الفصل الخامس عشر

الچينات فى حياتنا كما ترسمها الصور

المهندس وقد دخل الثلاثة داخل المتحف :

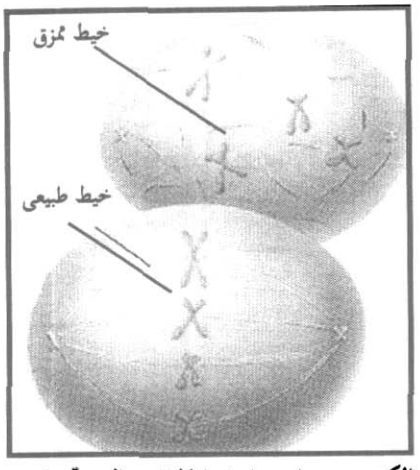
هذا هو المتحف العلمى ، فيه سنتجول فى ذلك الجناح الكبير الخاص بتطبيقات الهندسة الوراثية ، لتريا ما حدثتكما عنه ، وأسمع منكما فى النهاية رأيكما فيما تضمنه هذا المتحف من صور توضح تلك التطبيقات .

ويبدأ **المهندس** ومعه **أحمد** و **شيماء** جولتهم فى المتحف :

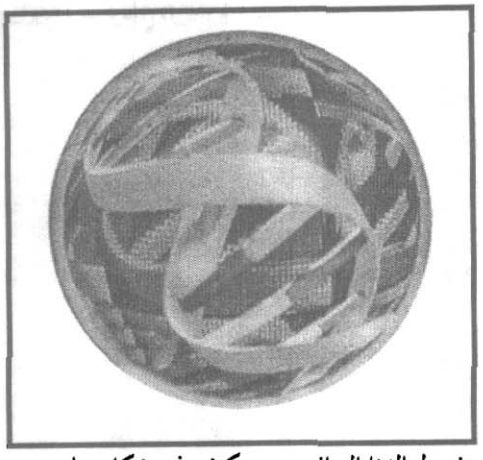
الدنا الوراثى كشريط مزدوج حلزونى ملتف حول نفسه ، ويظهر فى الشكل مدى التكامل البديع للقواعد الآوزتية مع بعضها

$$G \equiv C \qquad A = T$$

وتناغم هيكل السكر فوسفات على كل جانب من جانبى الشريط مع الجانب الآخر .

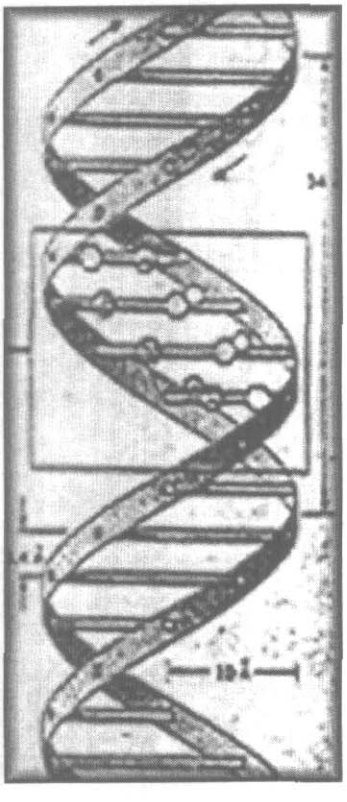


الكروموسومات داخل الخلية ، والتى تحمل الجينات الممثلة للمعلومات الوراثية الموجهة لجميع العمليات الحيوية الخاصة بالخلية الحية من انقسام ونمو ... إلخ .



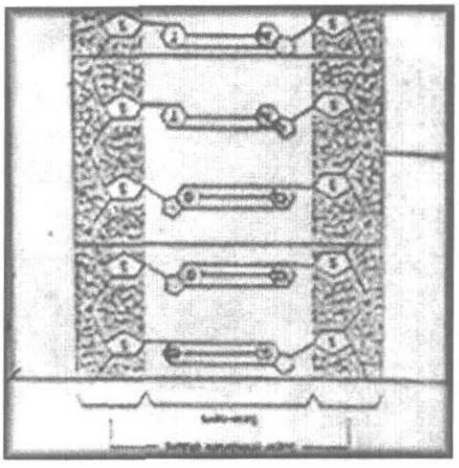
شريط الدنا الوراثى وهو مكثف فى شكل حلزونى مزدوج حاملاً من المعلومات (المعلومات الوراثية) ما ينوء جبل عن حمله ، وبما هو كفيل بالتحكم فى أى شىء يتعلق بالكائن الحى.

★ ★ ★ ★ ★



شريط الدنا الوراثى كما يتضح فى الشكل ، حيث يتكون من تتابعات نيوتيدية على طول شريط الدنا الوراثى المزدوج ، حيث يحدث التفاف على طول الشريط الدناوى (لفة كل عشر نيوتيدات) ، حيث تمثل التتابعات النيوتيدية جينات محددة على طول شريط الدنا الوراثى ، حيث لا يقل عدد التتابعات النيوتيدية المعبرة عن الجين عن ألف تتابع نيوتيدى .

يكون اتجاه أحد الشريطين مضاداً لاتجاه الشريط الآخر ، ويوضح ذلك الأسهم الموجودة على الشريط .



يوضح هذا الشكل الترابط الذى يتم على طول شـــريط الدنا الوراثى "D. N. A" ، حيث ترتبط مجموعة الفوسفات بالسكر الريبـــوزى «سكر خـــمـــاسى» منقـــوص الأكـــجين من خلال رابطة استر ، ويرتبط الـــكر الريبوزى بالقـاعدة الآزوتية والتى قد تكون أدنين (A) أو جوانين (G) أو سيتوزين (C) أو ثايمين (T) من خـــــلال رابطة تساهمية ، بينما تترابط القواعد الآزوتية مع بعضها من خلال روابط هيدروجينية ، وتتسم هذه الروابط بالتخصص ، حيث يرتبط الأدنين بالثايمين برابطة هيدروجينية ثنائية كما يلى T ⋮⋮⋮⋮ A ، حيث يرمز (A) للأدنين، و (T) للثايمين و . . . . للرابطة الهيدروجينية ، أما الرابطة بين C ⋮⋮⋮⋮ G فهى رابطة هيدروجينية ثلاثية ، حيث G تعبر عن الجوانين ، C تعبر عن السيتوزين .

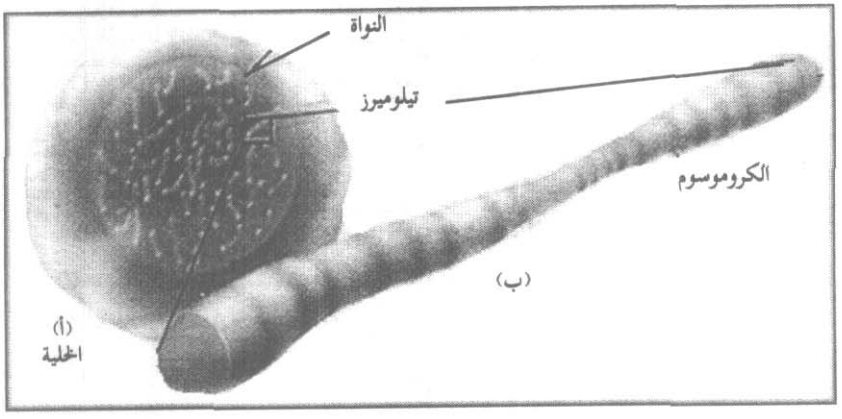
الرابطة الهيدروجينية ضعيفة ، لكن تجمع الروابط على طول شريط الدنا الوراثى D. N. A يعطى قوة لهذه الروابط ، مما يجعل كسرها صعبا ، وهنا يعطى حماية للدنا الوراثى .

★ ★ ★ ★ ★

يوضح الشكل التالى ما يلى :

(أ) الشكل العام للخلية موضحا بها النواة حيث تشير مساحة الدائرة الصغيرة الداخلية إلى السيتوبلازم وما ينتشر به من عضيات تمثل الميتوكوندريا (مركز إنتاج الطاقة فى الخلية) ، وأجهزة جولجى مركز التخزين الإفرازى ، وبعض الجسيمات الدهنية ، والشبكة الأندوبلازمية .

تمثل الحافة الدائرية الخارجية جدار الخلية ، والذى يحمى الخلية من عوامل الضغط والظروف غير المناسبة ، بينما الحافة الدائرية الداخلية تمثل الغشاء النووى (الغشاء الذى يحيط بالنواة) والذى يصل النواة بالمحيط الخارجى الممثل فى السيتوبلازم عبر الشبكة الأندوبلازمية ، والتى تتصل بالغشاء النووى فى أماكن محددة .

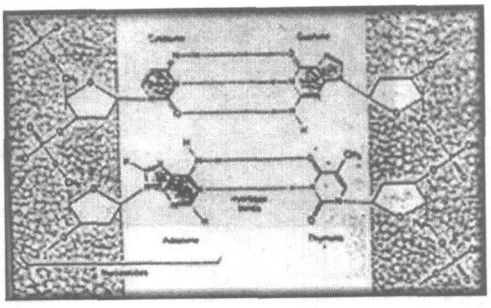


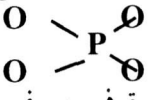
تمثل المساحة الدائرية الصغرى بالرسم «النواة» والتى ينتشر بها البروتينات النووية ، ويتضح فى هذا الجزء تماماً الكروموسومات (حوامل العوامل الوراثية (الجينات)) ، والممثلة بمنحنيات أنبوبية بيضاء ، وعدد الكروموسومات مميزة للجنس ، بمعنى أن الخلايا البشرية (خلايا جسم الإنسان) تبلغ ٤٦ كروموسومًا بينما فى حشرة الدروسوفيلا ١٤ كروموسوما ، وفى نبات الذرة ٧ أزواج من الكروموسومات ، وبأخذ مقطع بالكروموسوم ، وبفحصه يتضح ما يلى كما فى شكل (ب).

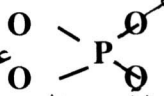
يوضح هذا الشكل أن الكروموسوم يتكون من جسم الكروموسوم الممثل فى الشكل الأنبوبى الطويل ، وهو تركيب بروتينى ، أما الجزء نصف الكروى بآخره فيمثل طرفى الكروموسوم ويسمى بمنطقة التيلومير ، وهى منطقة حساسة فى تركيب الكروموسوم ، حيث تعمل هذه المنطقة على تحديد معدل الانقسام الخلوى للخلية فهى تمثل الساعة البيولوجية لآلية انقسام الخلية الحيَّة .

★ ★ ★ ★ ★

التركيب الكيميائى للدنا الوراثى الذى يتكون من سكر ريبوزى ومجموعة فوسفات وقواعد آزوتية ، يمكننا القول بأنه يتركب من وحدات بنائية دناوية تسمى بالنيوتيدة ، والنيوتيدة تتركب من سكر ريبوزى منقوص الأكسجين (أى الذى ينقص ذرة أكسجين عن المركب النظير له «مركب سكر الريبوزى مكتمل الأكسجين والذى يدخل فى تركيب المادة الوراثية الريبوزية **R. N. A**»).

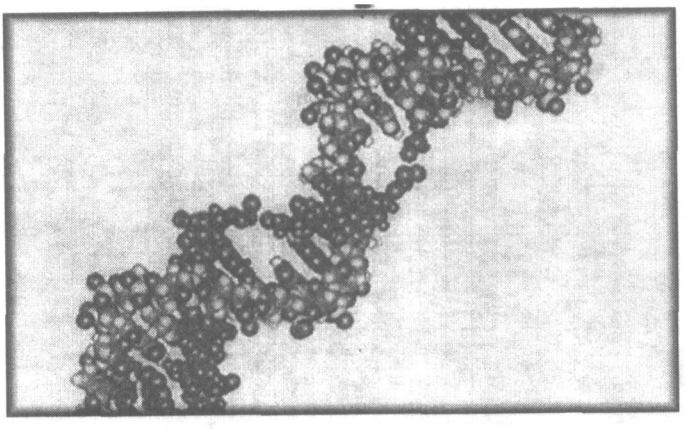


يرتبط السكر الريبـــوزى منقـــوص الأكسجين من طرف بمجموعة فوسفات  (Pou) ، حيث توجد بها ذرة فـوسـفـور مـركـزية ، وأربع ذرات أكسجين موزعة حولها ، ويرتبـــط من الطرف الآخر بالقاعدة الآزوتية والتى قد تكون (T , C, G , A) .

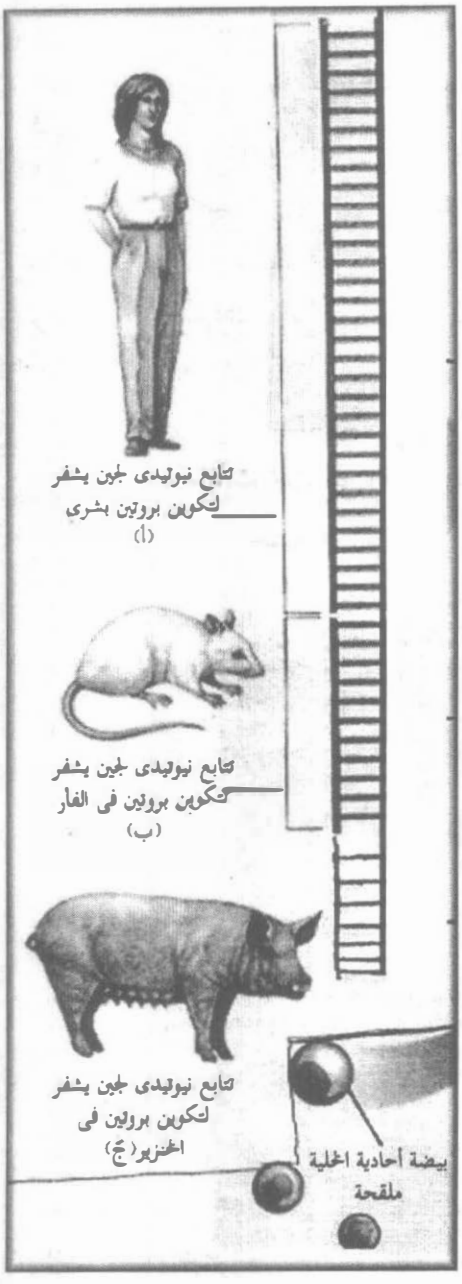


يسمى السكر مع مجموعة الفوسفات على طول الشريط الدناوى بهيكل السكر فوسفات ، بينما تسمى القواعد الآزوتية المترابطة بالنباء الآزوتى الدناوى.

★ ★ ★ ★ ★



يوضح هذا الشكل مدى التعقد فى عمليات الالتفاف والحلزنة الدناوية على طول شريط الدنا الوراثى D. N. A ، حيث يلتف الدنا الوراثى حول نفسه كل عشر نيوتيدات ، وتبلغ عمليات الالتفاف ما يقرب من مائة ألف لفة ، وهذا يتيح للدنا الوراثى أن يتم احتواؤه داخل نواة الخلية ، وأن يأخذ الشكل الحلزونى الملتف ، كما يحدث الترابط الهيدروجينى على طول شريط الدنا الوراثى كما يلى T ===== A ، C ≡≡≡≡≡ G ، لذا يسمى شريط الدنا الوراثى بالشريط الملتف الحلزونى المزدوج .



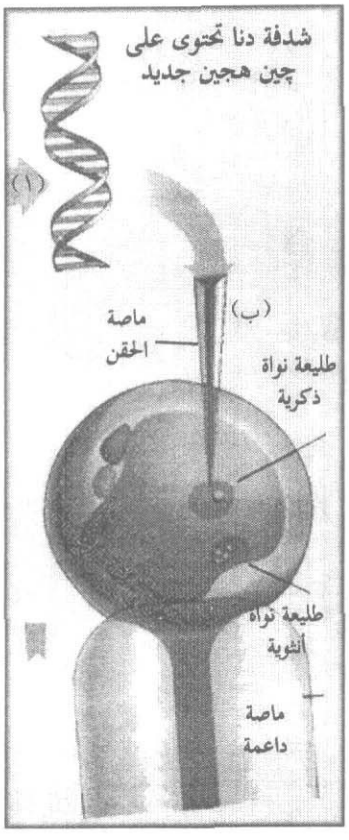
يوضح الشكل المقابل عمليات المضاهاة الجينية ، حيث نلاحظ أن الجين (أ) له تتابع نيوتيدى محدد ، والجين (ب) له تتابع نيوتيدى محدد ، وكذلك الجين (ج).

يمكن من خلال الدراسات الجينية مقارنة التتابعات النيوتيدية لكل من الجينات الثلاثة، حيث نرصد من خلال ذلك التتابع الناقص فى جين ما عن الجينات الأخرى .

يمكن من خلال تخليق هذا التتابع كيميائيا إيلاجه داخل التتابع النيوتيدى للجين المراد تحويره ، بحيث يتوافق هذا التتابع مع غيره من التتابعات .

بهذه الطريقة يمكن تحوير بعض جينات الفئران أو الخنازير لإنتاج البروتينات البشرية والتى قد تكون علاجية أو غير علاجية ، كما يمكن دراسة التتابع النيوتيدى الممرض (المسبب لكون الجين جيناً مرضيا) من خلال حذف هذا التتابع من جين ما ، ثم إدخاله مرة أخرى ، ودراسة الأداء الوظيفى للجين قبل وبعد عملية الإيلاج النيوتيدى (إيلاج نيوتيدة داخل جين) .

* * * * *



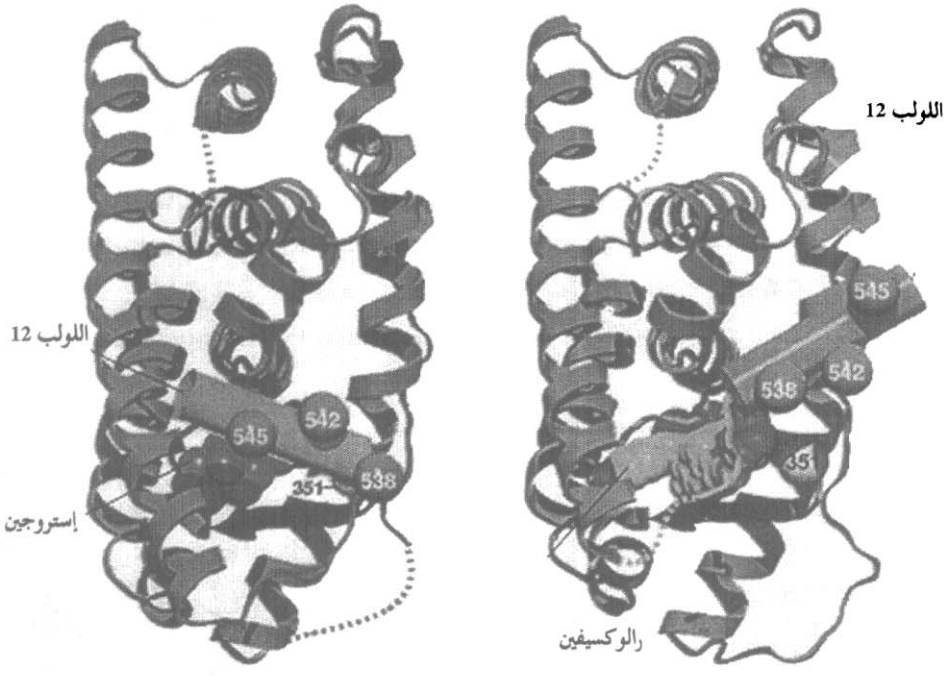
يوضح الشكل المقابل عملية التطعيم الجينى، حيث نحصل على جين يشفر لتكوين مادة مهمة داخل الجسم ، والتى قد تكون : إنزيما أو بروتينا أو هرمونا.

أو يشفر لتوجيه عمليات حيوية مهمة داخل الجسم كضبط المعدل الإفرازى للإنزيمات والهرمونات ، أو ضبط عمليات انقسام الخلية ، أو ضبط عمليات التمثيل الغذائى .

يتمثل هذا الجين فى تتابع نيوتيدى محدد ويسمى ذلك بشدفة الدنا الوراثى ، وهى التى يشير إليها السهم رقم (١).

