

بعض مظاهر الهندسة الوراثية

تمكن العلماء منذ 1975 من استخلاص اجزاء ADN لخلايا مختلفة و زرعها في نوى خلايا أخرى. و هكذا تم الحصول اصطناعيا على خلايا هجينة لم تكن موجودة من قبل في الطبيعة . بعد ذلك تم الانتقال من التجارب المخبرية الى المجال الصناعي حيث تأسست صناعة حقيقية تدعى الهندسة الوراثية Le genie genetique التي تعتمد على التغيير الوراثي للخلايا بواسطة نقل المورثات .

I - مفهوم التغيير الوراثي

1- انتقال مورثات بكتيريا *Agrobacterium Tumefaciens* الى النبات

أ - مثال

يصيب مرض جرب السنخ la galle du collet بعض انواع النباتات في البلدان ذات شتاء بارد حيث يظهر في مستوى سنخ النباتات المصابة اورام سرطانية .

ب - أسباب المرض

1 - تجربة

في 1907 عزل E.SMITH و C. TOWNSEND انطلاقا من ورم سرطاني في جذر نبات بكتيريا تدعى *Agrobacterium Tumefaciens* وبعد ذلك تم زرع هاته البكتيريا في شتلة حديثة (يومان) مأخوذة من نبات سليم فلو حظ ظهور الورم السرطاني في النبتة .
+ ماذا تستنتج من هاته التجربة ؟

البكتيريا *Agrobacterium tumefaciens* هي التي تسبب الورم السرطاني في النبتة

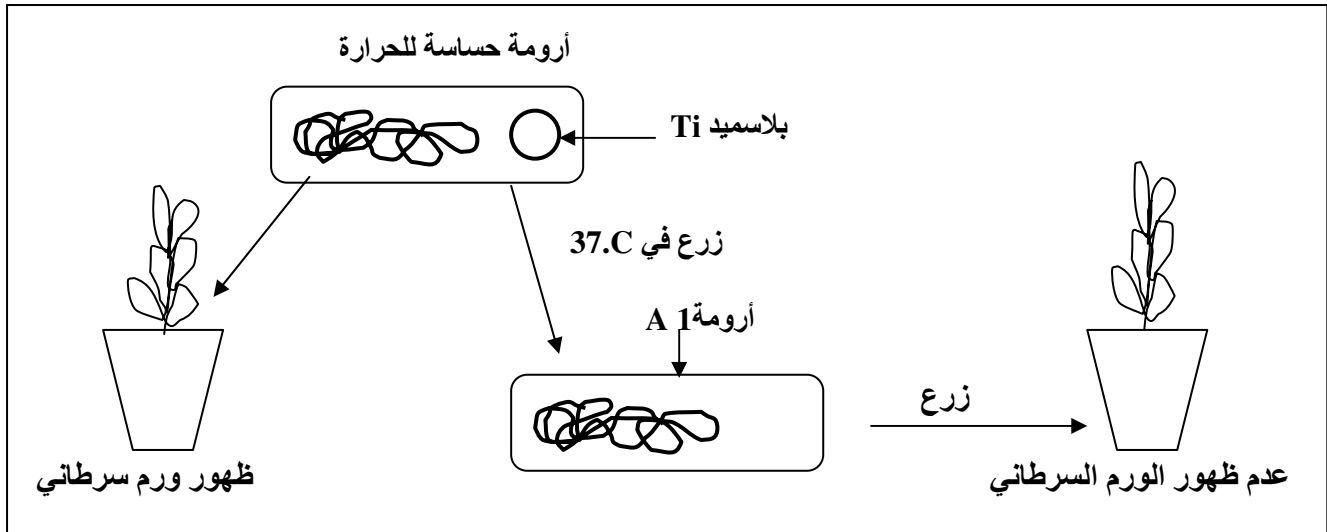
2 - تجربة

استطاع A. BRAUN في سنة 1972 من زرع نسيج جرب السنخ (خال من البكتيريا) في وسط يتكون من السكر و الاملاح المعدنية فقط . فلاحظ ان خلايا هذا النسيج تنقسم عشوانيا بخلاف خلايا عادية التي تنقسم بايقاع معين و بتواجد هرمون نباتي .

