف لتقطيع DNA المصدر الاخر ؟

.....

.....

4- ما نوع الروابط التي تتكون بين الأطراف اللزجة ؟.....

-سالم يعمل على مضاعفة DNA الموجود في عينة دم احضرت له من مسرح جريمة قام بتحضير البادئة ووضع اربع أنواع النيوكليوتيدات وأضاف انزيمات البلمرة وضبط الجهاز على درجة حرارة مرتفعة وبعد انتهاء الوقت اللازم لانجاز عمله تبين لسالم ان العينة لم تتضاعف ما هو الخطا الذي وقع فيه سالم ؟

.....

.....

israa aldabbas

-صل من القائمة (ا) ما يناسب من القائمة (ب) :

الرقم	القائمة (ا)	القائمة (ب)
.....	-عملية يتم من خلالها اختيار صفات مرغوبة لنباتات وحيوانات معينة ونقلها للأجيال القادمة	1-SNPs
.....	-كائنات تنتج عن تزاوج كائنات لها اشكال مختلفة من الصفة .	2-هندسة الجينات
.....	-استيلاد كائنات حية متماثلة جينيا بهدف التخلص من الصفات غير المرغوبة ونقل الصفات المرغوبة للأجيال القادمة .	3-النيوكلياز الداخلي
.....	-كلاب ذات حاسة شم قوية	4-فصل أجزاء DNA باستخدام الفصل الكهربائي
.....	-تكنلوجيا تنطوي على التحكم بالحمض النووي لكائن حي من اجل إضافة حمض نووي دخيل	5-السمك الهلامي
.....	-البروتين الأخضر الفلوري	6-البيغل
.....	-انزيم القطع ECORI-	7-ينتج ملايين النسخ من DNA
.....	-استخدام تيار كهربائي لفصل أجزاء الحمض النووي وفقا للحجم	8-كائنات معدلة وراثيا
.....	-انزيم ربط الحمض النووي	9-الانتخاب الصناعي
.....	-تفاعل البلمرة المتسلسل	10-التزاوج الداخلي
.....	-كائنات تحتوي على جينات من كائنات حية أخرى	

israa aldabbagh

.....	-بصمة DNA	11-مصفوفة DNA الدقيق
.....	-شرائح مجهرية صغيرة من السيليكون توضع مع أجزاء DNA	12-ينشئ نهايات لزجة
.....	-تعددات اشكال النيوكليوتيد	13-التهجين
.....		14-الفصل الهلامي الكهربي
.....		15-انزيم يربط جزائي DNA

-علل ما يلي تعليلا علميا دقيقا :

1- يجري التسخين ثم التبريد اثناء تفاعل البلمرة المتسلسل

.....

.....

2-للنمو السريع لصناعة تقنية الحاسوب دورا بالغا في مشروع الجينوم البشري

.....

.....

3-تستخدم بصمات DNA لتحديد درجة القرابة

.....

.....

4-الحاجة الى مضاعفة DNA الذي يؤخذ من مسرح جريمة او من نسيج من جسم انسان

.....

.....

5-تستخدم كلاب الجيرمان شيبرد لاداء الخدمات الخاصة

.....

.....

6-مزايا التهجين تفوق عيوبه

.....

.....

israa aldabbagh

7-للتربية الداخلية عيوب بالرغم من ميزاتها

.....

.....

8-دائما تكون القطع الصغيرة من DNA قرب القطب الموجب

.....

.....

9-يحتوي البلازميد معاد التركيب على جين مقاومة الامبيسيلين

.....

.....

10-يستطيع الباحثون فحص التغيرات في أنماط تعبير جينات عدة في فحص صفيف DNA الدقيق

.....

.....