يوضح الشكل (ب) استخدام وسائل الحقن الخاصة بعمليات إيلاج (إدخال) الجين المختار داخل خلية النواة الذكرية ، ومن ثمَّ تكون النواة الذكرية فى هذه الحالة قد أصبحت طليقة نواة ذكرية محورة وراثيا أى أن الجينوم (المحتوى الكلى من الجينات) الخاص بها قد حدث به بعض من التغير نتيجة إدخال جين أو أكثر داخل هذا الجينوم ، ومن ثمَّ فإن حدوث التقاء بين النواة الذكرية والنواة الأنثوية ، يعنى التقاء نواة محورة وراثيا مع نواة عادية ، مما ينتج خلية جنينية محورة وراثيا يختلف نموها وتكوينها الجينى عن النمو والتكوين الجينى عن الخلية العادية ، ولا أقصد بالاختلاف فى هذه الحالة الاختلاف فى إحداث التكوين الجينى ، بل فى صفات التكوين الجنينى الناتج بعد ذلك .

★ ★ ★ ★ ★

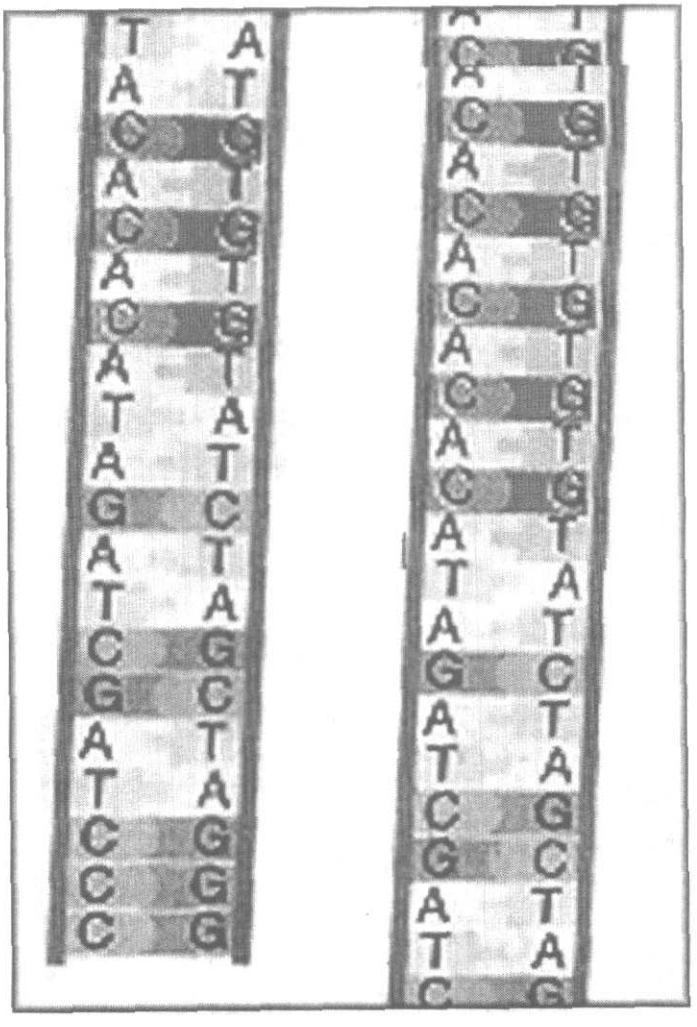


لقد أصبح عالم الجينات الدقيقة ، هو ذلك العالم الذى سيحدد مصير الإنسان فى القرن القادم ، فمن خلال الجزيئات سيمكننا أن نضع ما نريد من المواد الحيوية ، كما سيمكننا توجيه نظم الحياة حسبما نريد ، أو فلنقل حياة حسب الطلب ، ونقصد بذلك عمليات الحياة (العمليات الحيوية) وليست الحياة لذاتها ، فهى ملك فريد للخالق -عز وجل- لا يشاركه فى ذلك أحد.

لكن كيف يتم ذلك ؟

من خلال أدق هذا الجزيئات ، وأهمها ، جزئ الدنا الوراثى ، والذى يمثل الحامل المعلوماتى داخل خلايانا .

★ ★ ★ ★ ★

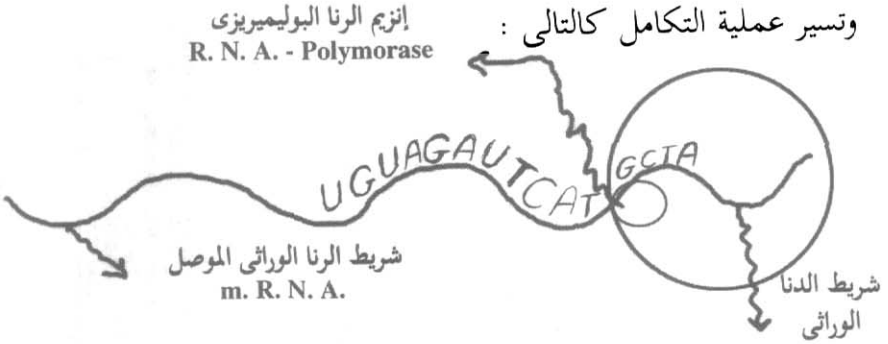


يوضح الشكل المقابل التسلسل الآزوتى للقواعد الآزوتية على طول شريط الدنا الوراثى **D . N . A** ، ويمثل هذا التسلسل أهمية كبيرة ، حيث يتم نسخه **Scription** على شريط الدنا المُوصِّل **R. N. A - mesenger** [أحد أنواع الدنا الوراثى] فى صورة تسلسل آزوتى متكامل مع التسلسل الآزوتى على طول شريط الدنا الوراثى مع مراعاة استبدال القاعدة الآزوتية الثايمين باليوراسيل كالآتى :

T يستبدل بـ **U**

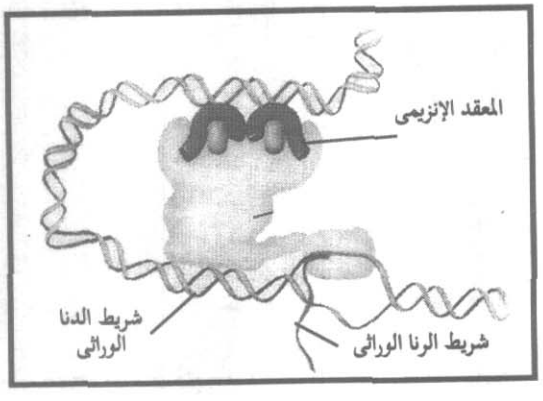
Thymine ثايمين ← ... → **Uracil**

وتسير عملية التكامل كالتالى :



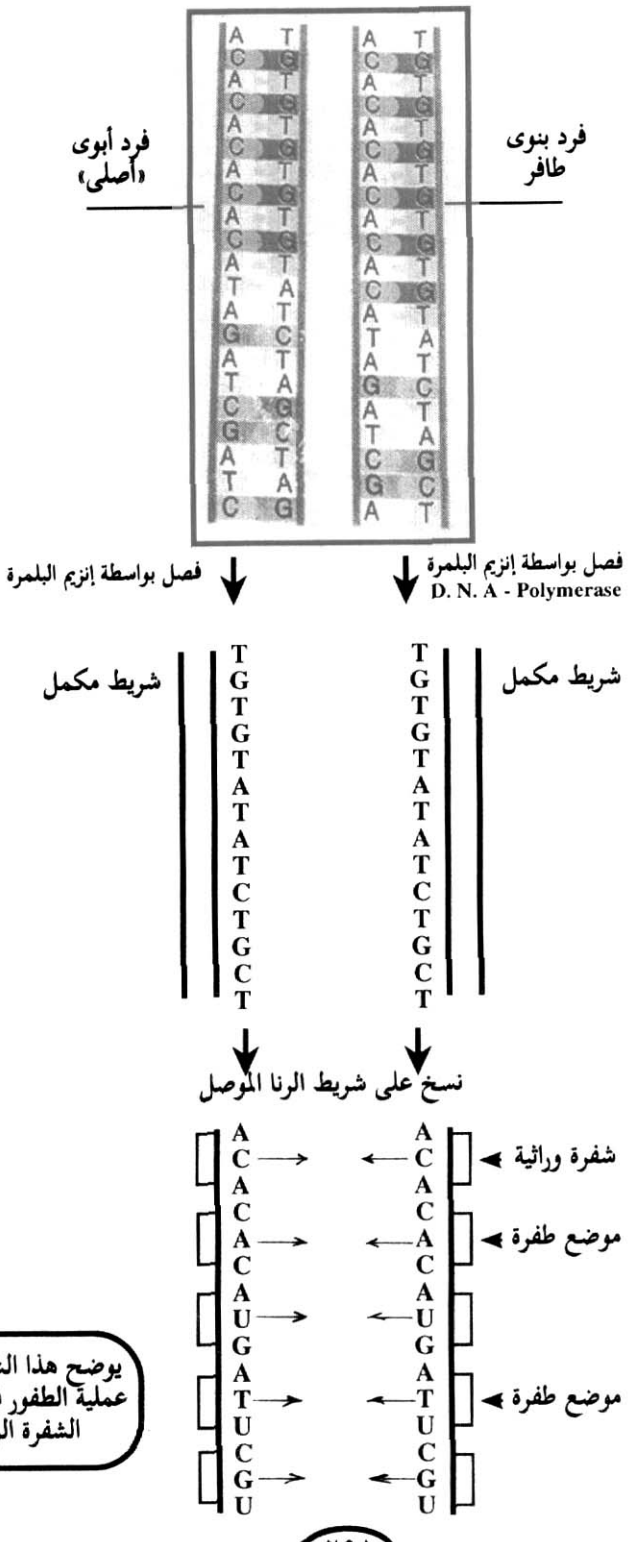
تعرف كل ترتيبة ثلاثية على شريط الدنا الوراثى بالشفرة الوراثية ، ويتكون هذا المصطلح من كلمتين شفرة **Codon** وتعنى تركيب معين مسئول عن تكوين مواد محددة ، ووراثية **genetical** وتعنى أن مسئولية هذا التشفير متوارثة ، وتنتقل عبر الأجيال .

★ ★ ★ ★ ★

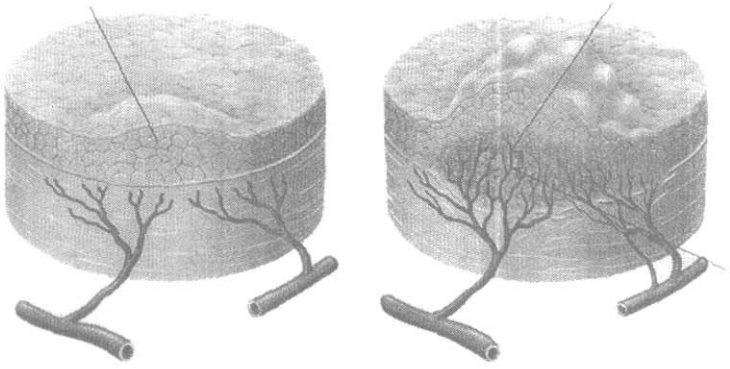


يوضح الشكل المقابل عملية نسخ الدنا الوراثى على شريط الرنا الوراثى من خلال ارتباط إنزيم الدنا البوليمريزى بالدنا الوراثى ، مما يعتبر مؤشراً لبدء عملية النسخ أى نسخ الشفرات الموجودة على شريط الدنا الوراثى فى صورة شفرات مكتملة على شريط الرنا الوراثى.

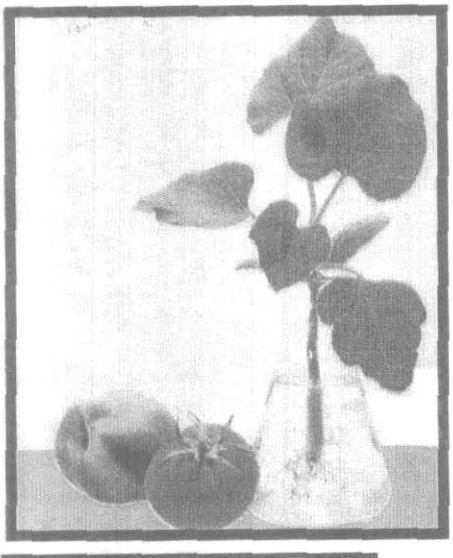
ويتضح شريط الدنا الوراثى فى شكل شريط أزرق اللون مزدوج تشوبه فى بعض أجزائه بعض الحمرة أو قليلا من اللون الأصفر ، بينما يظهر شريط الرنا الوراثى فى شكل شريط مفرد أحمر ، والمعقد الإنزيمى المسئول عن عملية النسخ . **D. N . A Polymerase** فى شكل لون بنى غامق ، كما يلاحظ وجود الدنا الوراثى داخل النواة، كما يلاخظ أن الرنا الوراثى المفرد يتجه إلى الخارج حيث سيتوبلازم الخلية .



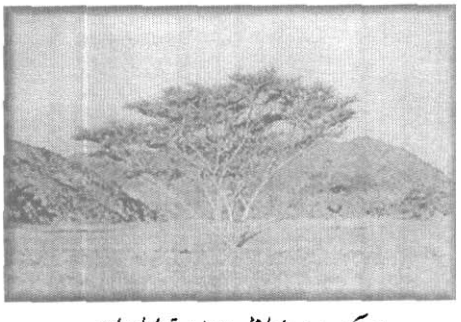
يوضح هذا الشكل تأثير عملية الطفور فى تشكيل الشفرة الوراثية



تتكون الأوعية الدموية تحت توجيه كامل من المعلومات الوراثية المحمولة على الجينات الممثلة للعوامل الوراثية .



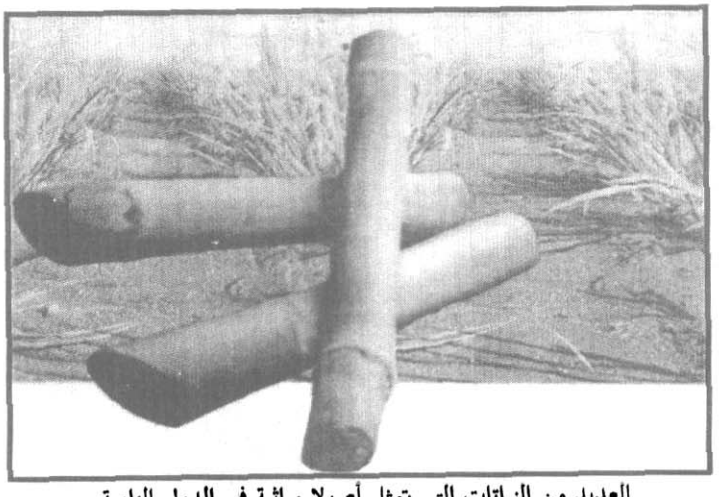
إحدى النباتات المهندسة وراثيًا ، والتى يتم إجراء بعض اختبارات التغذية عليها .



يمكن من خلال هندسة الجينات إنتاج نباتات مقاومة للظروفة البيئية السيئة كظروف الجفاف الشديد

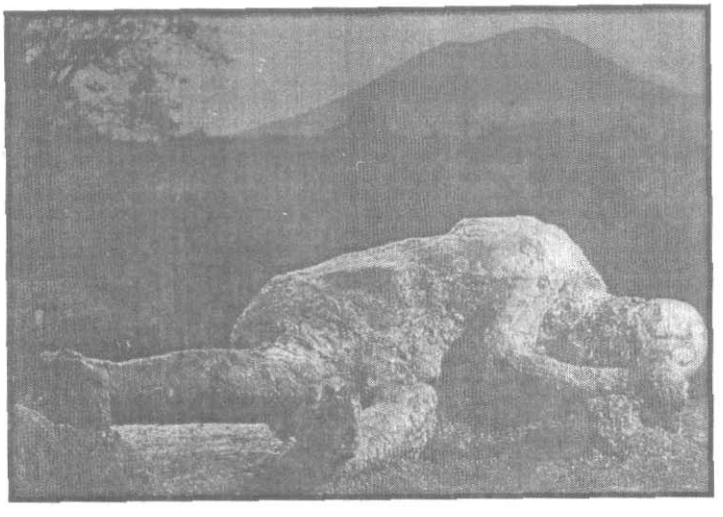
تمثل هندسة الجينات التقنية المهمة فى كشف أسرار العديد من النباتات ، والمواد التى تكونها

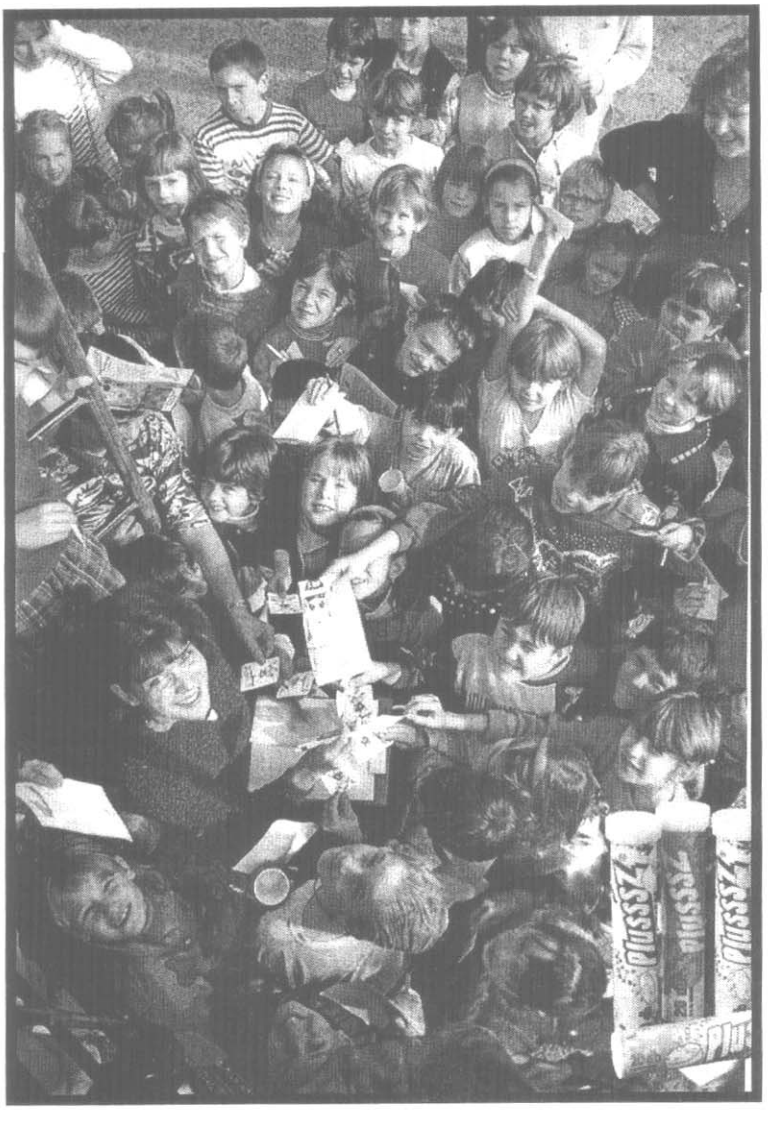
هل ستمثل نباتات القمح المهندسة وراثيا وسيلة مهمة لتوفير احتياجات العالم من القمح المستخدم فى إنتاج الخبز ، والعديد من الصناعات الأخرى ، وذلك من خلال زيادة الإنتاج كماً وكيفاً من خلال عمليات التحوير الوراثى ، أم أنه سيمثل دماراً شاملاً من خلال تحميل جينوم القمح بجينات مرضية .



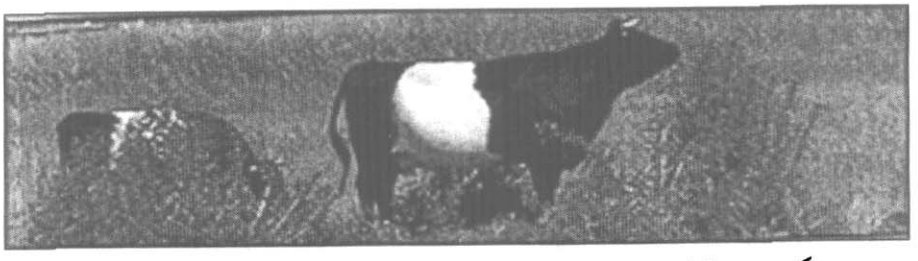
العديد من النباتات التى تمثل أصولا وراثية فى الدول النامية ، تتعرض للقطع الجائر دون مراعاة لقيمتها

الدنا القديم .. لم يعد لغزا محيراً فى عصر الهندسة الوراثيـة ، حيث يطمح العلماء من خلال أبحاث الدنا القـديم فى كـشف أسرار الحضارات القديمة، ومعـرفة السر وراء اندثار الديناصورات ، والزواحف العـمـلاقـة ، والنبـاتات المندثرة .