+ ماذا تستنتج بخصوص التغيير الذي حدث لخلايا نسيج جرب السنخ بتواجد بكتيريا *A. Tumefaciens* ؟
ان خلايا السنخ قد حدث لها تغيير بتواجد البكتيريا بحيث تحولت الى خلايا قادرة على التكاثر السريع و لو في غياب هات البكتيريا
+ اقترح فرضية بخصوص التغيير في ايقاع انقسام هاته الخلايا النباتية بتواجد هاته البكتيريا .
حصلت خلايا السنخ على علة محولة من البكتيريا *Agro-Tum* و التي جعلتها تتكاثر بسرعة .

3 - تجربة

تمكن باحثون من عزل البكتيريا *Agrobacterium Tumefaciens* و بعد دراسة مكوناتها وجدوا ADN حلقة تدعى بلاسميد Ti و انجزوا التجربة التالية : تم زرع تحت درجة حرارة 37.C ارومة *une souche* من بكتيريا *Agro-Tum* حساسة للحرارة و تم الحصول على ارومة A 1 و تبين الوثيقة اسفله التجربة المنجزة و نتائجها .
+ ماذا تستنتج من هاته التجربة ؟



تحت تأثير الحرارة تفقد البكتيريا البلاسميد Ti و يلاحظ عدم ظهور جرب السنخ عند النبات رغم تواجد البكتيريا .
+ اعتمادا على ما سبق حدد دور البلاسميد Ti .
البلاسميد Ti هو الذي يسبب التكاثر السريع لخلايا السنخ .

ت - كيف يتكون جرب السنخ ؟

+ - مكونات البلاسميد Ti

تبيين الوثيقة التالية مورثات البلاسميد Ti و ادوارها .

+ - مراحل العدوى

- المرحلة 1 : تحقن البكتيريا **Agro-Tum** بلاسميدها **Ti** في الخلية النباتية لجذر النبات . هذا البلاسميد يحتوي على قطعة تدعى **ADN-T** التي تحتوي على مورثات .

- المرحلة 2 : تدمج المورثات **ADN-T** ضمن **ADN** الخلية النباتية العائلة لتدخل تلك القطعة ضمن دخيرتها الوراثية .

- المرحلة 3 : تستنسخ **ARNm** من مورثات **ADN-T** و تقرأ وترجم الى بروتين في سيتوبلازم الخلية النباتية . هذا البروتين هو انزيم يحفز تفاعل تركيب الاوبين **Opine** من طرف الخلية .

- المرحلة 4 : يؤدي الاوبين المركب الى تكاثر الخلايا النباتية بايقاع مرتفع مما ينتج عن ذلك تزايد عدد خلايا السنخ كما ان الاوبين المفرز خارج الخلية يؤدي الى تكاثر البكتيريا **Agro Tum** .

- المرحلة 5 : انتقال العدوى الى خلايا سليمة من طرف هاته البكتيريا التي تتبعثر في التربة بعد موت النبات .

ج - خلاصة

ان جرب السنخ ناتج عن تغير وراثي لخلايا الجذر . هاته الصفة أصبحت وراثية و يعتبر بلاسميد البكتيريا **Agro-Tumefeciens** عامل نقل المورثة من البكتيريا الى الخلية النباتية .

2 - آلية نقل مورثة

تعتمد الهندسة الوراثية على نقل مورثات من خلايا الى خلايا أخرى وتتم عبر المراحل التالية :

- استعمال أنزيمات الفصل لقطع المورثة المراد استعمالها . هاته الأنزيمات تقطع لولب **ADN** في مواقع دقيقة . مثلا الأنزيم **E.CoRi** يتعرف دائما على التسلسل التالي القاعدة **G** و القاعدة **A** في كل لولب من **ADN** .