11-انزيم بلمرة DNA في تفاعل البلمرة المتسلسل قادر على تحمل درجات حرارة عالية

-اكمل جداول المقارنات التالية :

وجه المقارنة	التهجين	التربية الداخلية
المفهوم		
المزايا		
العيوب		
مثال		

وجه المقارنة	ليغاز الحمض النووي DNA	انزيم بلمرة DNA
الوظيفة		

israa aldabbagh

وجه المقارنة	حيوانات معدلة وراثيا	نباتات معدلة وراثيا	بكتريا معدلة وراثيا
امثلة (اثنين على الأقل)			

الأداة او العملية	الوظيفة	التطبيقات
انزيمات القطع		
استنساخ الجينات		
تفاعل البلمرة المتسلسل		

وجه المقارنة	اللون الأحمر	اللون الأخضر	اللون الأصفر
تعبير الجين في شريحة صفيف DNA			

وجه المقارنة	علم الصيدلة الجيني	العلاج الجيني
المفهوم		

وجه المقارنة	القطع الصغيرة من DNA	القطع الصغيرة من DNA
القرب من القطب الموجب في الرحلان الكهربي الهلامي		

israa aldabbagh

وجه المقارنة	DNA	RNA
القواعد النتروجينية المكونة		
عدد السلاسل		
الوظيفة		

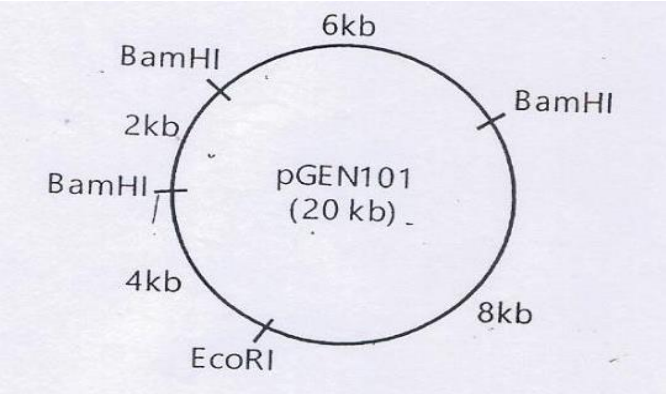
وجه المقارنة	التحويل	الاستنساخ
الأهمية		

س1) : تم تعريض جزئ حمض نووي للقطع باستخدام انزيمين للقطع وساعد الرحلان الهلامي الكهربي في تحديد حجم كل جزئ وكانت المحصلة البيانات التالية :

الانزيم	حجم الجزئ بالكيلوقاعدة
Hpal	26
Hind111	13,6,4,3
Hpal+Hind111	7,6(2),4,3

ارسم خريطة لموقع القطع توضح المسافات المتوافقة مع البيانات

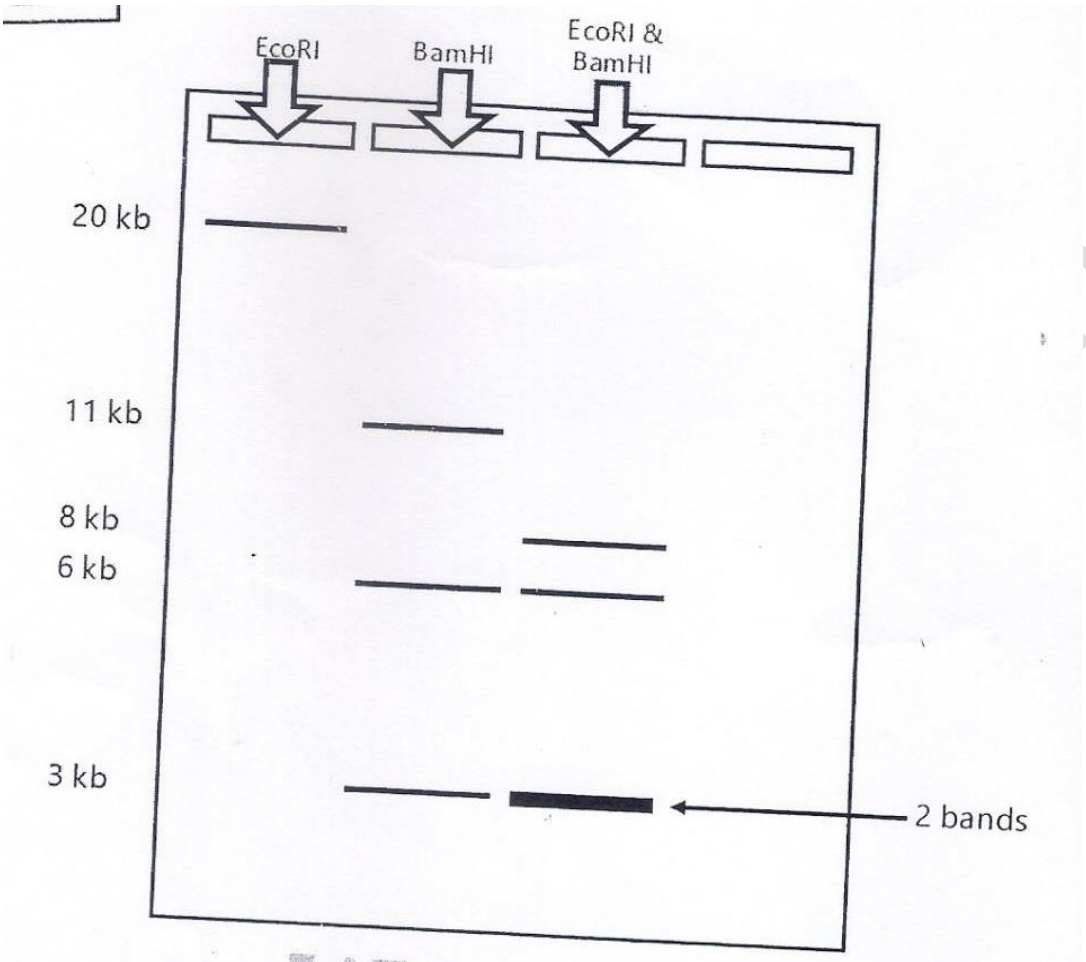
س2) :لديك خريطة لبلازميد (Pgene101) طوله الإجمالي 20كيلوقاعدة قطع بانزيمات مقطعة وكانت الخريطة كالتالي استخدمها لتحديد حجم القطع الناتجة عن القطع في الجدول ادناه:



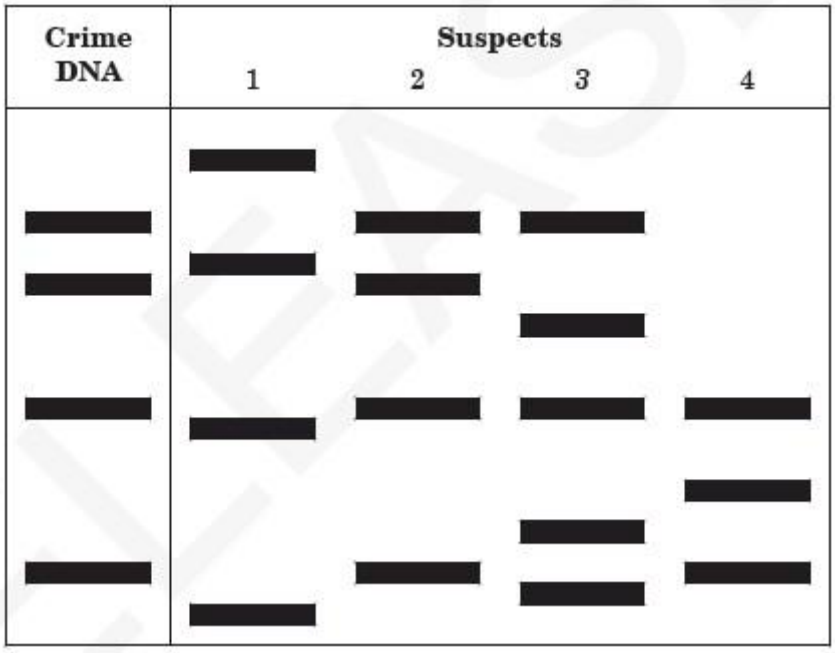
الانزيم	حجم القطع الناتجة
EcorRI	
BamHI	
EcoRI+BamHI	