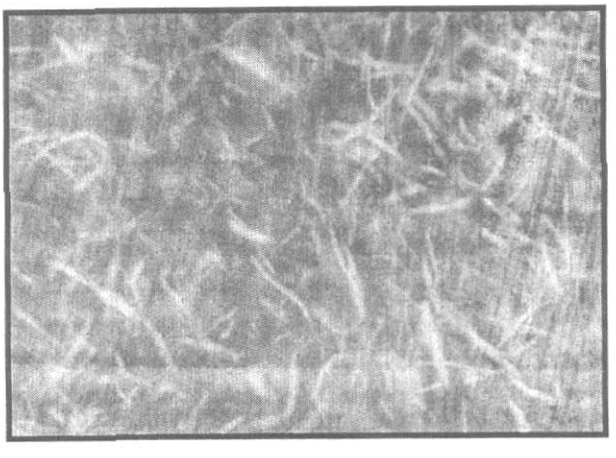


فى تجربة فريدة قام بها د . ماسترز الباحث بالمعامل الجينوجنائية (المعامل التى تهتم بدراسة استخدام التقينات الجينية فى أبحاث علم الجريمة) ـ حيث قام بدراسة دور الجينات ، وما تحمله من معلومات وراثية فى تفسير سلوك العديد من الأطفال عند وجود مؤثر واحد يؤثر عليهم

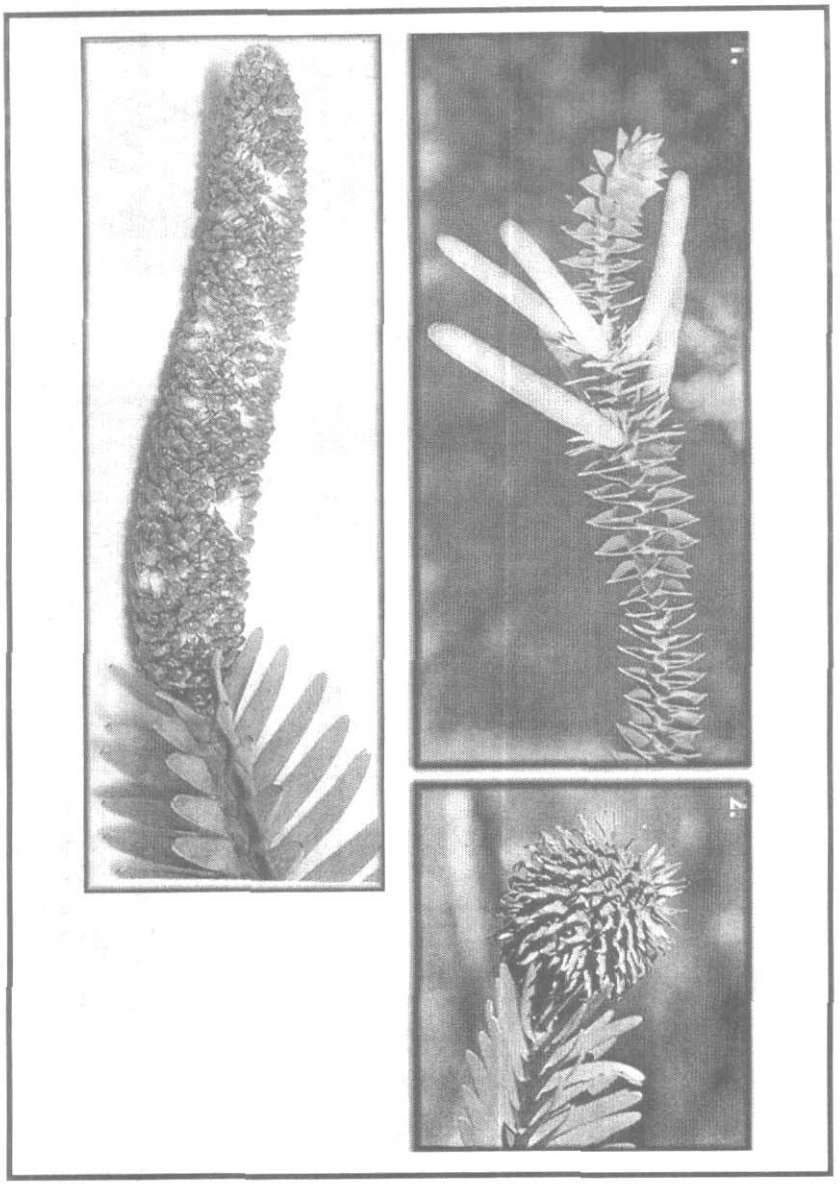


يمكن من خلال تقنية «هندسة الجينات» الوصول فى مجال الإنتاج الحيوانى إلى وضع التخصص ، حيث يمكن إنتاج بعض الحيوانات المتخصصة فى إنتاج اللحوم ، والبعض الآخر متخصصا فى إنتاج اللبن ، والبعض الآخر فى إنتاج الفراء .

لم تعد أمراض النباتات تشكل أمراً محيراً فى ظل التقدم المذهل لتقنيات الهندسة الوراثية.

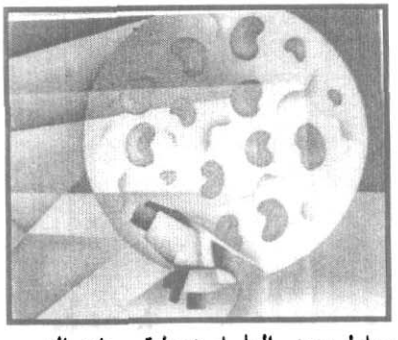


يحاول بعض العلماء خرطنة جينات الطحالب ، وعزلها ، لاستخدامها فى العديد من التطبيقات .

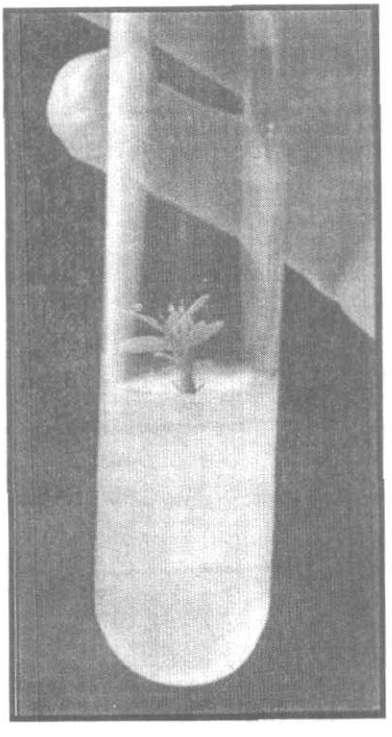


تكون بعض النباتات مواد مهمة ، لذلك يحاول العلماء كشف الجينات المتحكمة فى التشفير لتكوين هذه المواد ، وعزلها ، وحفظها فى بنوك الجينات، لاستخدامها بعد ذلك .

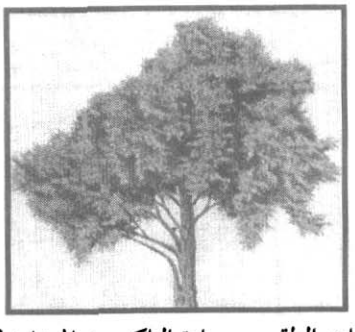
العديد من ثمار النباتات الممثلة للأصول الوراثية المهمة، والتى يمكن خرطنة جيناتها ، وحفظها فى بنوك الجينات



يحاول بعض العلماء خرطنة جينات الدم ، للوصول إلى تصنيع الدم الصناعى المهندس وراثيا ، والذى يرى بعض العلماء أنه يمكن أن يطرح فى الأسواق فى القرن القادم.

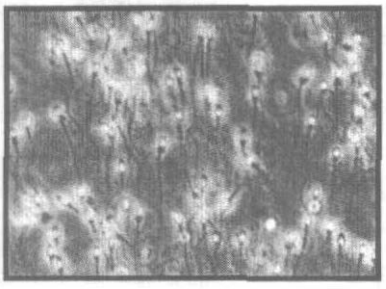


دراسة الجينات المتحكمة فى عملية النمو تحت ظروف نمو مختلفة تمثل موضع اهتمام الباحثين فى عمليات النمو

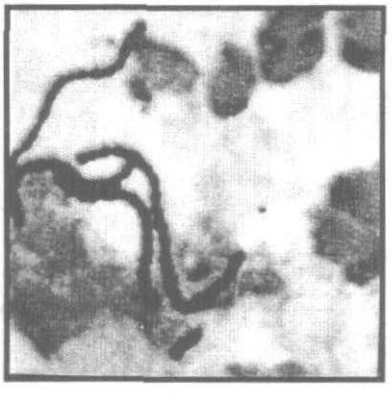


يفرز نبات الطقسوس مادة التاكسويد المضادة للسرطان لكن ما يهم العلماء الآن هو كشف وعزل الجينات للشفرة لتكوين هذه المادة ، ودراسة إمكانية الاستفادة من ذلك .

التركيب الغدى وطريقة إخراج الأنزيمات والهرمونات منها يتم من خلال التعبير الجينى للعديد من الجينات

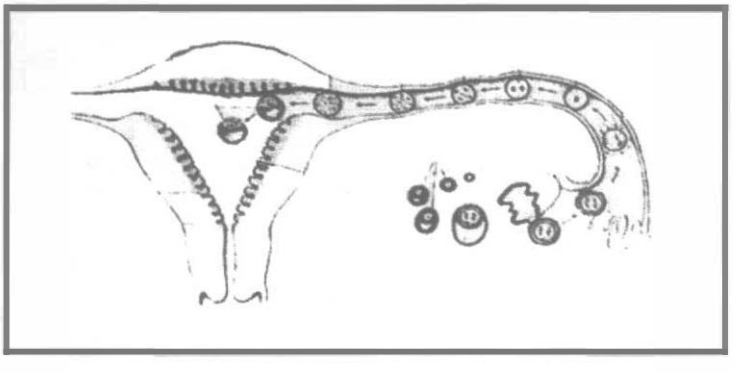


يمثل الطاقم الوراثى للحيوانات المنوية والممثل لحامل نصف المعلومات الوراثية فى التكوين الجنينى ، موضع اهتمام العديد من الباحثين بهندسة الجينات والمهتمين بحثيا بتحليل الأطقم الوراثية.

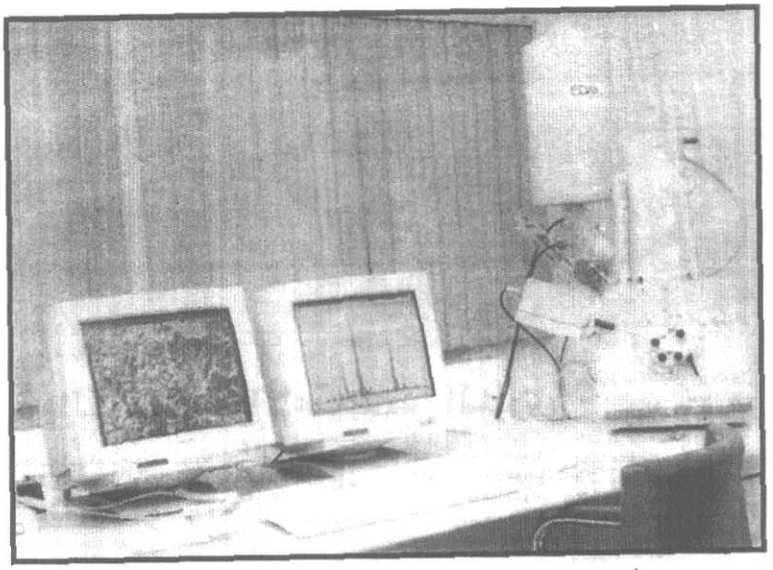


الإفراز الغدى للإنزيمات تتحكم فيه جينات محددة فى الطاقم الوراثى للكائن الحى .

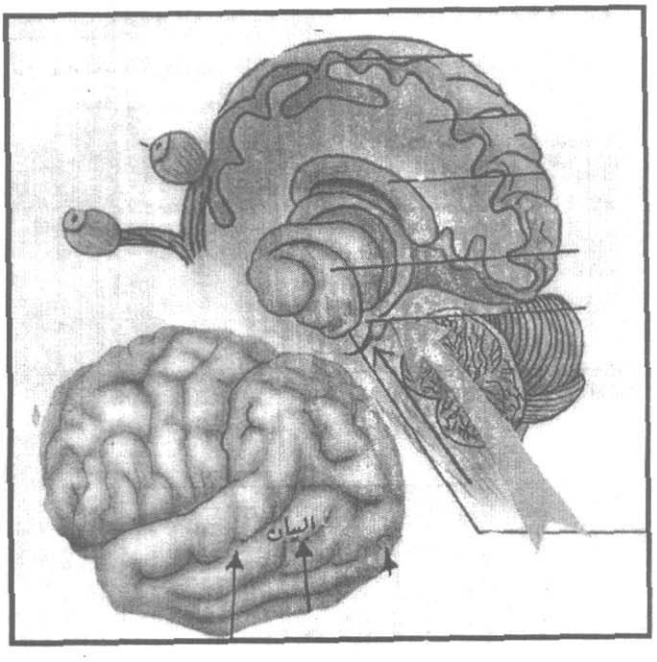
رغم أن ديلموت قد نجح فى استنساخ النعجة دوللى ، إلا أن العالم كله ينتظر الإجابة عن سؤال مهم : ماذا بعد دوللى ؟



يدرس العلماء الآن إنتاج أرحام صناعية لاستخدامها فى عمليات الكلونة (الاستنساخ الحيوى).

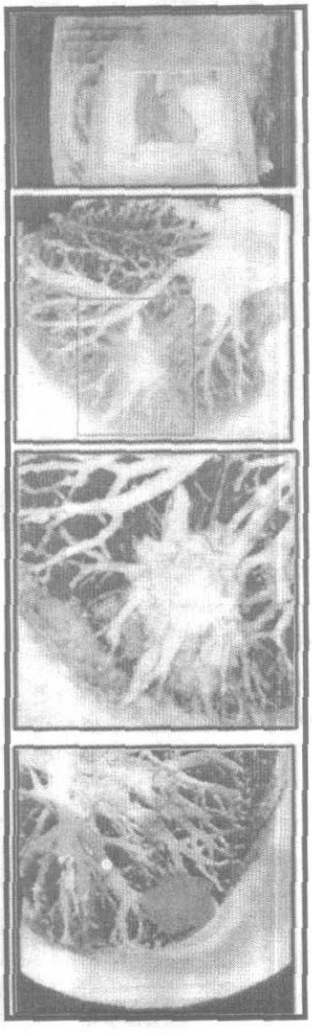


لقد ساعدت أجهزة الفحص الدقيق وبخاصة الميكروسكوب الإلكترونى على كشف سر النواة ، كما ساعدت أجهزة الحاسوب «الكمبيوتر» على تحليل المعلومات الوراثية، وتخزينها ، واستدعائها وقت الحاجة ، والاستفادة منها ، وطرحها على جميع العاملين فى مجال أبحاث الجينات على المستوى الدولى من خلال شبكة الإنترنت ، لنصل فى النهاية إلى تعبير «الجينات لمن يريد أن يعرف» وذلك بهدف تحقيق مبدأ المعرفة الجينية الذى يعنى ببساطة معرفة ذات الكائن الحى من خلال

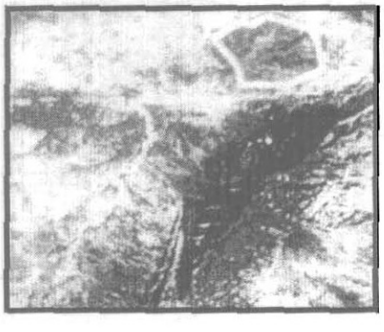


لقد ظل المخ لفترات طويلة يمثل لغزاً محيراً فى تركيبه وأدائه الفسيولوجى ، ونقل الرسائل العصبية من وإلى المخ ، ولكن فى ظل عصر الجينات أصبحنا نمتلك من المعلومات الوراثية ما يكفى لكشف العديد من أسرار المخ ، وكيفية حدوث العمليات الحيوية داخله ، وعمليات التوجيه الشفرى للجينات لكل عمليات النقل العصبى من وإلى المخ.

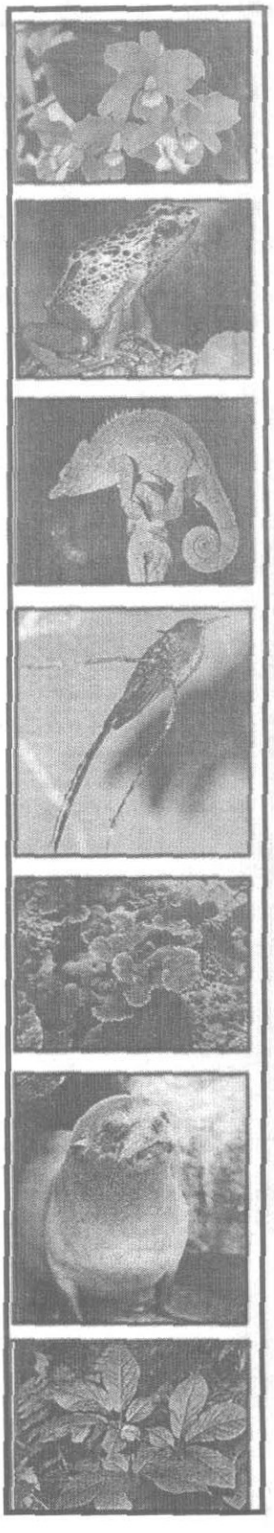
لقد أصبحنا موقنين الآن من وجود جينات تحكم عمليات الانتشار السرطانى عبر أنسجة الجسم المختلفة تلك العبارة قالها : د. م. د . كلفن الباحث الأمريكى والمتخصص فى أبحاث السرطان فى بداية الثمانينيات ، لكن العلماء تمكنوا الآن من كشف وخرطته وعزل الجينات المتحكمة فى عمليات انتشار السرطان من نسيج لآخر.

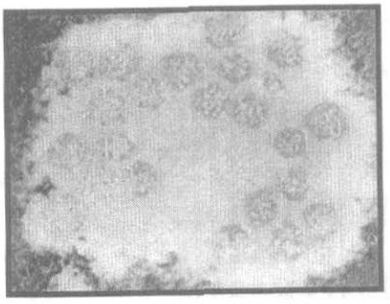


يدرس العلماء إمكانية هندسة بعض البكتريا وراثيا من خلال تحوير فى الجينات المكونة لطاقهما الوراثى بتطعيم جينات محددة تشفر لتكوين مواد كيمانية لاحمة لطبقة الأوزون ، مما سيحمى البيئة من الآثار المدمرة التى تسببها الأشعة فوق البنفسجية ، والتى تسبب سرطان الجلد للكائنات الحية ، كما أنها تتسبب فى رفع درجة حرارة الأرض .

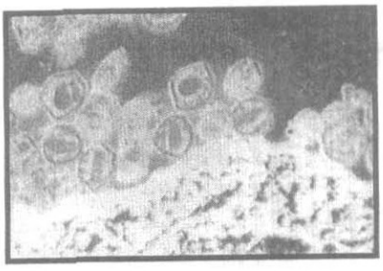


كائنات حية عديدة تختلف فى تركيبها التشريحي وأدائها الوظيفى ، والذى يحكم هذا الاختلاف فى هذه الكائنات الحية هو طاقمها الوراثى.

