

التعديل الوراثي عند النباتات

Modification génétique chez les végétaux

تمهيد: التعديل الوراثي هو إدخال صفات وراثية جديدة على صنف ما من الكائنات الحية باستخدام تقنيات محددة، قصد الحصول على كائنات ذات صفات جديدة مرغوب فيها، وذلك في الميدان الفلاحي والطبي والصناعي. وهكذا يعتبر النبات معدلا وراثيا (**Organisme Génétiquement Modifié (OGM)**) عندما يحدث تغيير في البرنامج الوراثي لهذا النبات.

- كيف يتم تعديل النباتات وراثيا؟ وما هي التقنيات المعتمدة لإنتاج نبات معدل وراثيا؟
- ما هي الفائدة من إنتاج نباتات معدلة وراثيا؟
- هل لانتشار النباتات المعدلة وراثيا، تأثيرات على الصحة البيئية؟

I - التعديل الوراثي الطبيعي عند النباتات.

تحمل الصبغيات الخبر الوراثي المسؤول عن الصفات الوراثية في شكل مورثات (قطعة من الصبغي تتحكم في صفة وراثية معينة). ينقل التوالد الجنسي الخبر الوراثي من جيل إلى آخر. في الطبيعة يحدث في بعض الأحيان نقل المورثات من كائن حي لتندمج في البرنامج الوراثي لكائن حي آخر. فكيف يتم إذن النقل الطبيعي للمورثات وما نتيجة هذا النقل؟

① جرب السنخ (Galle de collet) ورم وراثي طبيعي. أنظر الوثيقة 1.

الوثيقة 1: التعديل الوراثي الطبيعي عند النباتات

★ جرب السنخ ورم وراثي طبيعي:

تصاب بعض النباتات بمرض يسمى جرب السنخ La galle du collet، وهو عبارة عن ورم سرطاني ضخم يظهر على مستوى السنخ (منطقة التقاء الساق والجذر) (الشكل 1) الورم النباتي هو عبارة عن كتلة خلوية خارجية تظهر نتيجة التكاثر العشوائي Prolifération anarchique لخلايا النبات.

★ البكتيريا ناقل طبيعي للخبر الوراثي:

✓ عزل الباحثان Smith و Townsend سنة 1970 من ورم

سرطاني في جذر نبات بكتيريا تدعى Agrobacterium tumefaciens (الشكل 2). وبعد ذلك تم زرع هذه البكتيريا في فتحة حديثة (أقل من يومين) أنجرت على نبات سليم، فلاحظ ظهور الورم السرطاني في النبتة.

✓ تعيش A. tumefaciens في التربة ويمكنها أن تصيب النباتات

(الشكل 3). لا تحتوي A. tumefaciens على نواة. تتكون

مادتها الوراثية من صبغي وحيد (حمض نووي ADN) وحلقات من جزيئة ADN تسمى بلاسميد (Tumor inducing) Ti.