israa aldabbagh

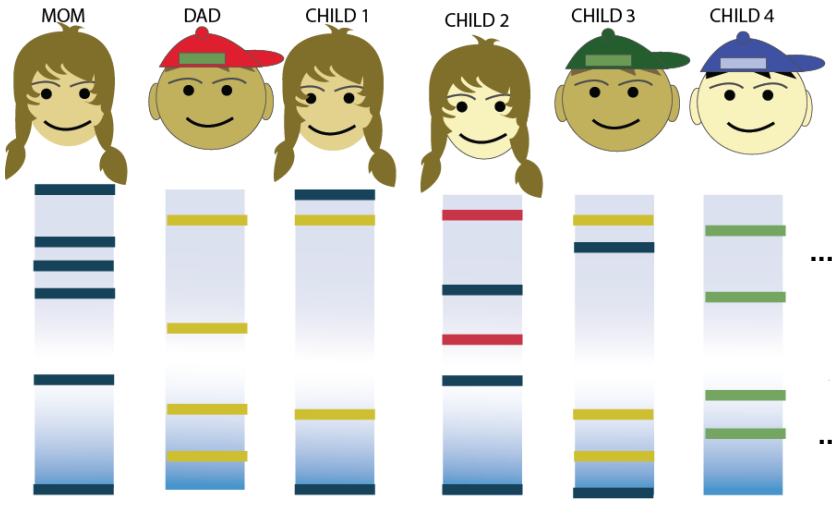
س3) : لديك قطع DNA فصلت بتقنية الفصل الهلامي الكهربي لبلازميد قطع بثلاثة انزيمات قطع استخدمها لوضع خريطة للبلازميد تبين أماكن قطع كل انزيم :



س4) : لديك فحص بصمة DNA لموقع جريمة و مشتبه حدد أي مشتبه يتطابق مع DNA الذي وجد في موقع الجريمة :



س5) :لديك بصمة DNAلام واب وثلاثة أطفال تمعنه جيدا ثم اجب عن الأسئلة :



1- هناك طفلين هم أبناء الام والأب في الشكل حدد أي منهما ؟

.....

2- هناك طفل هو ابن المراة فقط وليس ابن الرجل من هو ؟

.....

3- هناك طفل لا يعود للام والأب بتاتا من هو ؟

.....

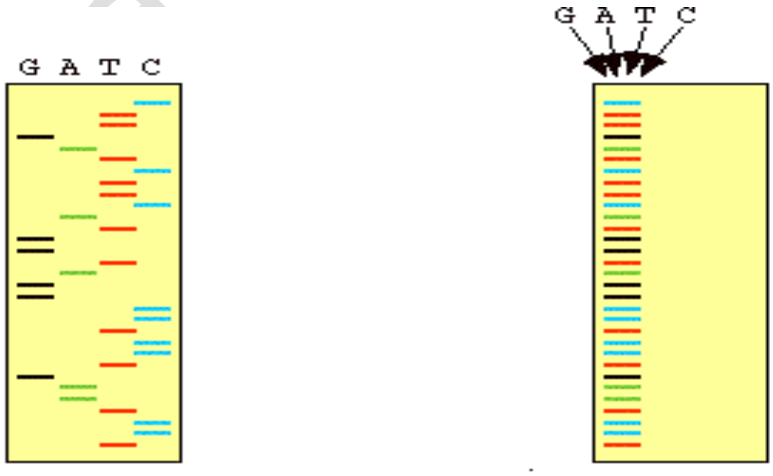
س6:رتب خطوات تكنلوجيا الحمض النووى معاد التركيب :

-(.....) تعريض البكتريا للمضاد الحيوي الامبسلين
-(.....)ربط جزاي DNA مع بعضها البض بواسطة انزيم ربط DNA
-(.....)قطع DNA المراد إدخاله والبلازميد بواسطة نفس الانزيم المقطع
-(.....)ادخال البلازميد معاد التركيب الى البكتريا المضيفة
-(.....)استخدام نبض كهربائي او حرارة لادخال البلازميد معاد التركيب
-(.....)الاستنساخ وإنتاج نسخ عديدة من البلازميد معاد التركيب

س6 : رتب خطوات تفاعل المتسلسل لانزيم البلمرة :

-(.....)ارتباط البادئات بكل شريط من DNA
-(.....)التبريد
-(.....)التسخين لفصل شريطين DNA عن بعضهما
-(.....)تتكرر عملية التسخين والتبريد من 20-40 مرة
-(.....)انتاج ملايين النسخ من DNA المراد تضخيمه
-(.....)يدمج انزيم بلمرة DNA النيوكليوتيدات الصحيحة بين البدئتين

س8 :تمعن الصورة التالية والتي تمثل عملية الرحلان الهلامي الكهربي لفحص تسلسل DNA تمعنه جيدا ثم استخرج تسلسل DNA :



التسلسل هو :.....