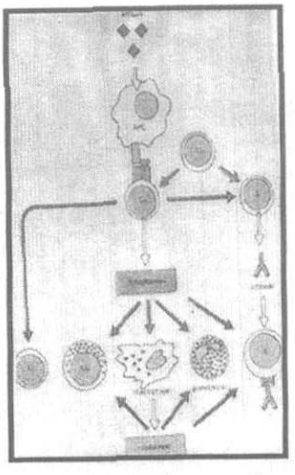




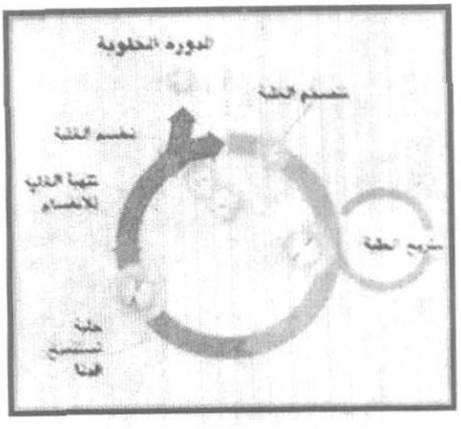
الفيروس الحليمي البشرى المسبب لسرطان الثدى



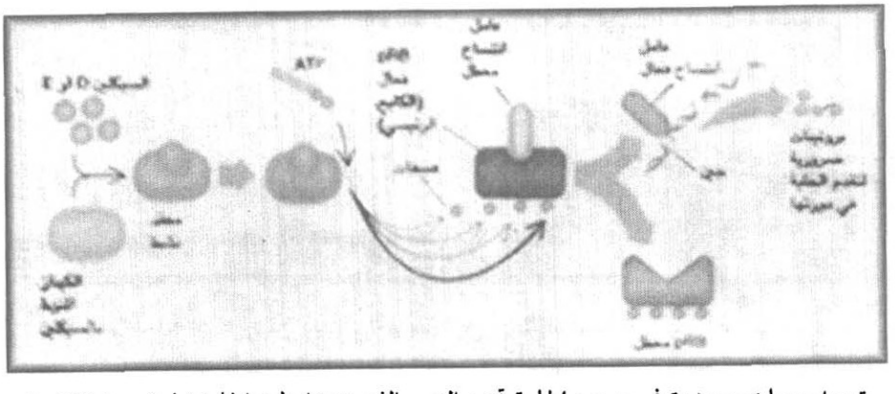
يطمح العلماء إلى التوصل إلى علاج قاطع لمرض الإيدز من خلال العلاج بالجينات



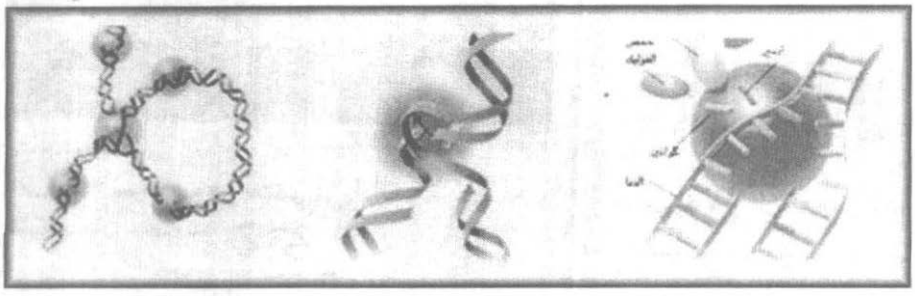
يتم الآن دراسة أسباب فشل الجهاز المناعى للإنسان فى السيطرة على فيروس الإيدز ، وربط ذلك بالتعبير الجينى لكل من جينات الفيروس وجينات الإنسان



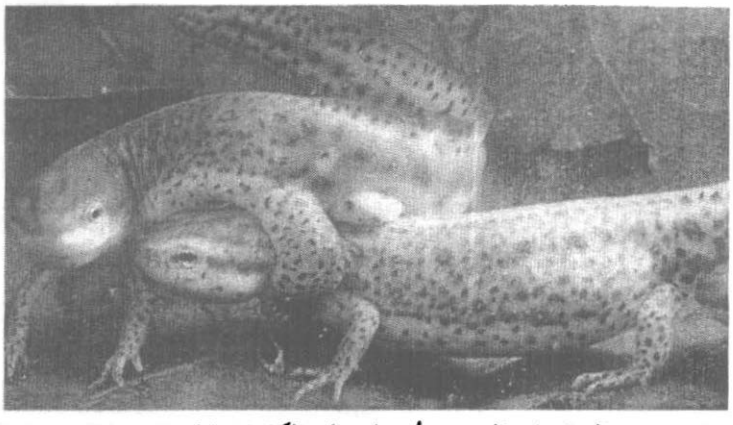
توجد جينات لضبط عملية الانقسام الخلوى ، ومن ثم لا تسير الدورة عشوائيا .



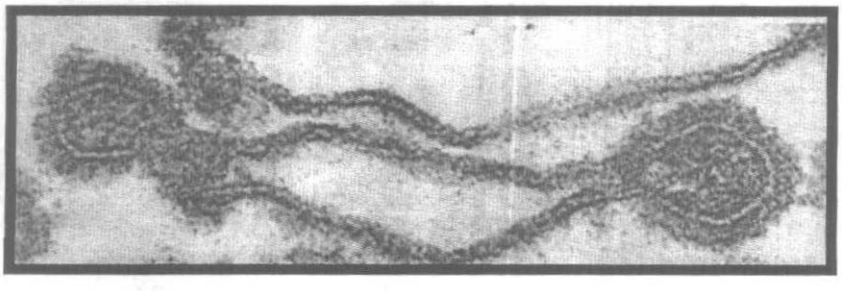
توجد جينات محددة فى جينوم الخلية تحدد الزمن الذى تدخل فيه الخلية الحية دورة الانقسام.



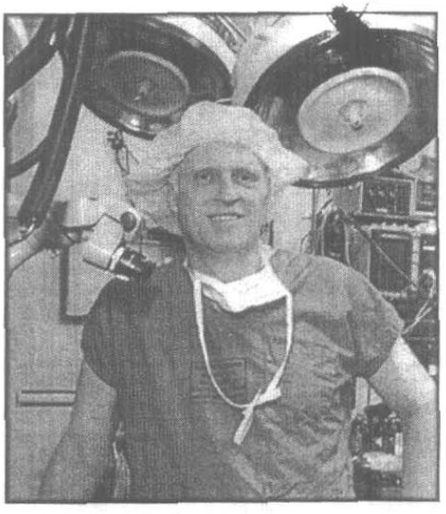
قد ترتبط بعض المواد الكيميائية بالدنا الوراثى ، وتعيق تعبير جينات تحديد وضبط الدورة الانقسامية للخلية من التعبير عن نفسها ، ومن ثم تعطيل الأداء الشفرى لها .



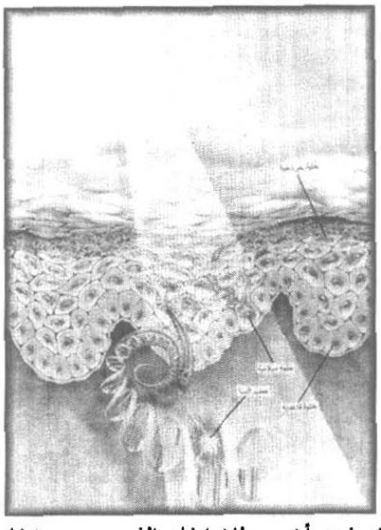
لقد اتضح من الدراسات العديدة أن الحب فى الكائنات الحية يحدث من خلال التحكم الجينى فى تكوين مواد حيوية مسئولة عن عمليات التقارب بين الكائنات الحية، كما يتم دراسة فسيولوجيا الأطقم الوراثية بعد حدوث عملية الحب للاستفادة منها .



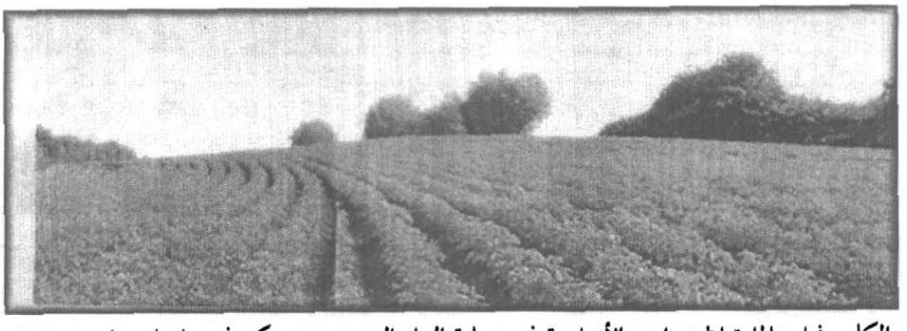
تتم عملية التخزين للإنزيمات المختلفة داخل أماكن مختلفة فى البناء الحيوى للكائن الحى ، يحكم توزيعه جينات محددة فى الطاقم الوراثى



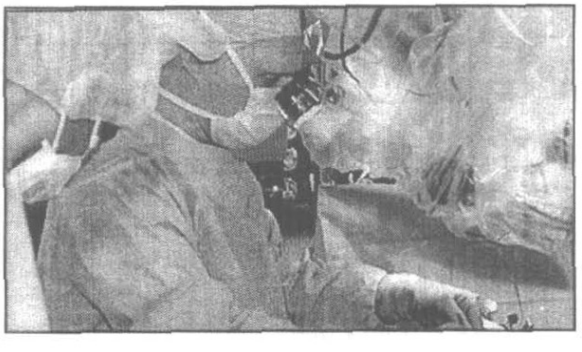
د . هانز وطموحات نحو تحقيق معالجات سرطانية أكثر تقدما «المعالجات الجينية»



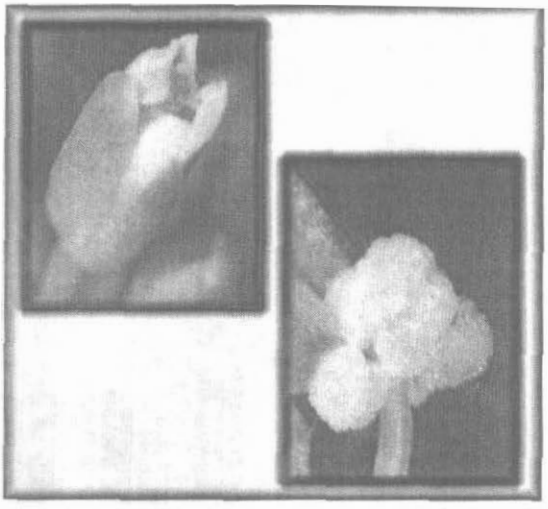
لقد ثبت أن سرطان الجلد الذى يصيب الجلد نتيجة لتعرضه للأشعة فوق البنفسجية لا يحدث إلا إذا توافر لدى الإنسان الاستعداد الوراثى لحدوث ذلك.



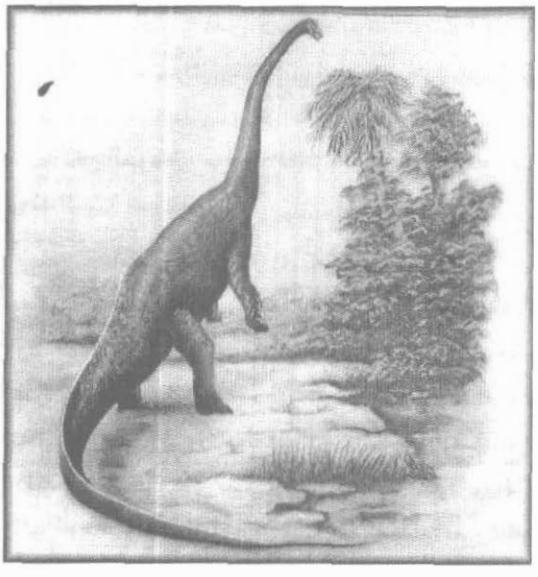
الكلوروفيل «المادة الخضراء» والأساسية فى عملية البناء الضوئى ، يتحكم فى بنائها جينات محددة في جينوم الخلية النباتية (بعض الخلايات النباتية وليس كلها) ، حيث يدرس العلماء عزل هذه الجينات ، واستخدامها فى إنتاج كائنات حية ذاتية التغذية غير نباتية ، وهو أمل يراود العلماء، ويطمحون كثيراً فى تحقيقه .



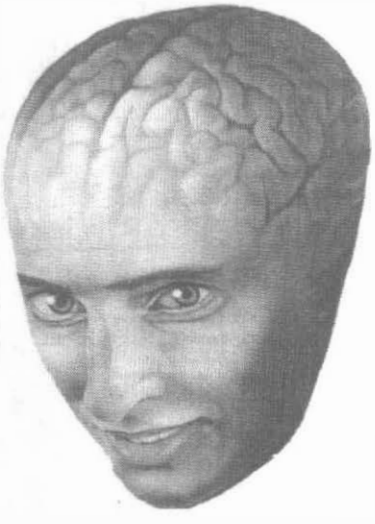
لم تعد الجراحة التقليدية ، ولا الطب التقليدى مجدياً فى ظل ثورة العلاج بالجينات والطب الوراثى .



تفتح الأزهار ، وتكون الثمار يتحدد طبقاً لبرنامج وراثى محمول فى جينوم الخلايا يتحدد طبقا له معدل النمو وطريقته والعمليات الحيوية المصاحبة للنمو ، والحادثة قبله وبعده



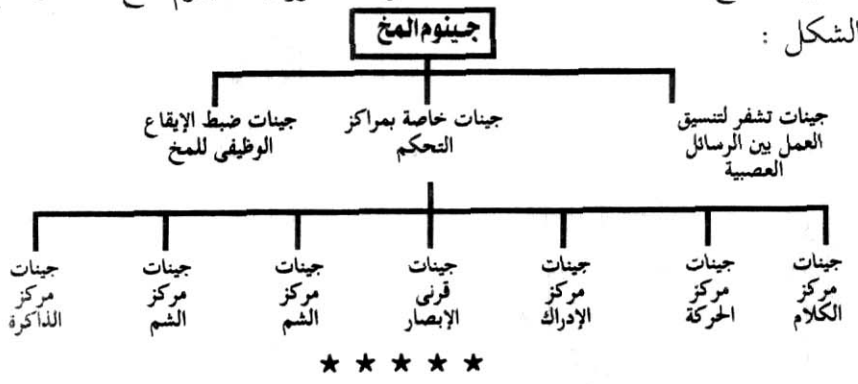
الديناصورات تلك الكائنات العملاقة التى عاشت يوماً ما على سطح الأرض، وتعرضت للانقراض ، يدرس العلماء إمكانية إعادتها للحياة على سطح الأرض من خلال مادتها الوراثية .

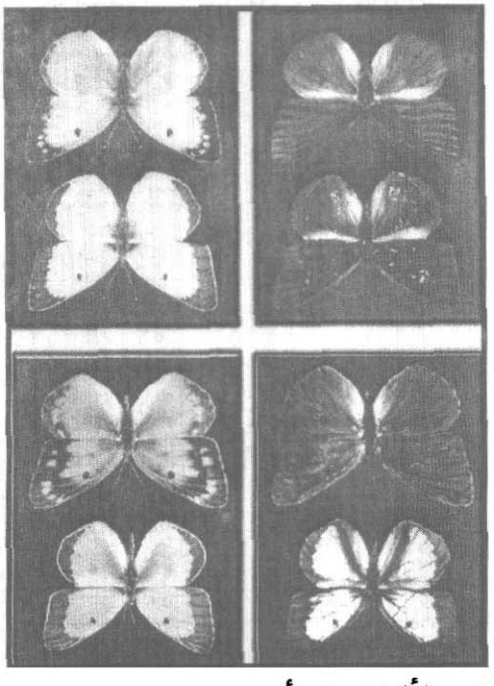


المخ البشرى المحتوى على جميع مراكز التحكم المسئولة عن إصدار التعليمات للأعضاء لتمارس سلوكًا محدداً ومن أمثلة ذلك مركز الحركة ومركز الكلام ومركز الإحساس ومركز السمع ومركز الإبصار ومركز الإدراك ، ومركز الشم ، ومركز الذاكرة ، كنا نتعامل معه على أنه مجمع من العمليات الفسيولوجية التحكمية فى مختلف أعضاء

الجسم ، لكننا الآن ننظر إليه على أنه مجمع من المعلومات الوراثية المتباينة والمشفرة لتوجيه مراكز المخ المختلفة لأداء عملها ، كل حسب تخصصه ، فالجينات التى تشفر لتوجيه مركز الكلام تختلف عن الجينات التى تشفر لتوجيه مركز الحركة ، تختلف عن الجينات التى تشفر لتوجيه مركز الإدراك ... إلخ .

ويمثل مجمع تلك الجينات المحملة بالمعلومات الوراثية جينوم المخ كما يتضح من هذا الشكل :

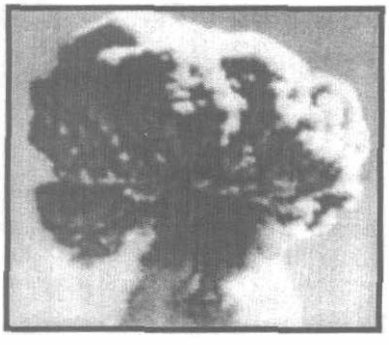




كلنا ننظر إلى اختلاف الألوان على أنه شىء يعبر عن مسحة متفاوتة من الجمال الذى منحه الله للكائن الحى ، فهذا الكائن جميل ، وهذا الكائن غير جميل ، وهذا

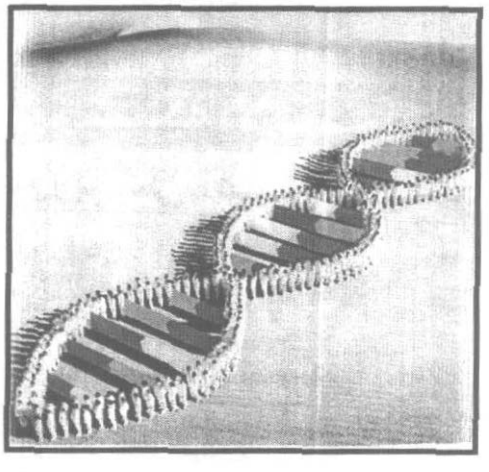
الكائن قبيح ... إلخ ، لكن ما أثبته العلماء الباحثين فى هندسة الجينات أن هذا الاختلاف فى الألوان يمثل الانعكاس الواضح للتعبير الجينى للجينات المكونة للصبغات التى تضفى على الكائن الحى لونا ما ، فصبغة لون ماتختلف عن صبغة لون آخر ، كما أن تركيز الصبغة عامل مؤثر فى تحديد تدرج الألوان ، ويتحدد تركيز الصبغة سواء كان كبيراً أم متوسطاً أم صغيرا من مدى درجة التعبير الجينى للجينات المشفرة لتكون الصبغة ، ومن ثمَّ يمكننا القول بأننا نتلون بما تحمله جيناتنا من معلومات وراثية.

★ ★ ★ ★ ★

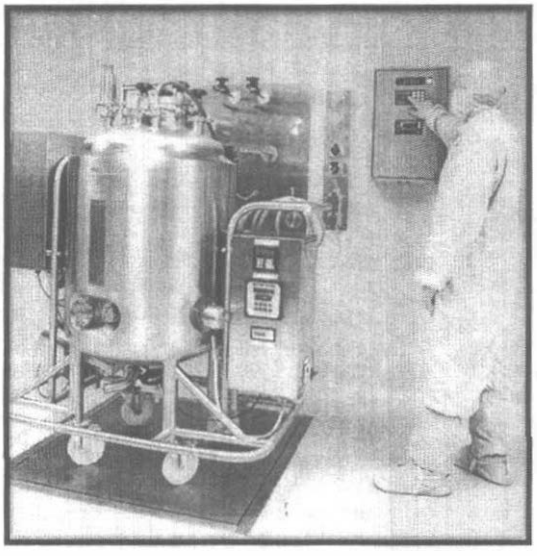


لم تعد الحرب النووية هى الممثلة للخطورة الوحيدة للبشرية ، بل الأخطر من ذلك حرب الجينات ، والتى تعتمد على تحميل الجينات المرضية داخل كائنات حية.