✓ عند تماس البكتيريا بالخلية النباتية، يمكن أن تمر المورثة

الممرضة (ADN - T) داخل نواة الخلية. تندمج المورثة ضمن

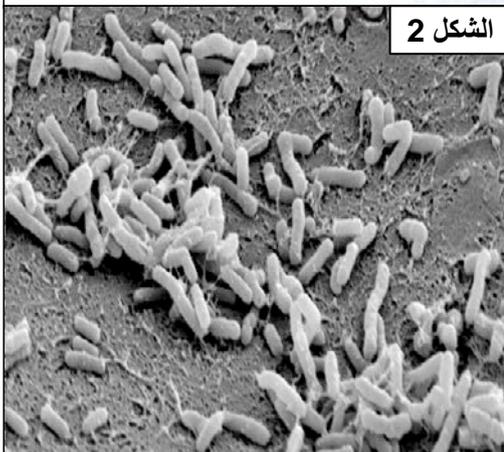
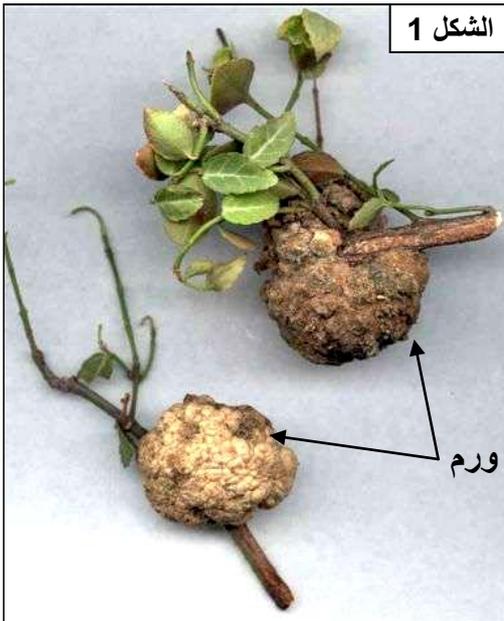
البرنامج الوراثي للخلية النباتية فتكتسب صفة جديدة وهي القدرة

على التكاثر العشوائي مما يؤدي إلى تكون الورم. نقول أن الخلية

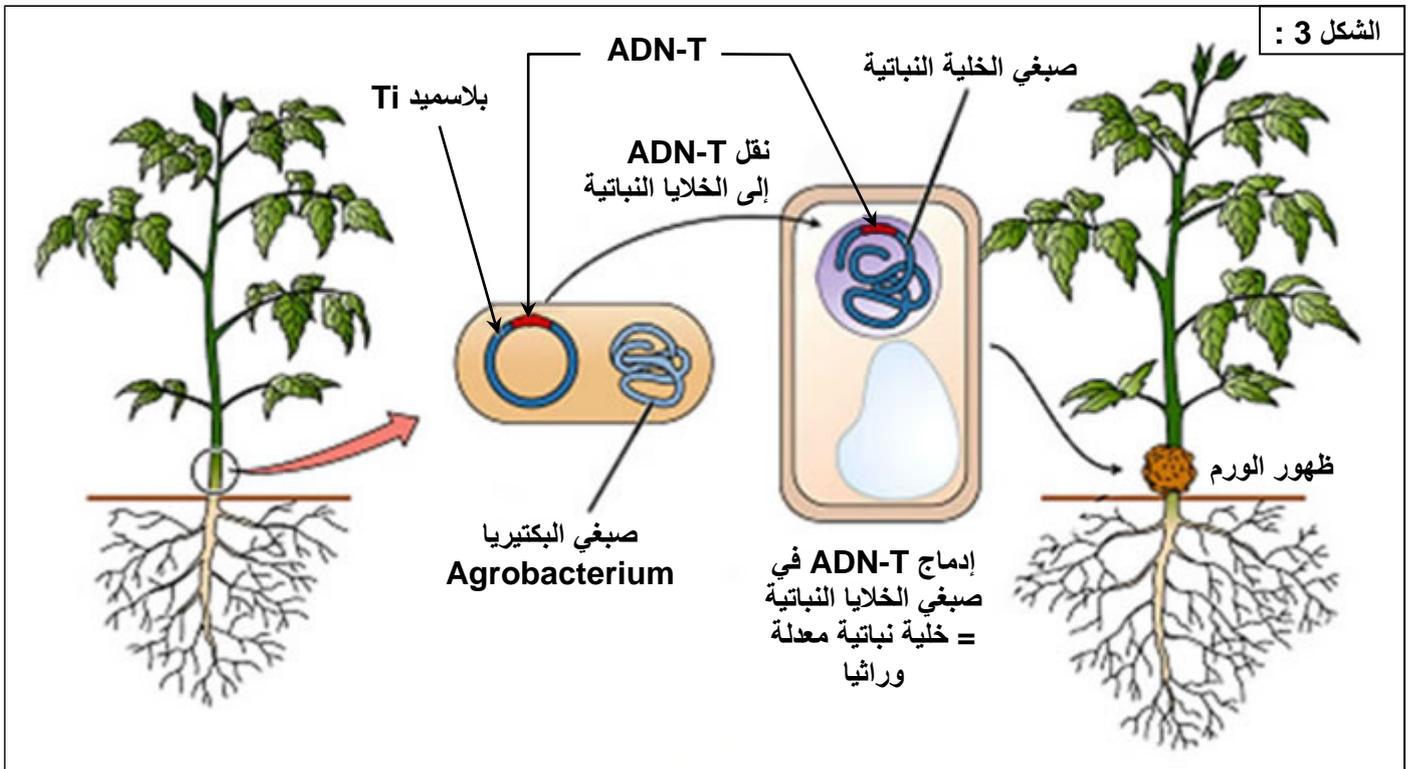
النباتية أصبحت معدلة وراثيا ويسمى النبات المكون من هذه الخلايا