طرف موحد - - - 5' - G - - - - -

طرف موحد - - - 3' - C - T - T - A - - - - -

بالاضافة الى - - - 3' - A - A - T - T - C - - - - - طرف موحد

- - - 5' - G - - - - - طرف موحد

- انزيمات الربط تمكن من التصاق جزيئات **ADN** المقطوعة بعد تطعيمها بقطعة من **ADN** اجنبية . و تستخلص من البكتيريات و الفيروسات .

- استعمال ناقل **un vecteur** لنقل **ADN** المغير و غالبا مايكون بلاسميد أو أحيانا فيروس .

- العمل على تلميم الخلايا المغيرة وراثيا و ذلك بجعلها تتكاثر و التأكد من كون المورثة المدمجة انتقلت الى الأجيال الموالية بفعل التكاثر الخلوي .

II - أمثلة لتطبيق الهندسة الوراثية

تطبق حاليا مبادئ الهندسة الوراثية في الميادين الزراعية و الطبية و الصناعية و الحربية .

1- الانتاج الصناعي لهرمون النمو البشري

يفرز هرمون النمو البشري **Human Growth Hormone H.G.H** من طرف الغدة النخامية الواقعة أسفل الدماغ . هذا الهرمون هو المسؤول عن النمو الطولي للعضام و جميع الانسجة . يؤدي نقصان افراز هرمون **H.G.H** الى القزمية . كان هذا الهرمون يستخرج في الماضي من الجثث البشرية و بعد الاكتشافات الجديدة في الهندسة الوراثية أصبح هذا الهرمون ينتج بكميات وافرة باستعمال بكتيريا تدعى **Escherichia Coli (E .Coli)** و ذلك كما يلي :

- استخراج **ARNm** الرامز لهرمون النمو البشري **H.G.H** من خلايا النخامية (يتضمن **H.G.H** 191 حمض أميني)

- نسخ عكسي لتركيب جزيئة **ADN** انطلاقا من **ARNm** ← **ADN** بشري .

- ربط **ADN** بشري مع **ADN** البكتيريا المتضمنة للمورثة **Lac** .

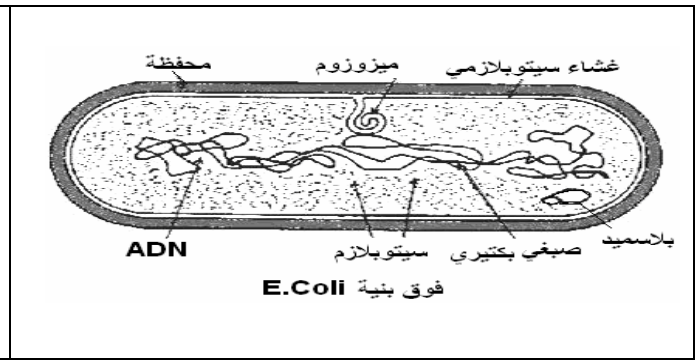
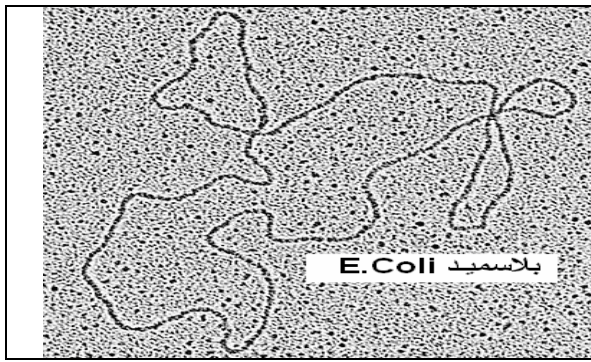
- استخراج بلاسميد البكتيريا **E.Coli** و دمج الكل في (**ADN** بشري مرتبط بالمورثة **Lac**) هذا البلاسميد باستعمال انزيمات الفصل و انزيمات الربط .

- حقن البلاسميد البكتيري المغير في بكتيريا **E.Coli** .

- تلميم **clonage** (تكاثر) البكتيريا المغيرة وراثيا .