★ ★ ★ ★ ★



يوضح هذا الشكل ببساطة شديدة اللولب الحلزونى الملتف (الدنا الوراثى) **D. N . A** وهو معروض فى إحدى اللوحات الفنية ، وقد صممه الفنان فى شكل إسورة ذهبية وكتب تحتها : «نمتلك فى ذاتنا ما هو أثمن من الذهب.. معلوماتنا الوراثية» .

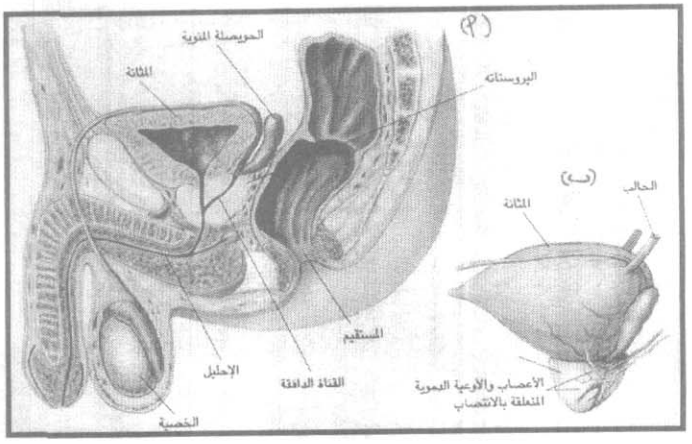


بعض الأجهزة المستخدمة فى عملية الاستنساخ الحيوية (الكلونة) **Cloning** حيث تتميز هذه الأجهزة بقدرة عالية على الأداء المتميز ، والتعامل الدقيق والحساس للعينات البيولوجية ، ونعنى بالحساسية للعينات البيولوجية أنه يتأثر بأى جزىء بيولوجى ، وليس خلية فحسب ، ويعرف ذلك بـ «الحساسية ـ **Senstivity** » تمييزاً لها عن الحساسية ضد **Allergy** ، والتى تعنى رد الفعل البيولوجى المتوقع للمواد الضارة بالجسم تجاه أى مؤثر خارجى.

يطمح العلماء من خلال عملية الاستنساخ الحيوى إلى التغلب على العديد من الأمراض التى كانت فى الماضى شبحًا مخيفًا للإنسان ، وذلك من خلال استنساخ الأعضاء البشرية من خلايا سليمة من الأعضاء المعطوبة ، أى يمكننا القول حينئذ بأن الأعضاء البشرية ستكون حسب الطلب ، وهو موضوع تقنوى بحت بمعنى أنَّ العلماء ينفذون تقنية ما لانجاز عملى لكن أخلاقيات استخدام هذه التقنية هو أمر متروك للعديد من علماء الإنسانيات وعلماء الدين وغيرهم للإدلاء بآرائهم ، ومن خلال ذلك نصل إلى الإجابة عن استفسارهم:

هل تستخدم هذه التقنية أم ترفض ؟؟

ولماذا يجب استخدامها ؟ ولماذا يجب رفضها ؟



سرطان البروستاتا ، والذى يصيب غدة البروستاتا ، مما يؤدى إلى تعطلها عن أدائها الوظيفى .

تعتبر البروستاتا من الغدد الملحقة بالجهاز التناسلى الذكرى ، حيث تمثل حاجزاً بين الجهازين البولى والتناسلى ، ويأخذ الجهاز البولى الشكل المثلثى ممثلا فى المثانة أعلى البروستاتا ، أما الجهاز التناسلى الذكرى فيمثله الجزء غامق اللون أسفل البروستاتا .

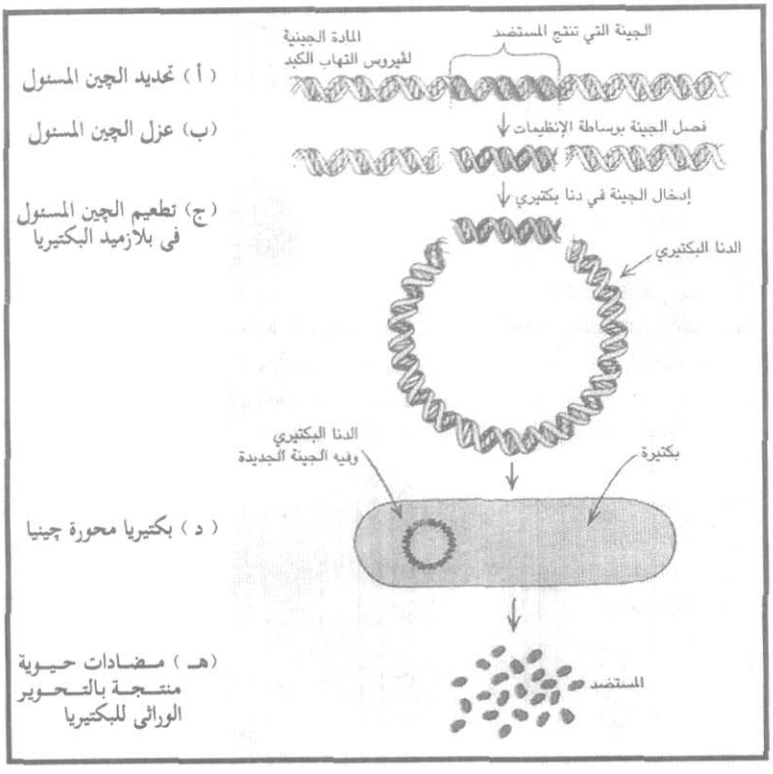
يوضح الشكل «ب» موقع البروستاتا بالنسبة للمثانة ، حيث المثانة من أعلى ، أما البروستاتا فتقع من أسفل وتأخذ اللون الفاتح .

ويمكن استخدام الأشباه الجينية (تركيب جينى مكمل فى تتابعاته لتتابعات الجين المسبب لسرطان البروستاتا) مما يجعلنا نتعرف على حدوث سرطان البروستاتا من عدمه من خلال عملية التكامل الجينى الحادثة على طول شريط الدنا الوراثى ، والتى تظهر فى صورة نقاط سوداء عند التصوير بواسطة الأشعة السينية **X- Rays** .

يمكن من خلال عمليات الاستئصال أو التثبيط الجينى منع حدوث إصابة البروستاتا بالسرطان ، بل ومنع انتشار السرطان من أنسجة البروستاتا إلى سائر الأنسجة الأخرى .

لذا فالجينات هى المسئولة عن عمليات السرطنة المختلفة التى تحدث بأنسجة الجسم، وتستخدم أيضا لعلاج تلك الأنواع السرطانية .

★ ★ ★ ★ ★



يوضح هذا الشكل كيفية تحوير بعض البكتيريا لإنتاج المضادات الحيوية ، حيث توضح الخطوة (أ) تحديد الجين المشفر لتكوين المضاد الحيوى (تتابع من النيوتيدات يشكل الجين) ، وتتم عملية تحديد الجين من خلال تقنيات محددة، ثم يتم فى الخطوة (ب) فصل هذا الجين فى تسلسله النيوتيدى بواسطة إنزيمات القصر البكتيرية، والتى تقطع التتابع على جانبى التتابع المكون للجين ، ثم يتم فى الخطوة (ج) قطع الدنا البكتيرى الدائرى المعروف بالبلازميد بنفس إنزيم القصر القاطع للجين ، ثم يتم إيلاج (إدخال) الجين فى التتابع الدناوى للبلازميد ، ثم يتم ربط طرفى الجين مع طرفى الدنا البكتيرى من خلال إنزيمات الربط الدناوى المعروفة بـ "Ligase" .

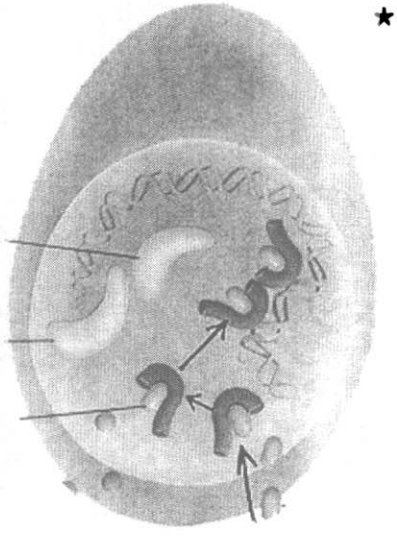
يبدأ الجين ـ كما هو موضح فى الخطوة (د) فى التعبير عن نفسه والتشفير لتكوين المضادات الحيوية ، أى أن البكتيريا أصبحت فى هذه الحالة مصنعا لإنتاج المضادات الحيوية ، والموضحة فى الخطوة (هـ) فى شكل الأشكال الحمراء .

يجب أن نشير أن عملية التحوير الوراثى للبكتيريا بجعلها منتجة للمضادات الحيوية

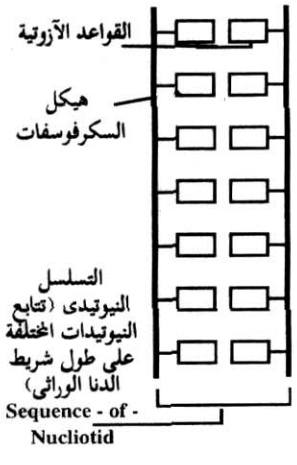
لا يستهدف إنتاج بكتيريا واحدة فقط محورة وراثيا لأن ذلك لن يكون مجديا إطلاقا من الناحية الوراثية ، لكن ما يحدث هو الانقسام المتكرر للبكتيريا من خلال دورات الانقسام الثنائى البسيط منتجة فى زمن قصير ملايين الأفراد البكتيرية الحاملة لنفس الجين ، والتى يمكنها إنتاج المضاد الحيوى المراد ، والمُشفر له من خلال الجين الذى تم إدخاله داخل الدنا الوراثى الدائرى للخلية البكتيرية .

أى أننا سنعيش فى المستقبل عصر المضادات الحيوية حسب الطلب ، أى طبقا لما نحتاج .

★ ★ ★ ★ ★

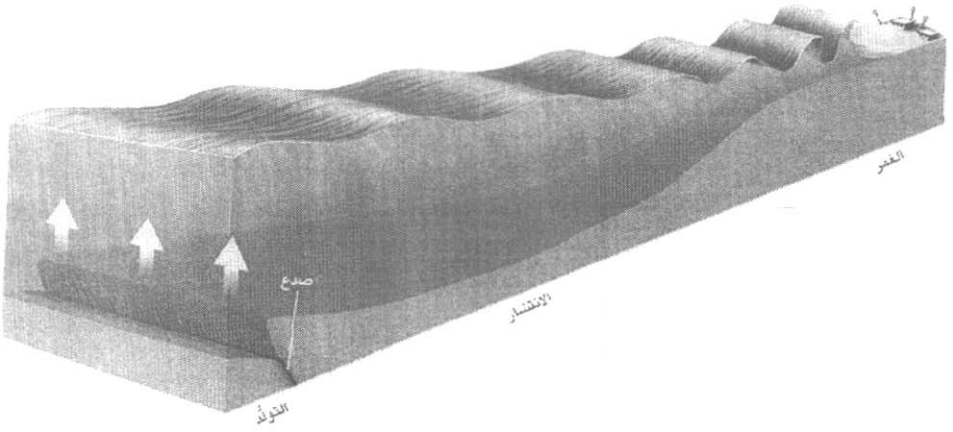


إن صناعة الجزيئات البيولوجية ليس بالأمر اليسير ، بل يحتاج إلى عمل تكاملى بديع من خلال العديد من الجينات الحاملة للمعلومات الوراثية ، والتى تتمثل فى تتابعات نيوتيدية محددة على طول شريط الدنا الوراثى **D. N. A** ، حيث لا يقل طول التتابع على الشريط عن ألف تتابع كما يلى :



حيث يتم نسخ الشفرات الموجودة على شريط الدنا الوراثى فى صورة شفرات على طول الشريط الوراثى ، حيث تعبر كل شفرة عن حامض أمينى محدد يتم وضعه فى مكانه الشفرى ، حتى تتكون سلسلة كاملة متتابعة من الأحماض الأمينية تعبر عن مركب بيولوجى ما .

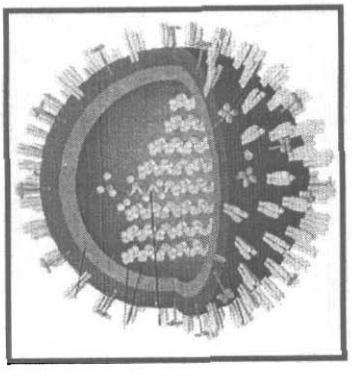
تحتاج هذه العملية لتعاون وتكامل العديد من الإنزيمات والأنواع المختلفة من الرنا الوراثى سواء كان ذلك الرنا الموصل **mesenger - R. N. A** أو الرنا الناقل **transfer - R. N. A** أو الرنا الريبوسومى **ribosomal - A. W. A** .



تمثل الزلازل مشكلة خطيرة للإنسان منذ أن هبط إلى الأرض ، حيث يؤدى حدوثها إلى كوارث عديدة يذهب ضحيتها آلاف الضحايا من البشر ، وللتغلب على ذلك بدأ الإنسان يبتكر أجهزة تتوقع بالزلازل ، لكن هذه الأجهزة عجزت عن ذلك ، فطور أجهزة ترصد الموجات الزلزالية ، وتوضح قوتها ومصدر نشأتها وانتشارها .

لكن فى عصر الجينات اكتشف العلماء وجود أنواع بكتيرية فى اليابان يمكنها أن تتوقع بحدوث الموجات الزلزالية قبل أن تقع ، وتجرى العديد من الأبحاث والدراسات الآن بهدف كشف التشفير الوراثى ومعرفة الجينات المشفرة لتكوين المركبات الحساسة للموجات الزلزالية والداخلة فى بناء جدار الخلية البكتيرية ، مما سيجعل من هذه البكتيريا وسائل تقنوية عالية المستوى للتوقع بالموجات الزلزالية ، كما يمكن عزل هذه الجينات بعد تحديدها ، وتطعيمها فى الجينوم البشرى ، مما سيجعل الإنسان فى المستقبل يمكنه أن يتوقع بحدوث الموجات الزلزالية قبل أن تقع ، مما سيمكنه من تفادى العديد من الكوارث المحتمل وقوعها إذا ما حدث الزلزال .

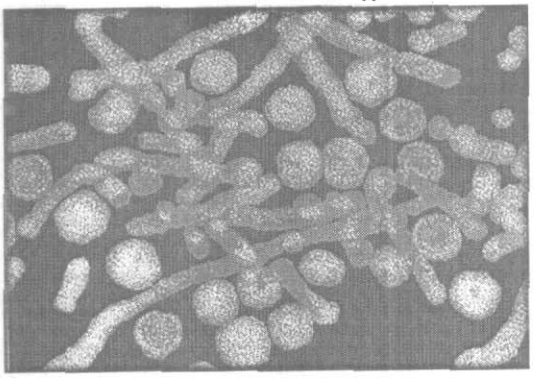
★ ★ ★ ★ ★



فيروس الإنفلونزا ، والذى نعانى منه باستمرار ، أصبح بإمكاننا السيطرة عليه من خلال تحوير الخلايا المناعية جينيا لتعمل على بللورة الفيروس بمجرد دخوله إلى داخل الجسم (أى تحويله إلى بللورات) ومن ثمَّ لا يستطيع أن يعبر عن نفسه .

وقد تم التعرف على هذا الجين داخل جينوم الفيروس ، وهو المسئول عن كون الفيروس مادة حية داخل الخلية ، ومادة غير حية خارجها ، مما سيحدث طفرة طبية فى معالجات فيروس الإنفلونزا مستقبلا .

★ ★ ★ ★ ★



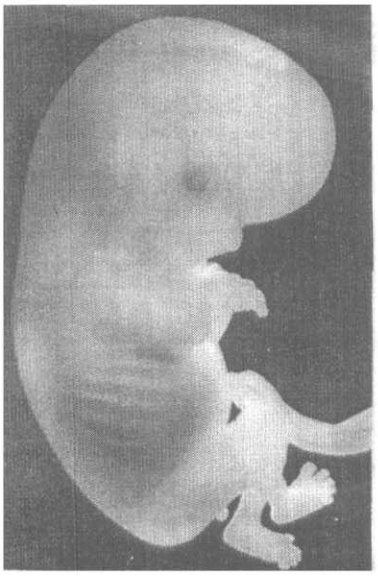
فيروس الالتهاب الكبدى الوبائى **Hepatitis** من السلالة **(B)** ، والذى يؤدى إلى تدمير خلايا الكبد ، مما يؤدى فى النهاية إلى الوفاة المحققة ، ورغم الصعوبات البالغة التى تواجه العلماء فى إمكانية تحقيق معالجات جيدة للالتهاب الكبدى الوبائى ، إلا أن الآمال فى التوصل إلى علاج ناجح للالتهاب الكبدى الوبائى من خلال العلاج بالجينات ، والتى تعنى استخدام المعلومات الوراثية المحملة على الجينات المكونة لجينوم الخلية الحية لإصلاح ما يمكن أن يصيب الخلية الحية من أعطاب قد تودى فى النهاية بحياتها ، وستمثل ثورة لها آثارها المهمة فى حقل المعالجات الموجهة نحو الالتهاب الكبدى الوبائى، وعلى حد تعبير «د. آلان توماس» الباحث بالهندسة الوراثية:

إن معرفتنا بهوية إحداث الإصابة الفيروسية للكبد على أساس جينى سيكون بداية النجاح لاستخدام العلاج بالجينات للالتهاب الكبدى الوبائى».

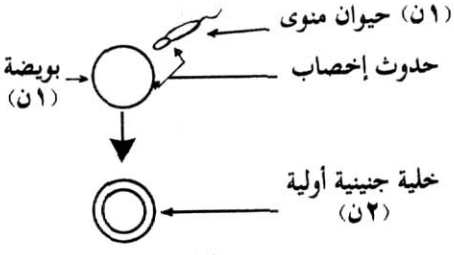
كما يذكر فى حديث آخر له قوله :

«يمكننا الآن من خلال عمليات الكلونة صناعة كبد جديد سليم ومقاوم للفيروسات الكبدية .. حقاً إنها ثورة علمية تمثل إنقاذ ما لم يمكننا إنقاذه من قبل» .

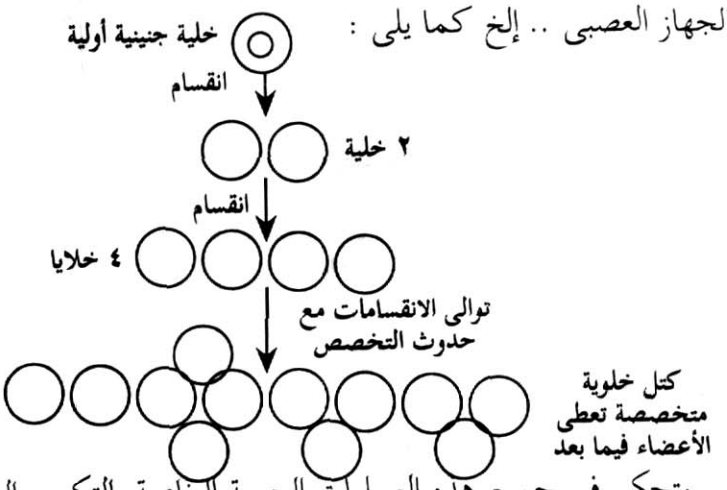
★ ★ ★ ★ ★



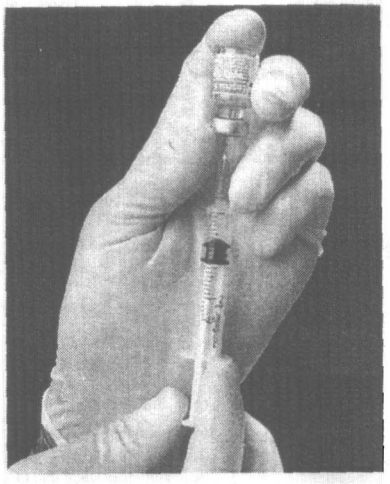
يتم التكوين الجنينى طبقا لمراحل محددة ، حيث يلتقى الحيوان المنوى بالبويضة فى أعلى قناة المبيض فيما يعرف بالإخصاب ، ويكون نتيجة هذا الالتقاء تكون خلية جنينية أولية تمثل (٢ن) أى ثنائية العدد الصبغى كما يلى:



تنقسم الخلية الجنينية الأولية لتعطى خليتين ثم أربع خلايا ، ثم ست عشرة خلية ، ثم اثنين وثلاثين خلية ، ثم يتضاعف عدد الخلايا لنصل إلى مرحلة التخصص الخلوى ، والتى نعنى بها تخصص بعض الخلايا لإعطاء أعضاء خاصة ، فالخلايا التى تعطى القلب تختلف عن الخلايا التى تعطى الكبد ، تختلف عن الخلايا التى تعطى الجهاز العصبى .. إلخ كما يلى :

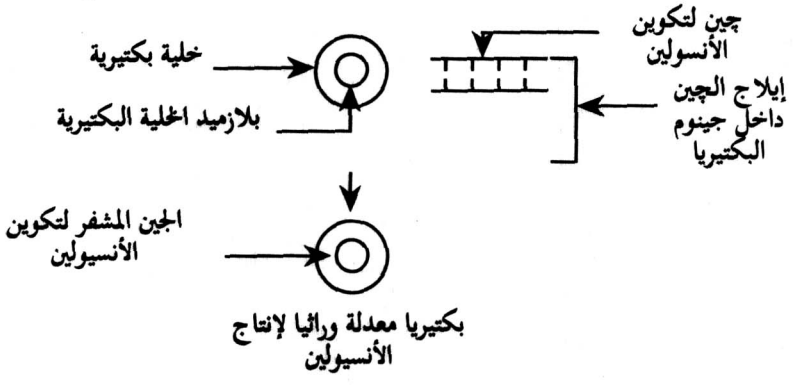


يتحكم فى جميع هذه العمليات الحيوية الخاصة بالتكوين الجنينى الجينات، والتى تحدد تماماً الصفات الفسيولوجية والتشريحية المتعلقة بالجنين بعد ذلك .