متعضيا معدلا وراثيا بكيفية طبيعية.

استخلص من معطيات هذه الوثيقة مفهوم التعديل الوراثي الطبيعي.



Agrobacterium tumefaciens



★ عندما تصاب النباتات بجرب السنخ، تظهر أوراما سرطانية، وهي كتل خلوية خارجية تظهر نتيجة التكاثر العشوائي لخلايا النبات Prolifération anarchique.

② البكتيريا ناقل طبيعي للخبر الوراثي

★ تظهر الملاحظة أن الورم النباتي يتكون من خلايا نباتية تأوي البكتيريا Agrobacterium-T التي تمرر المورثة الممرضة (ADN - T) (جزء من البلاسميد Ti البكتيري) داخل نواة الخلية النباتية، لتندمج ضمن برنامجها الوراثي، فتصبح الخلية النباتية معدلة وراثيا.

★ يتجسد تعبير ADN - T داخل الخلية النباتية في تركيب كميات كبيرة من مواد خاصة تسمى الأوبيينات. وهي بروتينات ضرورية لتكاثر ونمو البكتيريا، وبالتالي تكاثر متواصل وعشوائي للخلايا النباتية، الشيء الذي يؤدي إلى تكون الورم.

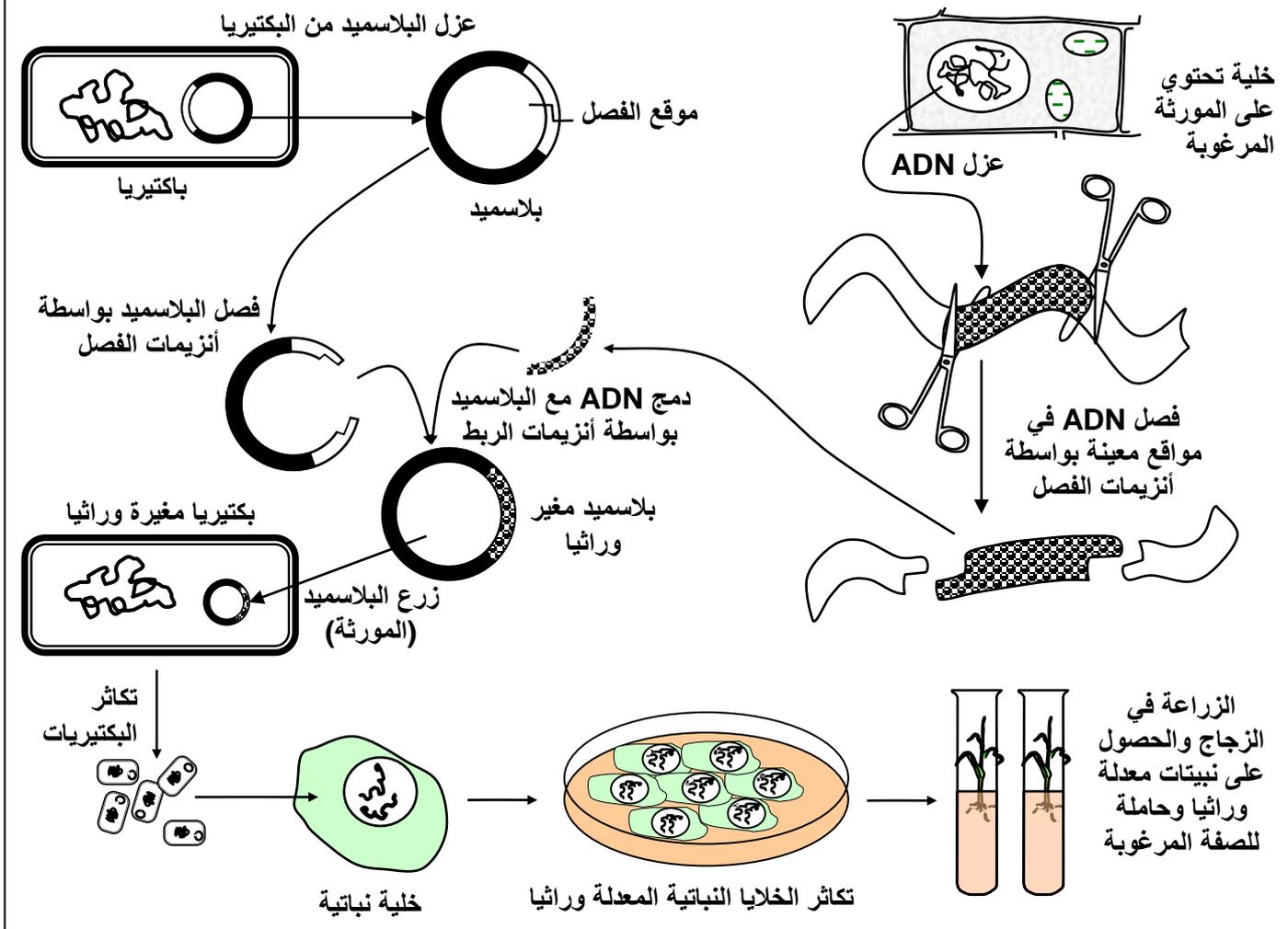
★ يتبين من المعطيات السابقة أن التعديل الوراثي الطبيعي هو آلية انتقال مورثة أو عدة مورثات من كائن حي إلى كائن حي آخر، لنحصل على كائنات ذات صفات جديدة.

II - تقنيات التعديل الوراثي عند النباتات في المختبر.

يتم اعتماد مبدأ التعديل الوراثي الطبيعي عند النباتات لانجاز نقل مورثة من كائن حي إلى نبات داخل المختبر. وهناك تقنيتان أساسيتان للتعديل الوراثي، إحداهما تعتمد على ناقل بيولوجي، والأخرى تعتمد على أجهزة فيزيائية تسمى القنبلة أو رشاش ADN.

① نقل مورثة باستعمال ناقل بيولوجي. أنظر الوثيقة 2.

الوثيقة 2: مراحل نقل مورثة من خلية إلى بكتيريا.