اسئلة التقويم

القسم 1 التقويم

1. قد يكون للتناسل الانتقائي آثار إيجابية على إنتاج المحاصيل الغذائية. ومنها زيادة الإنتاج والجودة إلى جانب انخفاض الحاجة للرعاية وتقليل المحاصيل غير الصالحة للاستعمال. ومع ذلك، فإن التناسل الانتقائي مكلف ويستغرق وقتًا طويلًا.
2. شعر أطول وأكثر كثافة ونضج أسرع إلى مرحلة البلوغ وزيادة كتلة الجسم الغث. كلها صفات تنتقل عن طريق التهجين أو التكاثر الداخلي.
3. إن التكاثر الداخلي والتهجين هما طريقتان للحصول على الصفات المرغوبة في النسل الناتج. وينطوي التكاثر الداخلي على تربية كائنات حية مرتبطة ببعضها بصورة وثيقة وتشترك في الصفة المرغوبة نفسها، بينما ينطوي التهجين على تربية آباء لهم صفات مرغوبة مختلفة.
4. سيكون لنصف البرتقال بذور وسيكون النصف الآخر بدون بذور.
5. ينبغي عدم إجراء تكاثر داخلي لبقرة وثور مرتبطين بصورة وثيقة وكلاهما "منتج متماثل الجينات" لصفة غير مرغوبة لأن الصفة "السيئة" ستنتقل إلى جميع أفراد الجيل الناتج.
6. إن الطراز الجيني للقطة السوداء هو *Bb*.

القسم 2 التقويم

1. يُقسم DNA الجينومي باستخدام إنزيمات القطع، وتُفصل جزيئات DNA المرغوبة. ويتمّ إدخال الجزء في بلازميد (متجه) باستخدام ليفاز DNA. ويتمّ إدخال البلازميد الذي يحمل الجزء المرغوب إلى خلية عائلة ليتمّ إنتاج نُسخ كثيرة.
2. تحتوي البلازميدات على جينات مقاومة للمضادات الحيوية لتحديد خلايا البكتيريا التي تحوّلت بنجاح باستخدام البلازميد.
3. عن طريق توفير الأدوية على نطاق أوسع أو تقليل الحاجة إلى استخدام المبيدات الحشرية
4. تعمل هندسة الجينات مباشرةً على إدخال DNA من كائن حي إلى آخر، في حين يؤثر التناسل الانتقائي في جينوم الكائن الحي من خلال التربية.
5. يجب أن تشير الإجابات إلى فيلم مُعيّن وتنمّ عن معرفة بالكائنات الحية المعدلة وراثيًا والوتيرة التي تتقدم بها التقنيات الحيوية.
6. قد تعمل شركة ما على تصنيع DNA بعوض جينًا معينًا في جينوم الفرد وتبيعه للشركات والأشخاص الذين يستخدمون المنتجات الدوائية. كما يمكن أن يُستخدم DNA المصنّع في الزراعة أو المبيدات الحشرية أو الأدوية أو مستحضرات التجميل.

القسم 3 التقويم

1. على غرار المخطط، يحتوي الجينوم البشري على كل المعلومات المطلوبة لإنشاء كائن حي.
2. ساهمت البصمة الوراثية في تحديد هوية المجرمين والضحايا، بشكل أدق، ذلك لأن لكل شخص نمط فريد من أجزاء الـ DNA التي تتكوّن عند تجزئة الـ DNA الذي لا يتحول إلى بروتين.
3. يمكن أن يحسّن مشروع الهاب ماب قدرة الطبيب على تشخيص الأمراض لأن مناطق الجينوم التي تحتوي على طفرات عديدة سترتبط بحالات مرضيّة مختلفة. بالتالي، يمكن للطبيب تحديد تسلسل مناطق معيّنة من DNA المريض وتحديد ما إذا كان المريض عرضة للإصابة بمرض معيّن.
4. تُستخدم المتجهات لنقل الـ DNA الفعال إلى المرضى؛ والهدف من ذلك هو التوصل إلى علاجات جديدة محتملة للأمراض.
5. يحتوي الجينوم البشري على عدة أحماض نووية DNA غير محولة إلى بروتينات لأن البشر، مع مرور الوقت، دمجوا أحماضًا نووية من كائنات حية أخرى مثل الفيروسات.
6. 1.6×10^7 الكودونات