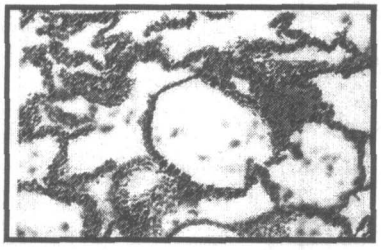


حقنة الإنسولين يعرفها مرضى السكر تماما ، بل يحفظونها ، يحفظون شكلها ، تأثيرها ، تمثل لهم ألمًا شديداً ، لكن لا مفر ولا مناص .

كان ذلك فى الماضى ، لكن الآن قد تغير الوضع تمامًا ، فقد استطاع العلماء معرفة الجينات المشفرة لتكوين الإنسولين ويقومون بعزلها وإدخالها داخل بكتيريا ، ومن ثم فسوف تنتج هذه البكتيريا الإنسولين بكميات كبيرة كما يوضح ذلك الشكل التالى :



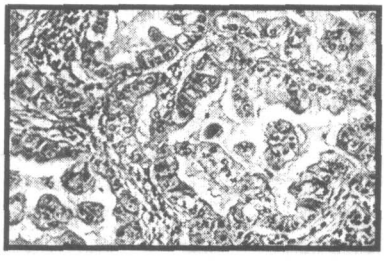
كما يمكن تحوير الغدد الثديية لإنتاج الإنسولين بنفس التقنية ، حيث يتم إفراز الإنسولين مع السائل اللبنى ، ثم يستخلص بعد ذلك ، لكن الجديد الآن هو الاتجاه إلى استنساخ البنكرياس من خلال انتقاء خلية سليمة من البنكرياس، ثم يعاد زراعة هذا البنكرياس فى الجسم فلا يلقى مقاومة تذكر ، ويؤدى وظائفه بكفاءة تامة لأنه يمثل جزءاً من الجسم ، فهو مستنسخ من خلية منه .



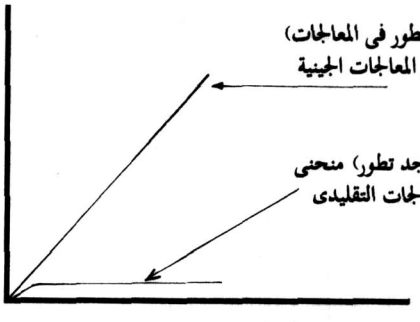
أحد أنواع السرطانات التى تصيب الرئة ، والتى تؤدى إلى تدمير أنسجة الرئة، حيث يحدث انقسام غير محدد للخلايا ، مما يؤدى إلى تضخم ملحوظ فى أحجام الخلايا ، وذلك لغياب الجينات المسئولة عن عملية ضبط الانقسام الخلوى ، كما أن السرطان المتكون له القدرة على الانتشار من خلال الأوعية الدموية ، والتى تتكاتف فى نموها حول الخلية السرطانية ، مما يساعدها على الانتقال .

لقد ظللنا فترات طويلة عاجزين عن إدراك العديد من الألغاز والإسرار حول انتشار السرطان ونشأته ، لكننا فى عصر الجينات استطعنا اكتشاف الجينات المسئولة عن عمليات السرطنة للخلايا ، والمعروفة بالجينات المسرطنة **Oncogenes** ، كما استطعنا تحديد الجينات المشفرة لتكوين التكثيف للنمو الوعائى حول الورم السرطانى ، ويمكن أن يفيدنا ذلك فى مجالات عديدة فى التطبيقات العلاجية لمرض السرطان .

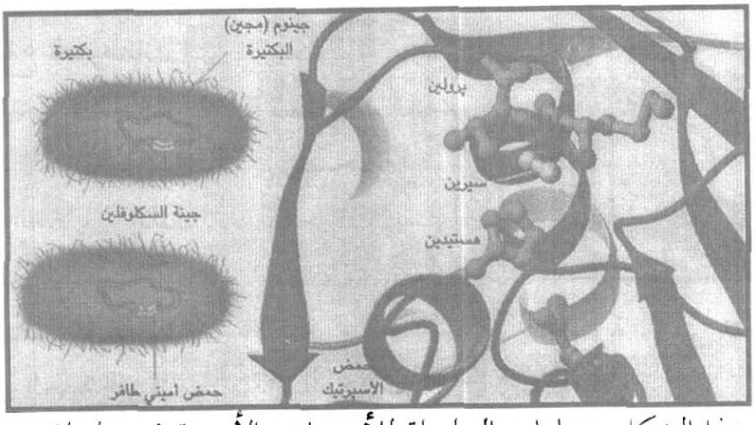
★ ★ ★ ★ ★



يوضح الشكل المقابل انخفاض نسبة الخلايا السرطانية عند استعمال المعالجات الجينية والتى تستهدف إما تثبيط الجينات المسرطنة عن أدائها الوظيفى وتعبيرها الجينى ، مما يلاشى آثارها مطلقا ، كما يمكن تثبيط التعبير الجينى للجينات المشفرة لتكوين النموات الوعائية الكثيفة حول الورم السرطانىْ مما يمنع من انتشار الورم السرطانى من نسيج إلى نسيج .



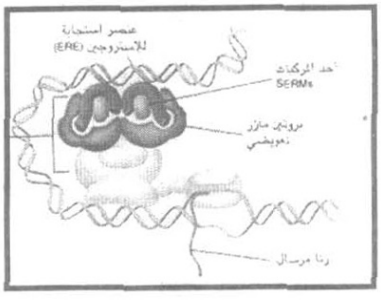
لقد حقق استخدام العلاج الجينى نجاحاً كبيرا بالمقارنة بالمعالجات الأخرى فى حقل المعالجات السرطانية ، مما يعد فتحا طبيا جديداً ويظهر ذلك فى المنحنى المقابل :



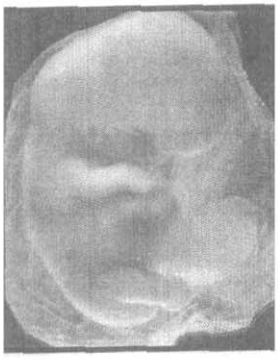
يوضح هذا الشكل عمليات السلسلة للأحماض الأمينية فى سلسلة عديد الببتيد المترابطة من خلال روابط ببتيدية مكونة بذلك البروتينات المختلفة .

يظهر فى الترتيب الموضح بالشكل الأحماض الأمينية البرولين والسيرين والهيستدين والتى تترسب وراء بعضها طبقا للشفرات الوراثية المحمولة على شريط الرنا الوراثى . **R . N . A)** والمنسوخة طبقا للشفرات الوراثية الموجودة على شريط الدنا الوراثى مما يوجد فى النهاية منظومة بروتينية منظمة ومقننة طبقا للمعلومات الوراثية المحمولة على الجينات . لذا يمكننا القول بصواب النظرية التى تنص على (أن الجواهر الفيزيقية للجزيئات البيولوجية تكون ممثلة فى العوامل الوراثية «الجينات») .

★ ★ ★ ★ ★



إن عملية تخليق بروتين داخل الخلية الحية ليست بالأمر اليسير ، بل هى مزيج معقد من التكاملات فى الأداء الوظيفى بين الدنا الوراثى **(D.N.A)** والرنا الوراثى **(R.N.A)** مع العديد من الإنزيمات المعاونة فى إنجاز هذه العملية الحيوية والتى تعتبر من ضروريات الأداء الوظيفى الخلوى للنظام البيولوجى للكائن الحى.



يمكن استخدام تقنية الدنا المطعّم فى توجيه عمليات التكوين الجنينى والنمو، وذلك بهدف تنشيط عمليات النمو واختصار فترة التكوين الجنينى مما يؤدى إلى تسارع نمو الجنين .

وتتم عملية التطعيم بجين طبيعى من جينات النمو ، أو جين مستنسخ من جينات النمو ، حيث يولج الجين داخل خلايا الجنين الأولى مما يعمل على تسارع فترة النمو فى فترة زمنية أقل من الفترة الطبيعية للنمو ويأمل الكثير من العلماء فى إحداث تسارع فى معدل النمو للخلايا الجنينية ، من خلال زيادة الإفرازات فى هرمونات النمو بإضافة جينات تعمل على سرعة تكوين الهرمونات وزيادة الكمية المفرزة منها .

يتحكم الطاقم الوراثى فى المرحلة الجنينية :

تكشف الخلايا وتخصصها حيث تخلف الخلية التى ستعطى القلب عن الخلية التى ستعطى الكلية من خلال الاختلاف فى توجيه الجينوم الخاص بهذه الخلايا .

يتحكم الطاقم الوراثى فى المرحلة الجنينية فى مراحل الانقسام المختلفة للخلايا الجنينية للوصول إلى حالة التعضون (تكون الأعضاء).

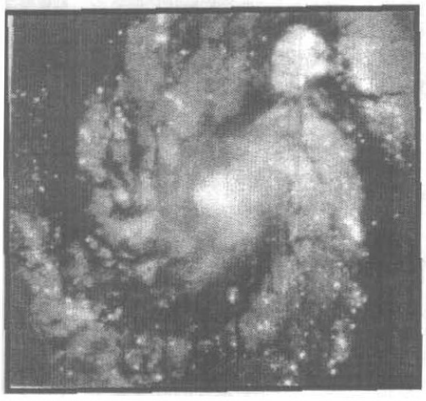
تتم المراحل المختلفة للتكوين الجنينى بداية من تكون الخلية الجنينية الأولية وحتى التكوين الكامل للجنين .

يأمل العلماء من خلال عمليات التطعيم الجينى للأطقم الوراثية فى المرحلة الجنينية فى الوصول إلى الجينين فائق القدرات البيولوجية والذى يتميز إلى إنسان يتسم بالطول الفارع والذكاء المفرط والقوة الجسمانية الفائقة والقدرات الوظيفية فائقة التصور.

إن هذا ليس من فانتازيا العلم بل هو حقيقة واقعة سنراها ونعلمها فى القرن القادم.

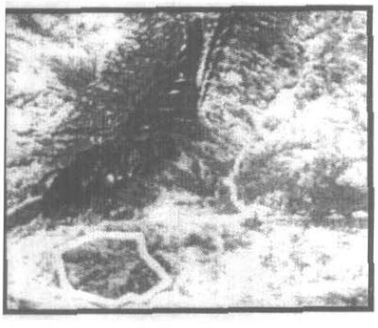
★ ★ ★ ★ ★

يأمل العلماء والباحثون فى القرن القادم فى التوصل إلى هندسة الطاقم الوراثى لبعض أنواع البكتريا وذلك من خلال تحوير وتغيير هذا الطاقم الوراثى لكى تكشف لنا



الحياة فى الأجرام السماوية البعيدة ، حيث يتم إطلاق هذه الأنواع من البكتريا فى الفضاء الخارجى وهى محددة للتفاعل البيولوجى مع أى مكون بيولوجى قد يوجد هناك ، ويعرف ذلك من خلال ظهور نوع من الفسفرة الضوئية عندما يتم هذا التفاعل ، ويمكن تصوير هذه الفسفرة الضوئية من خلال أشعة الليزر ، وما زالت الأبحاث والدراسات تجرى لتحقيق هذا الحلم.

★ ★ ★ ★ ★



تمثل طبقة الأوزون منطقة حماية فى الغلاف الجوى للحياة على سطح الأرض ، وتتكون هذه الطبقة من غاز الأوزون (O_3) وبعض الأيونات الأخرى ، وتعمل هذه الطبقة على وقاية سطح الأرض من وصول الأشعة فوق البنفسجية ، والتى تعمل على إصابة الجلد ببعض أنواع سرطان الجلد، ورغم أهمية هذه الطبقة إلا أنها بدأت تتآكل بفعل الملوثات الكيماوية المتصاعدة من سطح الأرض ، وعوادم الصواريخ الحاملة للأقمار الصناعية ، واختراق الطائرات النفاثة لها .

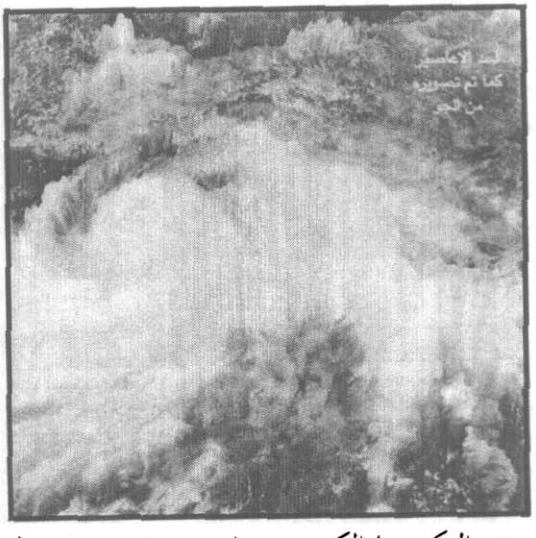
لقد بدأت كمية الأشعة فوق البنفسجية فى الزيادة المضطردة بعد تعرض طبقة الأوزون للتآكل ، وبدأت تأثيرات اختراق الأشعة فوق البنفسجية للغلاف الجوى تزداد حدة ، ظهر ذلك فى صورة ارتفاع لدرجة حرارة الأرض ، وذوبان بعض ثلوج القطبين.

لقد أصبح علاج طبقة الأوزون من الأبحاث ذات الأهمية الكبيرة فى العديد من مراكز الأبحاث الكيميائية ، بل وأصبح لطبقة الأوزون مراكز أبحاث خاصة بها «مراكز أبحاث الأوزون» والتى تركزت أبحاثها على إطلاق صواريخ محملة بمواد كيماوية

بهدف ترقيع طبقة الأوزون ، وقد حققت تلك الأبحاث بعض النجاح ، لكنها لم تنجح فى تقديم حلول جذرية لمشكلة الأوزون .

ولأهمية طبقة الأوزون بدأ علماء «جينوميا الفضاء» تركيز أبحاثهم على هذه الطبقة، لمحاولة إيجاد حلول جذرية باستخدام تقنية الجينوم ، حيث استطاع فريق علمى تحوير جينوم سلالة بكتيرية بحيث تستطيع الحياة الدائمة فى طبقة الأوزون ، وتعمل على تحليل المواد الكيماوية المسببة لتآكل طبقة الأوزون.

★ ★ ★ ★ ★



أحيانا تحدث الأعاصير المدمرة ، والتى تجتاح المدن والقرى مدمرة ما يقابلها من مظاهر الحضارة البشرية ، مما يحدث كوارث بشرية عديدة .

ورغم عظم الكوارث الناتجة عن حدوث هذه الأعاصير إلاّ أنه لا توجد أجهزة للتوقع بالأعاصير قبل أن تقع ، ومدى انتشارها وأماكن نشأتها، وقوتها.

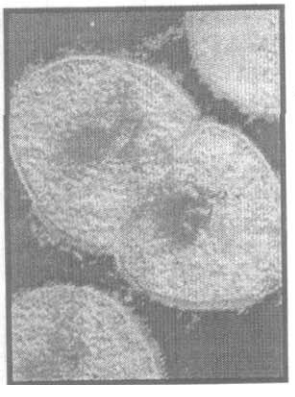
لكن العلماء يحاولون الآن هندسة بعض البكتيريا إلكتروجينيا ، حيث يتم إدخال شرائح إلكترونية يبلغ قطرها ١/١٠٠٠ من الميكرون داخل الخلية البكتيرية، ويتم هندسة الطاقم الوراثى البكتيرى لتقبل هذه الشرائح الإلكترونية ، ويسمح ذلك بتحوير البتكتيريا وتحويلها إلى سابحات إلكترونية فى الأجواء المحيطة بالأرض، وهذه الشرائح حساسة لأى تغير قد يؤدى إلى إعصار ، مما يجعلها ترسل إشارات لاسلكية إلى أجهزة استقبال لهذه الإشارات ، والتى تقوم بدورها بتحليل هذه الإشارات ، والتوقع بحدوث الإعصار متضمنة معلومات عن :

قوة الإعصار ، مكان الإعصار ، مدى انتشار الإعصار ، طبيعة الإعصار .

حقاً .. إنه عصر الجينات والإلكترونات أعنى المزيج بينهما وهو سمة العصر القادم.

لقد اكتشف العلماء أن نبات الشاى الأخضر يكون مادة مضادة للسرطان ، ويحاول العلماء تحديد الجين المسئول عن التشفير لتكوين هذه المادة داخل هذا النبات ، ثم عزله ، وتطعيمه بعد ذلك فى جينوم البكتيريا لتفرز البكتريا هذه المادة المضادة لمرض السرطان بكميات هائلة ، أو تطعيمها داخل جينوم الغدد الثديية لتفرز هذه المواد المضادة للسرطان داخل السائل اللبنى ، والذى يستخلص بعد ذلك منه بطرق استخلاص كيميائية .

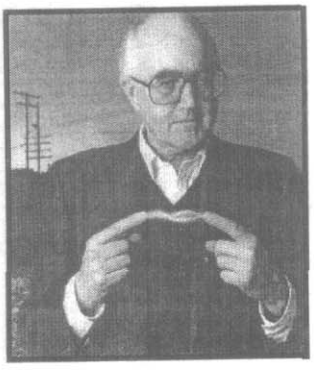
★ ★ ★ ★ ★



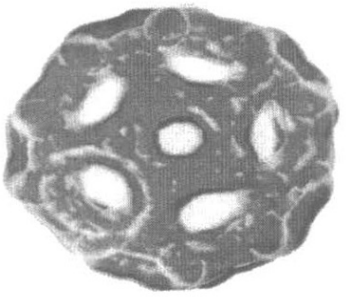
البكتريا المحللة للحوم البشرية ، والتى انتشرت عام ١٩٩٤م ، وقد اختلفت آراء العلماء فى تفسير الظهور المفاجئ لهذه البكتيريا ، ويرى بعض العلماء أن هذه البكتريا قد نشأت نتيجة حدوث خطأ فى أحد معامل الهندسة الوراثية مما أدى إلى تخليقها وانتشارها حاملة جينا جديدا يعمل على إفراز إنزيمات تقويم بتحليل الأنسجة البشرية ، مما قد يؤدى إلى كارثة لم يتوقعها الإنسان من قبل.