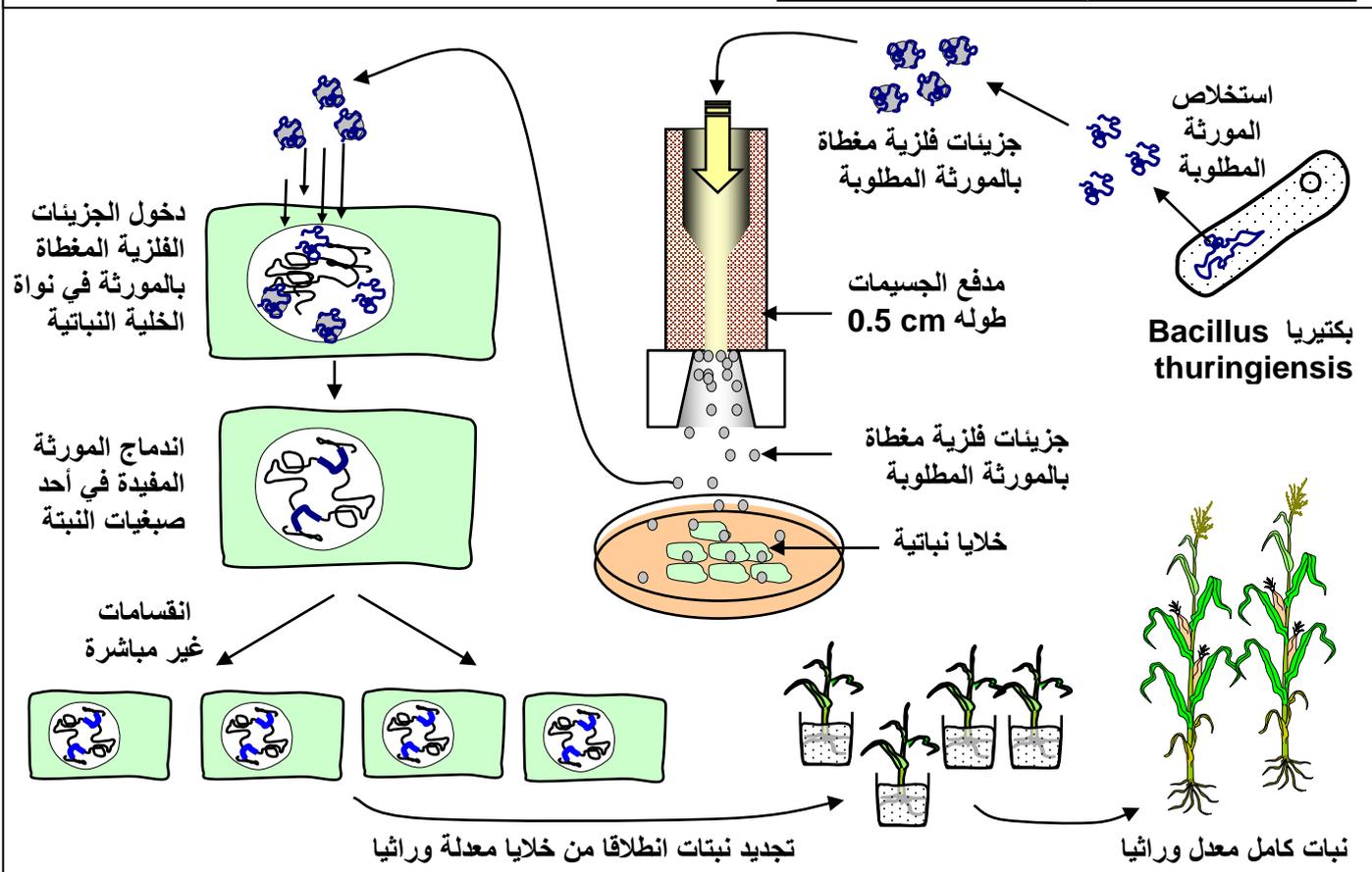
لنقل مورثة le gène من كائن لآخر يتم :

- تحديد مورثة مفيدة (مرغوب فيها)، يكون مصدرها متعضي آخر (بكتيريا، نبات أو حيوان).
- عزل المورثة المفيدة، التي تمثل قطعة من ADN.
- دمج المورثة في عضي ناقل، حيث أن البلاسميد Ti يعتبر العضي الناقل الأكثر استعمالا. وبذلك نحصل على بلاسميد يحمل المورثة الجديدة، يسمى بلاسميد مغير أو بلاسميد جديد التركيب.
- إدخال البلاسميد المغير والحامل للمورثة المفيدة في متعضي ناقل (بكتيريا At مثلا)، الذي يتميز بقدرته على حقن مورثات لخلايا بعض النباتات.
- تستعمل أنزيمات القطع أثناء عملية عزل المورثات وأنزيمات الربط أثناء عملية الدمج.
- وضع البكتيريا التي تحمل البلاسميد الجديد التركيب إلى جانب خلايا نباتية في وسط زرع ملائم، لتمر البلاسميدات من البكتيريا إلى داخل الخلايا النباتية.
- تتكاثر الخلايا النباتية المعدلة وراثيا فنحصل على أكناب Cals (مجموعة خلايا نباتية قادرة على التكاثر و التفريق يتم الحصول عليها عن طريق الزرع في الزجاج).
- يتم اقتسال جزء من الكنب في وسط زرع ملائم للحصول على نبتة جديدة معدلة وراثيا عن طريق التكاثر الخضري.
- تتم بعد ذلك عملية تأقلم ثم غرس النباتات المعدلة وراثيا في أصيصات في انتظار نقلها إلى المزارع.