التقويم

القسم 1

مراجعة المفردات

1. التزاوج الاختباري
2. التكاثر الداخلي

فهم الأفكار الأساسية

3. B
4. C

الإجابات المبنية

5. إن الهجين هو كائن حي يُربى بحيث تظهر عليه الخصائص المفضلة من أبوين يمتلك كل منهما واحدة من الخصائص المفضّلة. ولذلك، كان أحد الأبوين سريعًا في نموه وكان الآخر مقاومًا للمبيدات الحشرية.
6. إن الصفات متعددة الجينات هي التي تتأثر بمجموعات ثنائية متعددة من الأليلات. ففي التناسل الانتقائي تُربى كائنات حيّة تحمل صفات وراثية مرغوبة لنقل تلك الصفات. وإذا تأثرت الصفات الوراثية بجينات متعددة، فإن معرفة مدى تفاعل المجموعات المختلفة من الجينات أمر له أهميته للحصول على الصفات الوراثية المرغوبة من عمليات التزاوج التي تجريها.
7. من مزايا التناسل الانتقائي إنتاج نباتات وحيوانات يمكن أن تنمو بشكل أسرع وتنتج مزيدًا من النسل (أو الثمرة) وتقاوم هجمات البكتيريا. ومن عيوبها أنها تستهلك الكثير من الوقت وهي باهظة التكلفة ويتطلب الأمر أجيالًا عدّة لإنتاج نسل يحمل الصفات الوراثية المرغوبة.

فكّر بشكل ناقد

8. لا يوجد حيوانات ذات نسل نقي في الحياة البرية لأن التزاوج يحدث عادةً بين الكائنات الحية بعيدة الصلة عن بعضها.
9. يمكن استخدام التزاوج الاختباري في حال معرفة كل الجينات التي تساهم في صفة وراثية محددة. ويجب أن يكون الكائن الحي المستخدم في التزاوج متنحيًا متماثل الجينات لكل الجينات التي تتحكم بالصفة الوراثية المحددة.

القسم 2

مراجعة المفردات

10. هندسة الجينات
11. الليغاز
12. التحويل
13. البلازميدات

فهم الأفكار الأساسية

14. A
15. B
16. A

الإجابة المبنية

17. تستطيع هندسة الجينات خفض الانتقاء الطبيعي للجينات المهمة لكائن حي لكي يستجيب لبيئته أو ينجم عن ذلك إنتاج كائنات حية ذات طرز ظاهرية غير متوقّعة.
18. ستنمو كل مستعمرات البكتيريا. لكنك لن تكون قادرًا على تحديد الخلايا التي حملت البلازميد.
19. يشتمل تفاعل البلمرة المتسلسل على ثلاث خطوات أساسية: تتمثل الأولى بالتسخين إلى درجات حرارة عالية للفصل بين أشرطة قالب الـ DNA بينما تتمثّل الثانية بالتبريد إلى درجة حرارة تسمح للبادئات بالارتباط بالمنطقة المتممة لقالب الـ DNA والثالثة بالامتداد الذي يقوم فيه إنزيم بلمرة الحمض النووي الرايبوزي منقوص الأكسجين بدمج نيوكليوتيدات ديوكسي جديدة في أشرطة وليدة.

فكّر بشكل ناقد

20. **a.** الممر الثالث
b. الممر الأول
c. الممر الثاني
21. يجب أن يكون الجزء الأكبر (1633 bp) قريبًا من الجانب السلبي للمادة الهلامية يليه الجزء الذي تكون درجة غليانه 1400 bp ثم الجزء الذي تكون درجة غليانه 1108 bp فالجزء الذي تكون درجة غليانه 601 bp وأخيرًا الجزء الذي تكون درجة غليانه 257 bp (يجب أن يكون هذا الجزء في الطرف النهائي الموجب للمادة الهلامية).
22. **a.** يكون جزيء DNA الأصلي دائريًا لأن الحمض النووي *HindIII* نتج منه جزء واحد فقط.
b. ستعرض الخريطة مواقع الإنزيم القاطع *EcoRI* على بُعد 180 درجة عن بعضها البعض وموقع الحمض النووي *HindIII* بين مواقع الإنزيم القاطع *EcoRI*. لكنه لا يبعد 90 درجة عن مواقع الإنزيم القاطع *EcoRI*.