لذا فالمجتمع الدولى بالكامل مطالب بأن يوجه نداء إلى هيئة الأمم المتحدة لتقنين العمل فى مجال بحوث الهندسة الوراثية ، ونعنى بالتقنين وجود ضوابط تحكم العمل البحثى وليس الحجر على فكر العلماء .

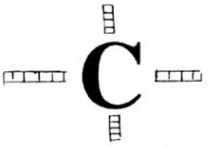
★ ★ ★ ★ ★



د : جون أدلر . من أكثر المهتمين على المستوى العالمى بتأثير المجالات الكهربية والمغناطيسية على المادة الوراثية ، حيث يرى أن الأجواء المشبعة من حولنا بالعديد والعديد من الموجات العابرة تمثل انتقامًا من الإنسان لمخزونه الوراثى الذى حباه الله به، بل وانتقاما من كل مخزون وراثى لأى كائن حى آخر.



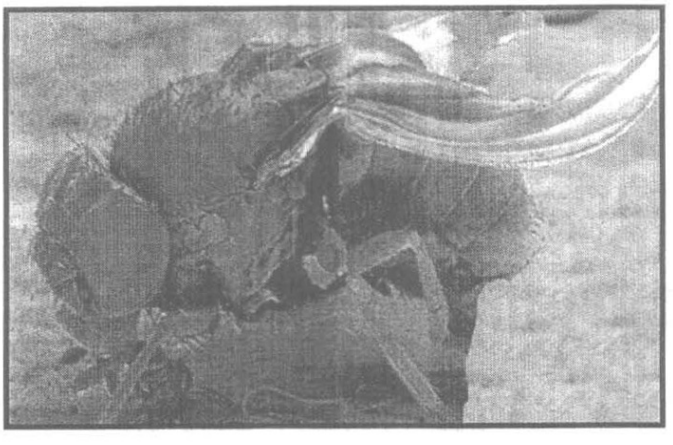
صورة مجسمة لذرة الكربون ، والتى تمثل أساس تكوين المركبات العضوية ، حيث يتضح من الشكل الأذرع الأربعة لذرة الكربون [الموجودة فى المنتصف كالتالى :



حيث تعبر (C) عن ذرة الكربون **Carbon atom** ، وعن الأذرع الخارجة من ذرة الكربون ، وهى ما تسمى بالتكافؤات .

للأهمية الكبيرة لذرات الكربون فى تكوين المركبات العضوية اتجه العلماء إلى هندسة بعض البكتيريا وراثيا لإنتاج وتخليق ذرات الكربون ، والتى يمكن استخلاصها كيميائيا بعد ذلك ، وتكوين مركبات عضوية عديدة منها .

★ ★ ★ ★ ★



إن هندسة الجينات كتقنية حديثة وليدة سلاح ذو حدين فكما أمكن استخدامها فى العديد من المجالات المفيدة للإنسان ، يمكن استخدامها لتدمير الحياة على سطح هذا الكوكب، حيث يتم خرطنة الجينات المرضية فى العديد من الكائنات ، وتطعيم هذه الجينات فى جينوم البكتيريا حيث يورث هذا الجينوم المرضى الجديد للأجيال الناتجة من انقسامها. يتم بعد ذلك تحميل هذه البكتيريا فى حاملات بكتيرية

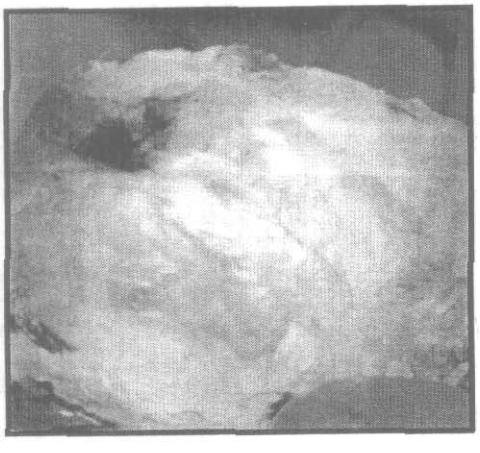
«كبسولات خاصة» حيث يتم إطلاقها فى مجتمع ما لتخرج البكتيريا وتتكاثر وتغزو جيناتها المرضية أجسام الكائنات الحية لتفتك بها وتحولها إلى موات .

إن هذا يعنى إحداث موتاً بطيئا لمجتمع بأكمله ، وليس البكتيريا فقط هى الكائن الحى المستخدم فى مثل هذه التجارب فقد شملت التجارب الحشرات بمختلف أنواعها ورتبها والنباتات ولاسيما حبوب القمح حيث يتم تطعيمه بجينات مرضية محددة ومبرمجة بعضها لإصابة الجينوم البشرى فى حالة الحبوب المعدة للاستخدام الآدمى ، أو إنتاج نباتات قمح يسمح محتواها الجينى بإكثار الآفات .

من أخطر مستويات حرب الجينات التحميل الحشرى ، حيث يتم التحميل فى هذا المستوى للجينات المرضية داخل جينوم الحشرات والتى تتميز بتعدد أنواعها وسرعة تكاثرها ومعيشتها فى أكثر من بيئة ولكونها الوسيط لآلاف المسببات المرضية التى تصيب الإنسان والحيوان والنبات بالعديد من الأمراض وتصبح الحشرة فى هذه الحالة أخطر من مئات الطائرات تدميرا وفتكا وتعتبر الحركة المتنوعة وكبيرة المدى للحشرات من أهم عوامل اختيار الحشرة كأحد الكائنات الحية الأساسية فى «حرب الجينات» .

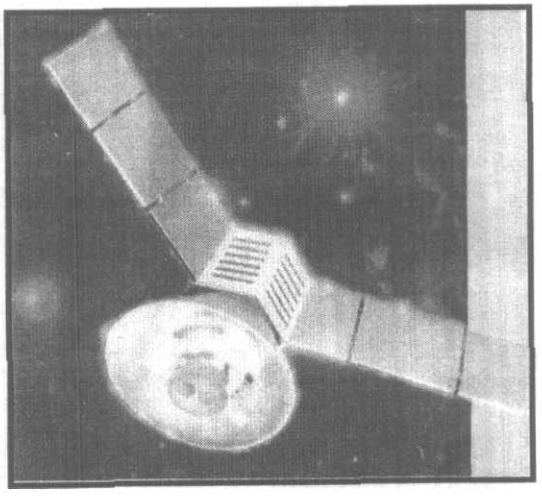
★ ★ ★ ★ ★

تمثل عملية استخراج الماس عملية معقدة ومكلفة ، وتحتاج إلى وقت وجهد، وقد كان الحلم الذى يراود البشرية هو الوصول إلى استخراج المعادن النفيسة ، كالذهب والماس والزمرد والياقوت ، بأقل تكلفة ممكنة .



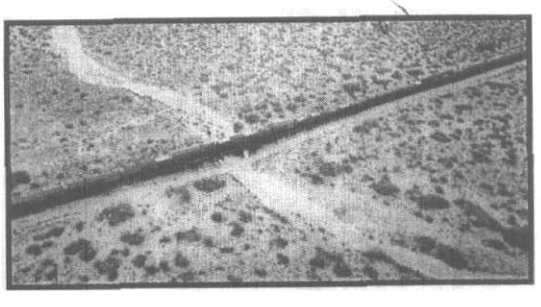
لذا كانت هذه البكتريا المهندسة وراثيا ، والتى تم تحوير الجينوم الخاص، من خلال إدخال جينات معينة بها تعمل على توجيه البكتيريا كمنقبات عن هذه المعادن، حيث تعمل على امتصاص ذرات هذه المعادن ، وتخزينها فى أجسامها ، ويمكن استخراجها بعد ذلك من خلال طرق الاستخلاص الكيميائى لهذه الذرات .

يتجه العلماء إلى تصميم سفن فضاء تحمل العديد من الكائنات الحية المهندسة وراثيا كمستكشفات للحياة على الكواكب الأخرى ، وذلك من خلال تحويرها وراثيا، حيث يمكنها ذلك من تحليل المواد الحية التى تواجهها حاملة معها بعضا من مكوناتها ، والتى يمكننا التعرف عليها من خلال تحليل مكونات الكائن الحى المهندس وراثيا (غالبا ما يكون كائن حى دقيق كالبكتيريا) ، حيث يدل وجود مكونات غريبة فى التحليل الكيميائى على وجود كائنات حية على تلك الأجرام السماوية .



★ ★ ★ ★ ★

لاشك فى أن تقنية هندسة الجينات ستمثل الإنقاذ الذى تنتظره البشرية من التعرض للمجاعات ، حيث يمكن من تحديد الجينات الموجودة فى مجموعة من النباتات التى تتحمل الظروف البيئية السيئة نقل هذه الجينات وتطعيمها فى جينوم النباتات المفيدة جداً للإنسان سواء كانت تلك النباتات :

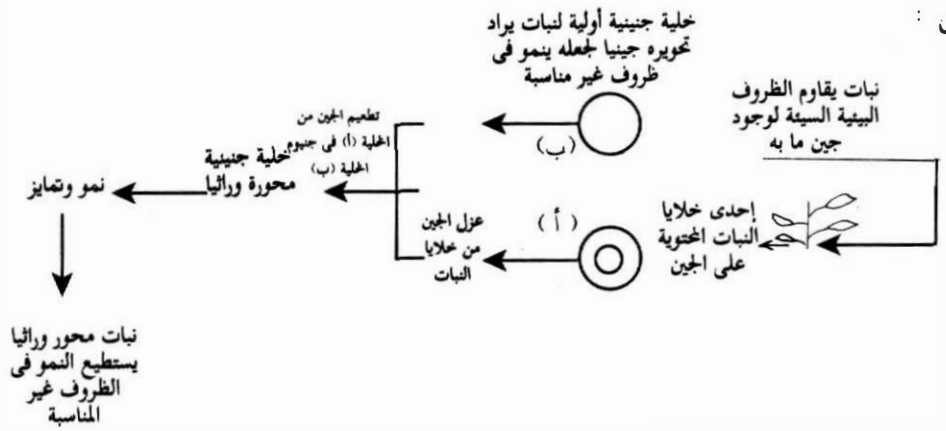


* نباتات محاصيل .
* نباتات خضر .
* نباتات بساتين .

وذلك بهدف زراعة هذه النباتات فى بيئات غير مناسبة ، لكن التحوير الجينى لهذه النباتات يمكنها من النمو والإزهار والإثمار فى تلك المناطق .

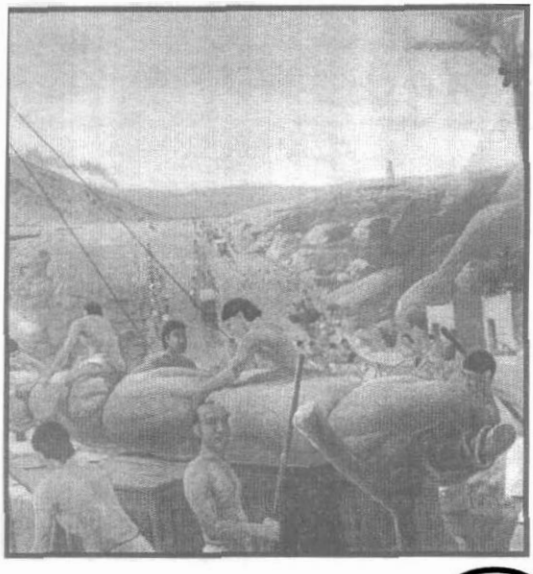
إن ذلك سيجعلنا نرى مستقبلا نباتات منتجة تنمو وتثمر فى بيئات جافة أو شديدة الجفاف ، أو بيئات ذات ضغوط أسموزية عالية ، أو بيئات مرتفعة فى تركيز الملوحة ، ورغم ذلك تنمو النباتات ، وتعطى إنتاجاً وفيراً لأن الطاقم الوراثى لها محور .

تتم عملية التحوير الوراثى بهدف إنتاج نباتات مقاومة للظروف البيئية السيئة كما يلى :



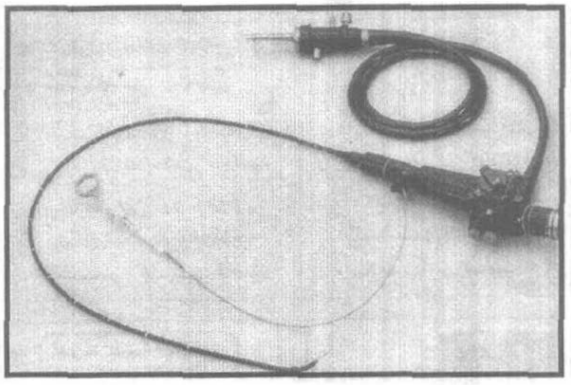
★ ★ ★ ★ ★

ما زالت عملية بناء أبى الهول لغزاً فى الحضارة المصرية القديمة ، حيث يتكون جسده من جسم حيوان ورأس إنسان ، ويوضح هذا الشكل شكلا تخيليا لعملية إعداده فوق الهضبة، وما زال السؤال يطرح نفسه :



أكان الفراعنة خبراء فى التهجين الحيوى ، لذلك رمزوا له بالمخلوق المهجن من إنسان وحيوان ممثلا فى أبى الهول ؟

وما زالت العديد من الدراسات تجرى بهدف كشف هذا اللغز ، والذى إن ثبت سيكون الفراعنة أول من أشار إلى عمليات الخلط الجينى بين الأحياء ، أى منذ أكثر من سبعة آلاف عام .



لم نعد بحاجة إلى استخدام أجهزة كاشفة لما يمكن أن يدور داخل الأحشاء لأننا نتعامل مع مستويات أدق من هذا بكثير ، حيث تعاملنا على مستوى الوحدة الوراثية المعروفة بالجين ، والذى يحمل من المعلومات ما هو كفيل بمعرفتنا بكل صغيرة وكبيرة عن الخلية الحية فى أدق تفاصيلها .

يتم ذلك من خلال تحليل المعلومات الوراثية المحمولة على هذه الجينات ، والتى نستدل من خلالها على ما يلى :

- طبيعة الخلايا المختارة .
- طبيعة الأداء الوظيفى لهذه الخلايا .
- رصد ما يحدث من اعتلالات داخل الخلايا مع بيان نوع هذه الاختلالات .
- التعرف على حدوث أى تغير فى التركيب الجينى للجينات المشكلة لجينوم الخلايا.

يتم ذلك من خلال ما يعرف بالواسمات الجزيئية (المنقبات الجزيئية) ، والتى يمكن أن نطلق عليها الأشباه الجينية المتكاملة ، من خلال خاصية تكامل وازدواج القواعد الآزوتية على طول شريط للدنا الوراثى D . N . A ، حيث :

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

أى تتكامل القاعدة الآزوتية الأدنين مع القاعدة الآزوتية الثايمين ، والجوانين مع السيتوزين ، ويتم إظهار عملية التكامل تلك من خلال التصوير بالأشعة السينية ، ويعنى حدوث التكامل وجود الجين المكمل المسئول عن وظيفة ما معروفة لدينا أو مرض ما .

★ ★ ★ ★ ★

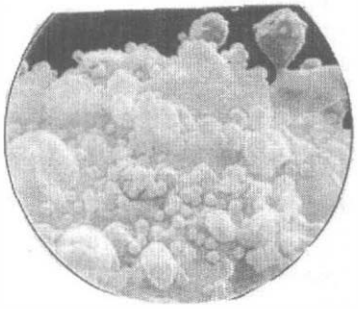
تفيد عمليات الكمترة (الحوسبة) **Computerization** فى تحويل العديد من المعلومات الوراثية ، والتى تمثل ضرورة من ضروريات المستقبل إلى منحنيات تعبر عن هذه المعلومات .

من الجوانب المهمة التى يمكن أن تفيدنا فيها المنحنيات الجينية المسجلة على أجهزة الحاسوب :

- درجة التعبير الجينى.
- العلاقة بين درجة التعبير الجينى وعدد الجينات.
- العلاقة بين الجينات النووية والجينات السيتوبلازمية .
- حالات الشذوذ فى التعبير الجينى .
- حالات الاسترشاد الوراثى للأمراض الوراثية فى النبات والحيوان والإنسان.
- عمليات المقارنة بين جينوم العديد من الكائنات الحية .
- دراسة العلاقة التطورية للكائنات الحية وعلاقتها بالتقارب أو التباعد الجينى.
- دراسة العلاقة بين التعبير الجينى والبيئة .

كما تفيد عمليات كمترة المعلومة الوراثية (تحميلها فى أجهزة الكمبيوتر) فى تخزين بلايين البلايين من تلك المعلومات متضمنة نوع المعلومة ونوع الجين الحامل لها ، وعدد الجينات الحاملة لها ، العلاقة بين هذه الجينات ، ودرجات التعبير الجينى لهذه الجينات ، .. إلخ من المعلومات الوراثية التى تمثل ذات الكائن الحى .

★ ★ ★ ★ ★



أنواع عديدة من الكائنات الحية الدقيقة والتى تتضح فى اللون الأخضر الذى تتلون به هذه الأحياء الدقيقة الممثلة فى الأفراد البكتيرية والتى تحاول أن تتأقلم مع الظروف البيئية المتغيرة هادفة من ذلك إلى الحفاظ على نوعها واستمرارية حياة أفرادها ، تتعرض الأفراد البكتيرية إلى ظروف بيئية قاسية فما يكون منها إلا أن تلف ذاتها بغطاء سميك من مادة جدارها وهو ما يسمى بالتركيب الجرثومى وهو غطاء يسمح لها بأداء العمليات الحيوية وفى الوقت نفسه يحميها من الظروف البيئية المتغيرة والتى قد تؤدى إلى هلاك الكثير من الأفراد البكتيرية ثم عند تحسن هذه الظروف يذوب هذا الغطاء لتخرج البكتيريا حرة تمارس حياتها بكل نشاط وحيوية ، فقد كانت عمليات التأقلم المعقدة تلك من البكتيريا وذلك السلوك الغامض يمثل لغزاً من أسرار الحياة للبكتيريا ولكن مع الدراسات المتقدمة بدأنا نتعامل مع هذا السلوك من منظور أكثر دقة حيث اتجهنا إلى كشف عمليات التشفير الوراثى المتحكمة فى ذلك السلوك وقد أدت النتائج إلى وجود جينات محددة مسئولة عن التشفير لتكوين مكونات هذا الغطاء الجرثومى وإلى تحديد الميقات الصحيح لتكونه والميقات الصحيح لإزالته وتلاشيه ، إذن فعمليات التأقلم كلها تلك تكمن فى تلك الجينات الخاصة بحماية البكتيريا من الظروف البيئية المحيطة بها والقاسية والتى ربما لو لم يتكون هذا الغطاء لأبيدت بلايين البلايين من الأفراد البكتيرية . ما أعجب هذا الجين الذى يوفر لنا حماية لذاتنا وهو بداخل أدق وحدة تركيبه للذات الحيوية ، أقصد الخلية الحية.

★ ★ ★ ★ ★

يقوم العالم «**كارل توماس**» بدراسة مدى التحكم الجينى فى عمليات النمو فى النبات فى ظل البيئة الفضائية ، وهو بهذا يجيب عن سؤال ملح :

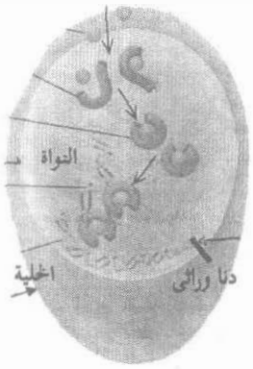
هل يسير التعبير الجينى فى البيئة

الفضائية كما هو فى البيئة الأرضية أم سيختلف ؟

وإن اختلف ما مقدار هذا الاختلاف ، وكيف نستفيد منه ؟

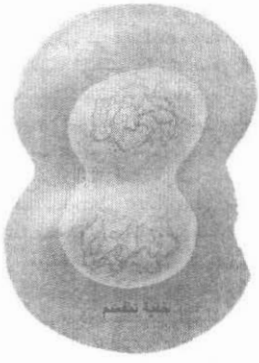
ورغم أن هذه الدراسات ما زالت فى بدايتها ، لكن العلماء يعقدون آمالا كبيرة فى الوصول إلى نتائج جيدة من خلال دراسة تعبير الأطقم الوراثية فى بيئة فضائية .