② نقل مورثة باستعمال تقنية القنبلة أو رشاش ADN.

- تتمثل تقنية القنبلة أو رشاش ADN (Technique de bombardement ou à canon à ADN) في نقل مورثة بشكل مباشر باستعمال مدفع جزئيات دقيقة تسمح بدمج المورثة ضمن المادة الوراثية للخلية النباتية. بعد تكاثر وتجديد هذه الخلايا نحصل على نبتة كاملة معدلة وراثيا. أنظر الوثيقة 3.

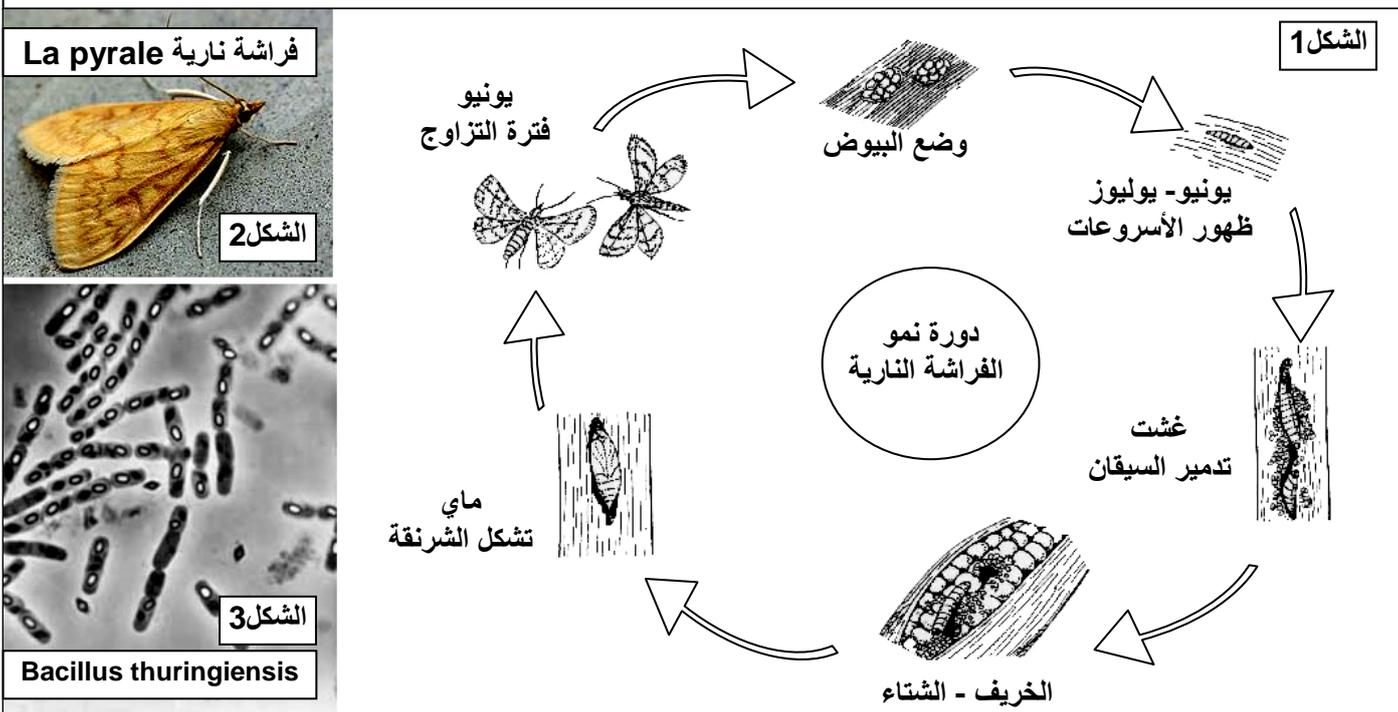
الوثيقة 3: التعديل الوراثي لنبات بطريقة رشاش ADN.