aldah

القسم 3

مراجعة المفردات

23. المعلوماتية الحيوية
24. الأنماط الفردانية

فهم الأفكار الأساسية

25. D
26. C
27. C

الإجابات المبنية

28. تسطيع الصفيفات الدقيقة تحليل الجينومات كلها مرة واحدة، ولكنها باهظة التكلفة.
29. سيقلل علم الصيدلة الجيني من الآثار الجانبية للأدوية ويُمكّن من الوقاية ضد الأمراض بالإضافة إلى أنه يتيح للأطباء تقديم جرعات أدوية أكثر دقة.
30. يتيح ترتيب تسلسل الجينوم البشري للعلماء مقارنة التسلسلات الجينومية لدى أشخاص من جماعات أحيائية مختلفة يعانون من أمراض معينة للبحث عن طفرات أو تعددات أشكال.

فكّر بشكل ناقد

31. يمكن استخدام ترتيب تسلسل DNA لتحديد الجينات المعيبة عن طريق ترتيب تسلسل DNA لأشخاص مصابين بمرض معين ومقارنته بالتسلسل لدى أشخاص غير مصابين به. ويمكن استخدام الصفيفات الدقيقة لمقارنة شكل التعبير عن الجينات لدى أشخاص مصابين بالمرض وأشخاص غير مصابين به.
32. يجب أن توضح مخططات الطلاب الانسيابية ما يلي: استخراج DNA ثم تفاعل البلمرة المتسلسل لتضخيم DNA ثم هضم DNA المضخّم باستخدام إنزيمات القطع متبوعة بالرحلان الكهربي الهلامي. ويجب مقارنة أنماط التجزئة بمثيلاتها في DNA المستخرج من أفراد معروفين.

التقويم الختامي

33. باكمال مشروع الجينوم البشري، يستطيع العلماء تحديد مكان مصادر جينات العديد من الأمراض المستعصية. كما يُمكن اختبار الاستعداد الوراثي للإصابة بسرطان الثدي والزهايمر وغيرهما من الاختلالات الوراثية. وقد نتج أيضًا من هذا العمل علاجات جديدة، مثل العلاج الجيني، بالإضافة إلى توفر أدوية أفضل.

الكتابة في علم الأحياء

34. ستتنوع الإجابات. ويجب أن تشير الفقرات إلى الجينات الحقيقية والعمليات الواقعية.

أسئلة حول مستند

ıael, et al. 2001. Quantifying mosquito biting patterns umans by DNA fingerprinting of blood meals. *American nal of Tropical Medicine and Hygiene 65(6): 722-728.*

35. "A" لُدغ من 3 و6 و"B" لُدغ من 5 و"C" لُدغ من 7.
36. إذا مرض شخص ما، فيمكنه معرفة البعوضة التي نقلت المرض إليه.
37. من عيوب هذا الأسلوب أنه من الممكن أن تلدغ عدة بعوضات شخصًا ما مما يجعل تحديد البعوضة المسؤولة عن انتشار مسبب المرض أمرًا صعبًا.

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1. D
2. C
3. B
4. C
5. C
6. B
7. D
8. B