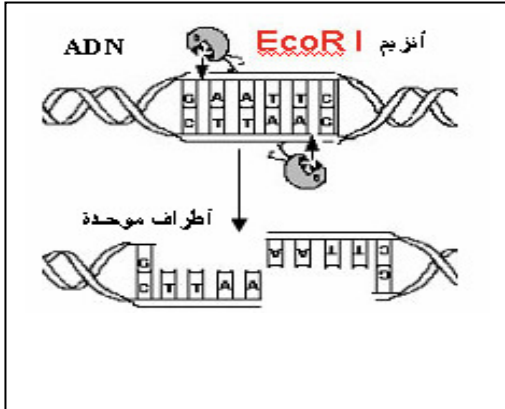
- نقل البكتيريا الى معامل خاصة و التي تعمل على تركيب هرمون النمو البشري بالتعبير الوراثي للمورثة البشرية المدمجة فيها .

- استخراج هرمون **H.G.H** من البكتيريا بتقنيات خاصة و مراقبته ثم توزيعه قصد الاستعمال لعلاج القزمية عند الاطفال .



2 - الإنتاج الصناعي لهرمون الانسولين

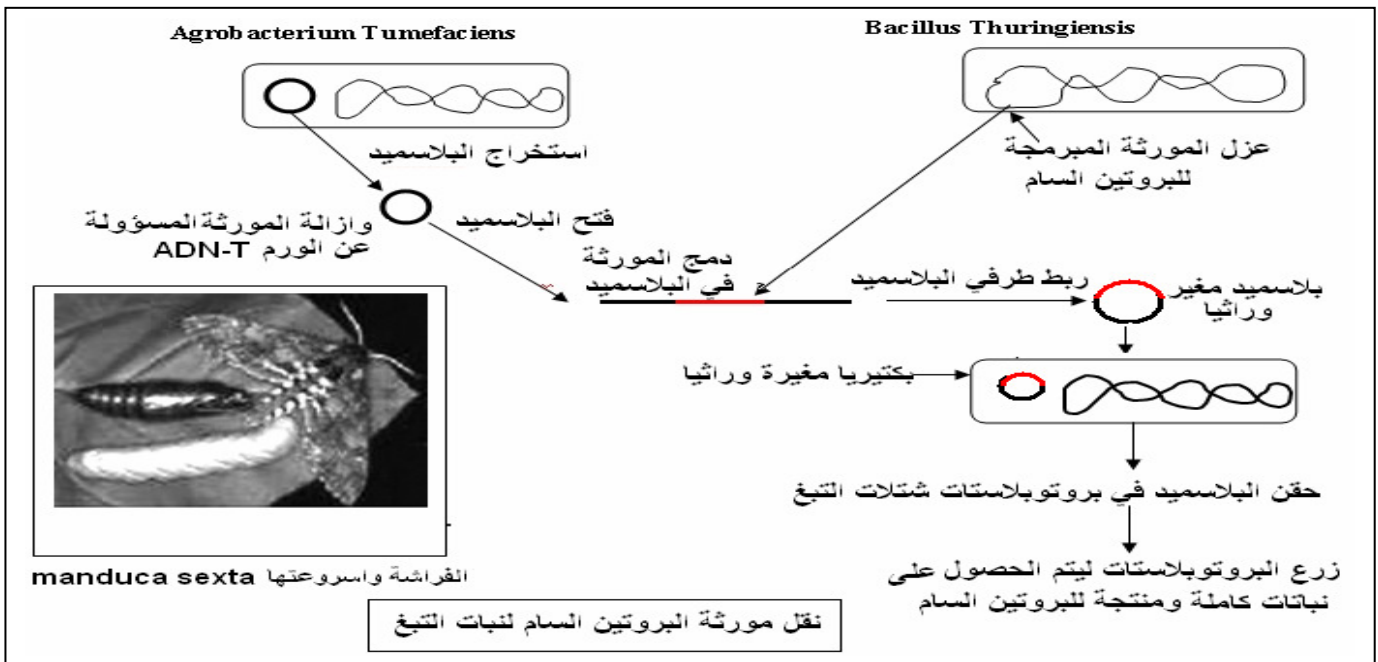
ينتج الانسولين باستعمال بكتيريا او خميرة البيرة و ذلك بنقل مورثات الانسولين البشري الى الدخيرة الوراثية لهاته الكائنات المجهرية بفضل الهندسة الوراثية. و هكذا فالهرمون المنتج يكون بتكلفة اقل من تكلفة استخلاصه كما كان من قبل من بنكرياس الخنازير و الابقار. ويتم نقل مورثات الانسولين البشري الى E.Coli كما يلي.