★ ★ ★ ★ ★



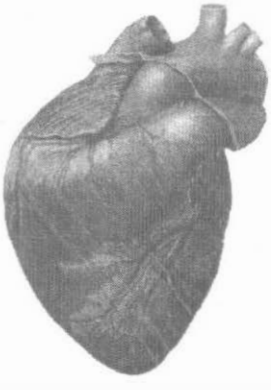
الدنا الوراثى وكيفية تنظيم بنائه داخل النواة ، حيث يتم ذلك من خلال بروتينات متخصصة تعرف بالبروتينات التنظيمية ، والتى لولا وجودها لتعرض الأداء الوظيفى للدنا الوراثى "D. N . A" لعملية اختلال كبيرة ، مما يعرض عملية التعبير الجينى بكاملها إلى الفشل .

★ ★ ★ ★ ★



تنقسم الخلية حفاظًا على ذاتها بما يعرف بتجدد الخلايا ، حيث يحدث انقسام نووى يكون من نتيجته تكون طاقم وراثى بكل قطب من قطبى الخلية ، ويمثل الطاقم الوراثى فى مثل هذه الحالة صورة من الطاقم الوراثى الأصلى فى الخلية الأمية ، ثم يحدث انقسام خلوى ينتج على أثره خليتان بنويتان تمارس كلا منهما حياتها الطبيعية .

★ ★ ★ ★ ★



القلب ذلك العضو الذى يمثل النبض المتدفق معلنا عن استمرار الحياة للكائن الحى ، حيث يقوم بضخ الدم إلى جميع خلايا الجسم لتحصل كل خلية على احتياجاتها من الغذاء والأكسجين ، مما يضمن استمرار نشاطها الحيوى ، وعدم تعرضها للتلف والموت .

اتجه باحثو هندسة الجينات إليه لدراسة طاقمه الوراثى ، هادفين من ذلك لتحديد الجينات المسئولة عن كل عملية

تتصل بالقلب ، والتى تشمل :

١ـ التكوين البطينى الأذينى للقلب .

٢ـ التكوين العضلى لعضلة القلب .

٣ـ عمليات تنظيم ومرور الدم من وإلى القلب ، والتى تحتوى على :

ـ استقبال الدم غير المؤكسج (غير المحمل بالأكسجين) من سائر الخلايا.

ـ ضخ الدم لتتم أكسجته إلى الرئتين .

ـ استقبال الدم المؤكسج من الرئتين .

ـ ضخ الدم المؤكسج لسائر الخلايا .

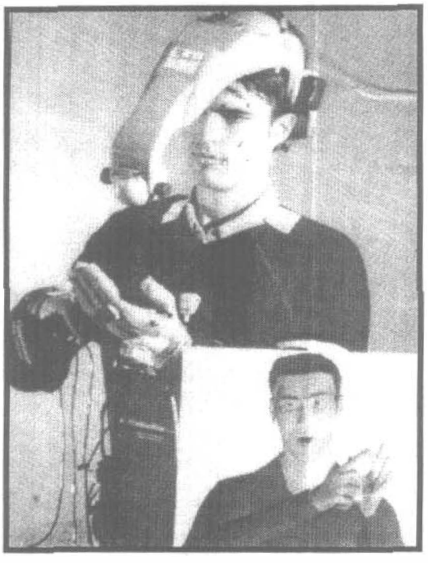
إن دراسة جينوم القلب سيحقق نجاحا كبيرا فى فهمنا للتكوين النسيجى للقلب ، وعلاقة ذلك بالأداء الوظيفى له .

★ ★ ★ ★ ★

نرى فيما يلى إحدى اللوحات الفنية التى نشرها «د : **هانز**» فى معرض فنى له ، وقد كتب تحتها عبارة تحمل فى ثناياها الكثير :

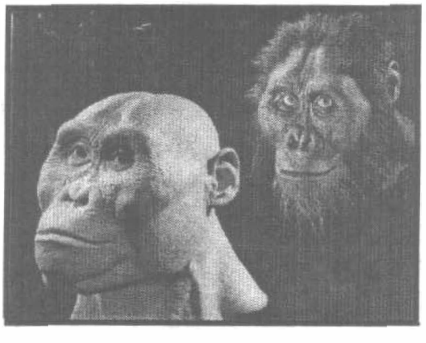
«هل سنحور جينوم القرود لتقوم بجميع المهام، ويستريح الإنسان من عناء العمل، بما فى ذلك التقنيات والعلوم الدقيقة » .

سؤال تعرضه اللوحة ويجيب عنه العلم مستقبلا .



كنا فى الماضى نعتقد أن السلوك النفسى للإنسان هو انعكاس لترددات كهربية وموجية داخل جسمه .. قد تتوافق مع شخص ما فيحبه ، وقد تختلف مع شخص آخر فيبغضه ، .. لكننا الآن أيقنا أننا نتصرف كما تود جيناتنا أى حسب التعبير الجينى لجيناتنا ، فنحن عندما نكتئب ، نضحك ، نبكى ، نقلق ، نحب ، نمرح ، نبتئس... كل ذلك نابع من جيناتنا .

★ ★ ★ ★ ★

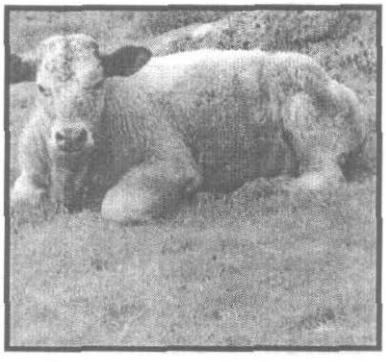


ما زال لغز الحياة القديمة ، حياة ما قبل التاريخ أى الحياة التى لم تسجل لنا، ومن

ثمَّ فهويتها البيولوجية تكاد تكون مجهولة ، ولولا ما ترك منها فى شكل حفريات لضاعت هويتها تماما .

فى تلك البقايا البيولوجية المتمثلة فى الحفريات ينقب العلماء عن أسرار البيولوجيا فى تلك الحقب القديمة ، من خلال المعلومات الوراثية المحملة فى دنا هذه البقايا ، والذى لايزال موجوداً بها ، لنكشف من أسرارها ما خفى علينا، ونعرف أسلافنا (من سبقونا فى الحياة على هذه الأرض) .

★ ★ ★ ★ ★

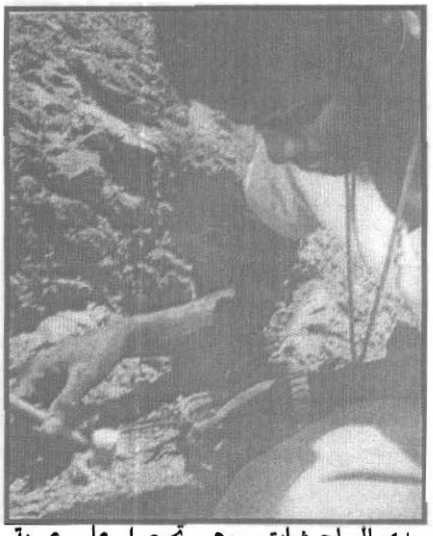


الثروة الحيوانية والتى تمثل مصدراً غذائيا مهما فى حياتنا ، كثيرا ما تصاب بالعديد من الأمراض ، ويقف الطب البيطرى عاجزاً عن معالجتها ، فهل ينجح الطب الوراثى والعلاج بالجينات فى التخلص منها ؟

★ ★ ★ ★ ★

أحد النباتات التى تمت دراسة طاقمها الوراثى ، والتى وجد أنها تتحمل درجة عالية من الملوحة ، حيث وجد أنّ جينوم هذا النبات يحتوى على جينات تثفر للتحمل الشديد ضد الملوحة .

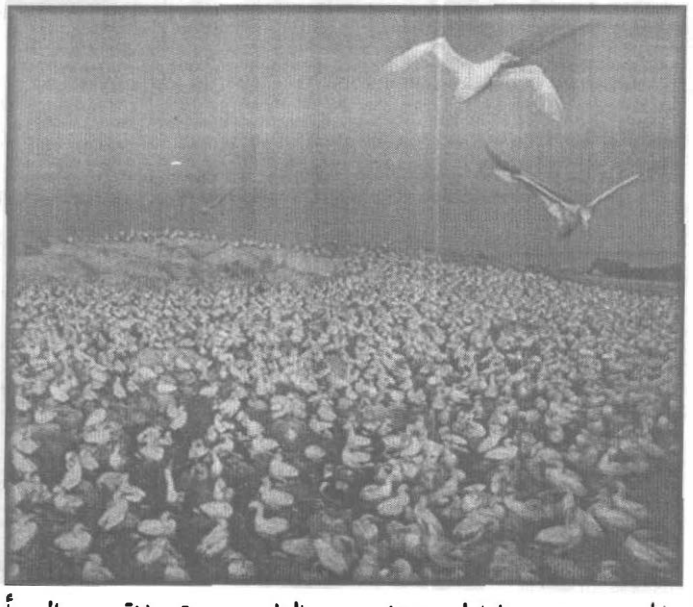
يدرس العلماء إمكانية عزل هذه الجينات وتطعيمها فى جينوم نباتات أخرى، وذلك بهدف إكساب هذه النباتات صفة المقاومة ضد الملوحة ، مما سيمكننا مستقبلا من إنتاج العديد من النباتات المقاومة للملوحة ، وهذا سيكون له أثره الواضح فى زيادة حجم الإنتاج النباتى .



إحدى الباحثات ، وهى تحصل على عينة بيولوجية لتفحصها فى معامل وراثة الدنا القديم، حيث يعقد العلماء آمالا كبيرة فى كشف أسرار بيولوجيا تلك الكائنات الحية من خلال دناها القديم Ancient . D. N . A .

هل سنرى ثمرة الفول فى أضعاف طولها الحالى ، والبذور داخلها فى أضعاف أحجامها الطبيعية .. ذلك حلم قرب تحقيقه فى عصر الجينات.

★ ★ ★ ★ ★



تمثل هذه المستعمرة موطنا لنوع نادر من الطيور ، وقد اتجهت إليه أنظار الباحثين لدراسة جينوم خلايا هذا النوع من الطيور ، وخرطنة هذه الجينات (رسم خرائط وراثية كاملة لهذه الجينات) والتى تشتمل على تحديد :

* نوع الجين .

* موضعه فى الجينوم .

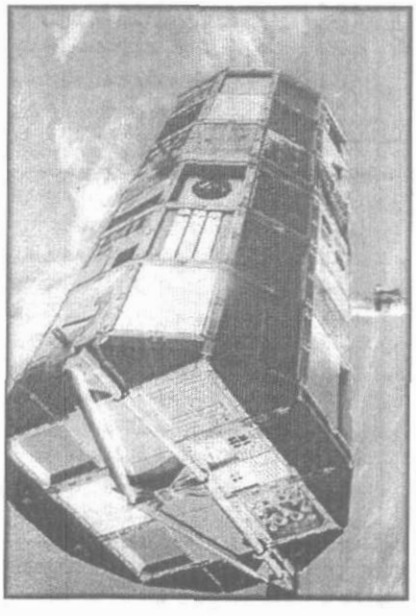
* عدد الجينات .

* درجة التعبير الجينى للجين .

* علاقة الجين بغيره من الجينات .

عمليات الخرطنة والتعرف والعزل لهذه الجينات لا تمثل جهداً عشوائيا لا جدوى منه ، بل هى دراسة أصول وراثية مهمة يمكن أن نستفيد منها فيما بعد، أو هى حفظ لأصل الكائن الحى من الانقراض ، حيث نحفظ الكائن الحى وكل ما يتعلق به ممثلا فى معلومات وراثية محمولة على جيناته ، والتى يمكن حفظها فى بنوك الجينات .

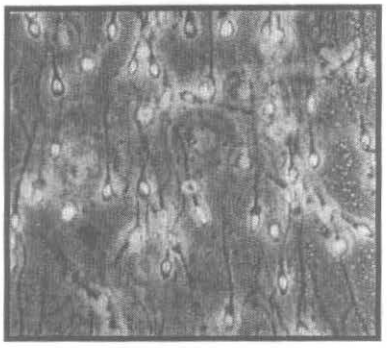
★ ★ ★ ★ ★



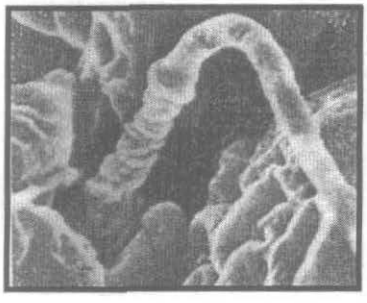
يمثل هذا الشكل معملا فضائيا لتركيب وتخليق الأدوية ، وهو معمل بحثى، وليس معملا إنتاجيا ؛ أى أن الغرض منه دراسة مدى التغير الناتج عند تخليق المواد الدوائية فى الفضاء ، ودراسة تأثيراتها الحيوية بعد ذلك (أثرها فى الكائن الحى) .

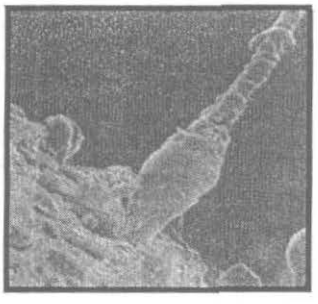
يحاول العلماء الآن تطوير معامل جديدة، لتخليق الأدوية المهندسة وراثيا فى البيئة الفضائية ، ومحاولة دراسة الاختلاف فى تغيير تأثير هذه الأدوية فيما بعد فى الكائن الحى .

★ ★ ★ ★ ★



الحيوانات المنوية تحمل فى مادتها الوراثية نصف المعلومات الوراثية الكافية لتوجيه كافة عمليات التكوين الجنينى وسائر العمليات الحيوية عند حدوث الاندماج مع البويضات .

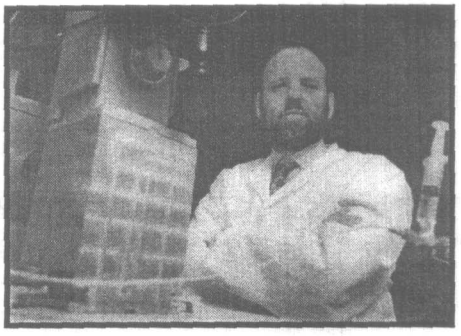




عند حدوث الاندماج بين الحيوان المنوى والبويضة يحدث اكتمال للطاقم الوراثى فى الخلية الجينية المتكونة ، والذى يوجه كل ما يتعلق بالجنين من عمليات حيوية

جريجور مندل الذى عاش فقيرا ومات فقيرا لكنه أسس علم الوراثة ، والذى انبثقت منه تقنيات الهندسة الوراثية .

جيمس دوى واطسن ، والذى نجح مع رفيقه كريك فى وضع نموذج الدنا الوراثى D. N. A عام ١٩٥٢م مما أحدث طفرة فى أبحاث الوراثة ، وقد نالا على ذلك جائزة نوبل عام ١٩٦٢ م.



الدكتور «**آيان ويلموت**» صاحب أكبر إنجاز فى علمى التكاثر والهندسة الوراثية الإنجابية ، أثار بتجربته عن الاستنساخ الحيوى ، وإنتاج النعجة دوللى ضجة عالمية كبيرة على المستوى العلمى والتقنى ، والمستوى السياسى ، والمستوى الاجتماعى، والمستوى الإعلامى ، والمستوى الدينى .

ورغم ما أنجزه ويلموت ، وبغض النظر عن الآراء المؤيدة لتجربته ، والمعارضة لها ، فإن العالم ينتظر الإجابة عن سؤال ملح :

كيف نستفيد من ويلموت ودوللي ؟

وقد أجاب ويلموت نفسه عن ذلك فى بعض أحاديثه قائلا : «سيمكننا مستقبلا استنساخ (كلونة) أعضاء بشرية كالقلب ، والبنكرياس ، والكبد ، والكلية من خلال تقنيات الاستنساخ الحيوى ، مما سيحدث ثورة طبية هائلة ، كفيلة بالتخلص من الأمراض التى استعصت على البشرية فترات طويلة ، وما زال السؤال مطروحاً :

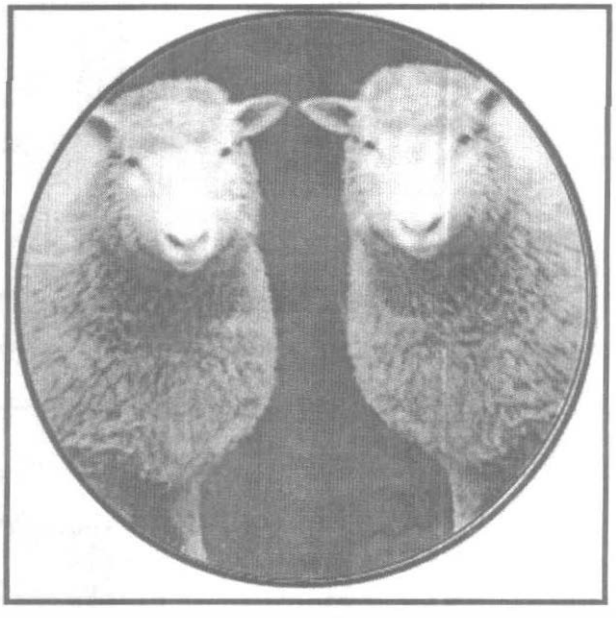
ماذا بعد الاستنساخ ؟

★ ★ ★ ★ ★

أبحاث عديدة تجرى على جينات نبات القمح ، والذى يمثل مصدراً مهما لرغيف الخبز فى معظم أنحاء العالم ،حيث يدرس العلماء زيادة إنتاج الفدان من حبوب

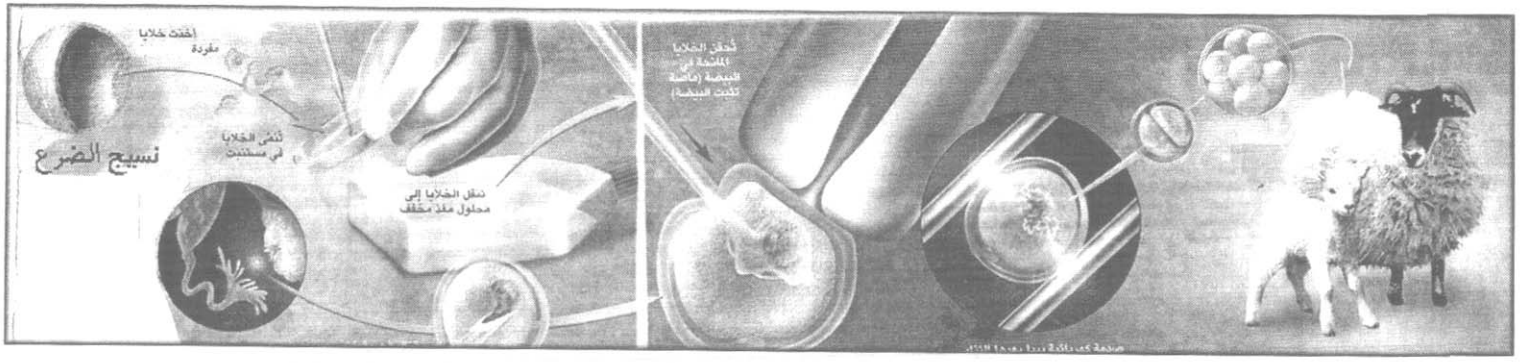
القمح من خلال التحوير الوراثى لجينوم نبات القمح ، مما سيمكننا من زيادة حجم السنبلة ، أو زيادة عدد صفوف الحبوب على السنبلة ، أو زيادة حجم حبة القمح ، مما سيعمل على رفع الإنتاجية من القمح ، مما سيعمل على إنقاذ البشرية من ويلات المجاعات .

★ ★ ★ ★ ★



دوللى تلك النعجة المستنسخة ، والفريدة بين كل النعاج التى عاشت وستعيش على سطح الأرض ،وضعت البشرية على حافة صراع أخلاقى كبير وأسئلة محيرة ، ورغم صمت العلماء لكن السؤال الذى ما زال مطروحاً هو :

هل سيقودنا نجاح استنساخ دوللى إلى نجاح استنساخ البشر ؟



تقنية إنتاج النعجة دوللى