إجابة قصيرة

9. إن اتجاه الإجابات من اليسار إلى اليمين.
   - **A.** الذكر الذي ورث الجين المسبب للمرض وبالتالي يحمل المرض.
   - **B.** الأنثى التي تحمل جينًا مسببًا للمرض، لكن أعراض المرض لا تظهر عليها، وتكون ناقلة للمرض.
   - **C.** الأنثى التي تحمل جينًا مسببًا للمرض، لكن أعراض المرض لا تظهر عليها، وتكون ناقلة للمرض.
   - **D.** الذكر الذي لم يرث الجين المسبب للمرض وهو بالتالي لا يحمل المرض.
10. تتشابه معظم البروتينات التي تكوّن جسم الإنسان لدى جميع الأشخاص. فالاختلافات الجينية بين البشر صغيرة جدًا.
11. النزف الدموي هو جين منتج مرتبط بالجنس يحمله الكروموسوم X. فالطراز الجيني للأب يكون X^hY. ويكون الطراز الجيني للأم X^HX^h. تكون احتمالية إنجابهما ولدًا 0.5 واحتمالية إنجابهما طفلاً مصابًا بنزف الدم 0.5. وتكون احتمالية إنجابهما ولدًا مصابًا بنزف الدم $(0.5 \times 0.5) = 0.25$ أو 25 ٪.
12. إن العملية الأولى الرئيسة هي النسخ الذي يحدث في نواة الخلايا. وخلال عملية النسخ، يصنّع الحمض النووي الرايبوزي (RNA) الرسول باستخدام سلسلة من القواعد الموجودة على DNA في صورة قالب. أما العملية الثانية الرئيسة، فهي الترجمة التي تحدث في سيتوبلازم الخلايا. خلال عملية الترجمة، يصنّع بروتين باستخدام سلسلة قواعد الحمض النووي الرايبوزي (RNA) الرسول في صورة قالب. وفي نهاية عملية الترجمة تكون هناك سلسلة بروتين كاملة قد تكونت.

13. ستتنوّع الإجابات. وتتضمن الإجابات المحتملة ما يلي: التليّف الكيسي هو اضطراب جيني منتج يؤثر في الجهاز الهضمي والجهاز التنفسي. داء تاي ساكس هو اضطراب منتج يؤثر في الجهاز العصبي. داء هنتنغتون هو اضطراب سائد يؤثر في الجهاز العصبي.

14. لإنتاج سلالة نقية يجب على الفرد التأكد من وجود الأليلات المُشفّرة فقط للشكل المرغوب من الصفة الوراثية. ونظرًا إلى التكرارت الأليلية لجماعة أحيائية ما والحقيقة المتمثلة في أن بعض الأليلات قد تكون مطموسة بالأليل السائد، فقد يستغرق إنشاء سلالة نقية أجيالاً عدّة.

15. القواعد البورينية: الأدينين والغوانين؛ القواعد البيريميدينية: السيتوزين والثايمين. تُستخدم القاعدة البيريميدينية لتربط شريطي سلسلة DNA معًا. وينشئ الأدينين مجموعة ثنائية مع الثايمين؛ وينشئ الغوانين مجموعة ثنائية مع السيتوزين.

إجابة موسّعة

16. ستتنوع الإجابات. يعرض المخطط التالي إجابة محتملة:

الطفرة	تسلسل جديد
التضاعف	CGATTGTTGACGTTTTAGGAT
الإدخال (إزاحة الإطار)	CGAGTTGACGTTTTAGGAT

17. من المحتمل أن البناء الكيميائي كان الطريقة الوحيدة لصنع الطعام قبل وجود ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي بنسبة تكفي لحدوث عملية البناء الضوئي. كما أنه من المحتمل أن البيئة كانت تساعد أكثر على البناء الكيميائي بسبب توفّر غازات ومواد كيميائية معينة غير عضوية في الغلاف الجوي.

18. التسلسلات غير المشفرة هي مناطق من الشفرة لا يمكن قراءتها. ويجب على كل من يحاول فك شفرة الجينوم أن يحدد المناطق غير المشفرة والمناطق التي ترمز إلى البروتينات.

19. تُبنى البلاستيدات الخضراء والأجسام الفتيلية (الميتوكوندريا) لتوفير الكثير من مساحة السطح. وهذا أمر مهم لأن العمليات التي تحدث، أي البناء الضوئي وإنتاج الطاقة من السكريات، قد تزداد إلى الحد الأقصى مع توفر مساحة سطح كبيرة يمكن أن تحدث عليها التفاعلات.

سؤال مقالي

20. ستتنوّع الإجابات. أحد الاحتمالات هو أن عملية الرحلان الكهربيّ أجريت لوقت طويل جدًا، ولذلك، تحركت الأشرطة المنفصلة بعيدًا عن المادة الهلامية تمامًا، بالتالي من المستحيل ملاحظة مدى تباعدها. يمكن تصحيح المشكلة من خلال تنفيذ عملية الرحلان الكهربي الهلامي مرة أخرى بحيث تستمر نصف ذلك الوقت. وبهذه الطريقة من المحتمل أن تبقى كل أجزاء DNA التي تكوّن الأشرطة موجودة في المادة الهلامية.

israa alda