- عزل المورثة المسؤولة عن تركيب الانسولين باستعمال انزيمات الفصل و استخراجها من الخلية.
- استخراج بلاسميد E.Coli و فتحه باستعمال انزيمات الفصل .
- دمج المورثة البشرية في بلاسميد E.Coli باستعمال انزيمات الربط فيتم الحصول على بلاسميد هجين .
- دمج البلاسميد الهجين في بكتيريا E.Coli .
- تلميم E.Coli المغيرة وراثيا .
- نقل E.Coli الى معامل قصد انتاج الانسولين عبر التعبير الوراثي لمورثة الانسولين .

3- الإنتاج الصناعي لبروتينات لمحاربة الحشرات الضارة

تتعرض الكثير من المزروعات للتلغف من طرف الحشرات و خاصة اسروعات الفراشات . و يلجأ الباحثون في الميدان لمحاربة الحشرات الضارة الى الهندسة الوراثية باستعمال بكتيريا *Bacillus Thuringiensis* التي تركب بروتين سام *proteine pt* *toxique* بحيث ترش هاته البكتيريا على الحقول المزروعة و الغابات المحمية . و لقد تم تسخير الهندسة الوراثية لتحريض النبات المغير وراثيا على انتاج البروتين السام . و هكذا تم الحصول على نبات التبغ مقاوم للأسروعات *manduca sexta* و تمت هاته العملية بتسخير بكتيريا *Agrobacterium Tumefaciens* المعروفة بقدرتها على نقل مورثاتها تلقائيا لخلايا النبات . ويتضمن نقل خاصية انتاج البروتين السام الى نبات التبغ المراحل التالية.



و هكذا يتم الحصول على شتلات التبغ تحتوي خلاياها على مورثة تتحكم في تركيب البروتين السام و تنتقل هاته الصفة الى الاجيال اللاحقة عبر الانقسام غير المباشر و عبر التوالد الجنسي . واستمر نفس النهج حيث تم انتاج كائنات تم تغيير دخيرتها الوراثية و تسمى حاليا بالكائنات المغيرة وراثيات **O.G.M Organismes Genetiquement Modifies** .

4 - دور المتعضيات المعدلة وراثيا في الميدان الزراعي .

من بين فوائد التغير الوراثي في الميدان الزراعي نجد :

- تحسين جودة المنتج :- الحصول على أرز يسبب حساسية ضعيفة بالنسبة للأشخاص المصابين بالحساسية .
- الرفع من نسبة الفيتامين في الأرز .
- الرفع من المنكهات الموجودة في بعض الفواكه و الخضر (طماطم مثلا) .
- الرفع من الإنتاجية بالنسبة لبعض المزروعات .

ب-حماية النبات من بعض الأمراض :

- مقاومة الفيروسات و البكتيريات و الطفيليات و الحشرات الضارة (اكتساب صفة المقاومة ضد فطر Fusarium في المناطق الحارة جنوب المغرب مثلا) .

ت- الرفع من قيمة الربح لدى الفلاح و ذلك بالتخفيف من تكاليف مبيدات الطفيليات و الحشرات و ماء السقي .

ج - فوائد على المدى البعيد : مقاومة الملوحة المرتفعة في بعض الأراضي , مقاومة الجفاف , استعمال جيد للفوسفور و الآزوت وبالتالي عدم اللجوء الى الأسمدة الكيميائية .