● مثال عند نبات الذرة (أنظر الوثيقة 4):

الوثيقة 4: نقل القدرة على محاربة الحشرات الضارة.

تعتبر أسر وعات الفراشات النارية **La pyrale du maïs**، أكبر متلف لنبات الذرة، إذ تتوغل الأسر وعات داخل ساق النبتة لتتغذى على أنسجتها، لهما تحدث أضرارا على مستوى السنابل والبدور، فيصبح النبات المصاب ضعيف النمو. لمقاومة أسر وعات الفراشات النارية، اكتشف بعض العلماء نوعا من البكتيريا تدعى **Bacillus thuringiensis** تستطيع تركيب بروتين سام بالنسبة للأسر وعات، وغير ضار بالنسبة للفقريات.



للحصول على ذرة مقاومة لحشرة الفراشة النارية، يتم عزل مورثة مسؤولة عن إنتاج بروتين سام، مبيد للأسرعات انطلاقاً من بكتيريا *Bacillus Thuringiensis*، ثم تدمج هذه المورثة في أحد صبغيات الخلية النباتية بطريقة " رشاش ADN ":

- ✓ عزل المورثة المطلوبة والمكونة من جزيئة ADN.
- ✓ تثبيت المورثة على جزيئات فلزية من التنغستين Tungstène يتراوح سمكها ما بين 0.4 و 5 ميكرومتر.
- ✓ إرسال الجزيئات الفلزية مغطاة بالمورثة المطلوبة بسرعة كبيرة، بواسطة رشاش ADN، قصد إدخالها للخلايا النباتية.
- ✓ اندماج المورثة المطلوبة مع أحد صبغيات الخلية النباتية.
- ✓ تكاثر الخلايا المعدلة وراثياً للحصول على نباتات مغيرة وراثياً، قادرة على إنتاج البروتين السام بالنسبة للأسرعات.

III – إشكالية التعديل الوراثي عند النباتات. أنظر الوثيقة 5

الوثيقة 5: بعض التطبيقات للتعديل الوراثي.

خلال الثلاثين سنة المقبلة على الفلاحة أن توفر الغذاء لمليارين إضافيين من الأشخاص انطلاقاً من الموارد الطبيعية التي تعرف حالياً هشاشة متصاعدة. فالتحدي المراد رفعه، يشتمل تطوير التقنيات التي تساعد في أن واحد، على الرفع من المردودية وتخفيض تكاليف الإنتاج والحفاظ على البيئة وتحسين النوعية الاقتصادية للمنتجات الغذائية المعروضة على المستهلكين مع منح الضمان الغذائي ووسائل العيش للمحرومين. و تمكن البيوتكنولوجيا من تحسين النوعية الاقتصادية للمنتجات الغذائية وخلق منتجات جديدة موجهة للاستعمال الصناعي والصحي حسب تقرير منظمة الفاو. عن تقرير منظمة الفاو: روما 2004 بتصرف

من أجل تلبية الحاجات الغذائية المتزايدة للإنسان، يسعى الباحثون إلى الحصول على أنواع نباتية وحيوانية ذات مردودية عالية بتعديلها وراثياً وذلك باستغلال التكنولوجيا الحديثة في علم الوراثة. إلى أي حد إذن يمكن الاعتماد على الكائنات المعدلة وراثياً في حل إشكالية التغذية ؟

① ايجابيات التعديل الوراثي.

★ انطلاقاً من تحليل الوثائق 6، 7، 8، و 9 حدد طبيعة الرهانات التي يمكن للنباتات المعدلة وراثياً، تقديمها للإنسانية.



الوثيقة 6: التعديل الوراثي عند نبات الطماطم.

بفضل تقنيات التعديل الوراثي تمكن نبات الطماطم من اكتساب صفة جديدة بحيث أصبح قادراً على تحمل كميات كبيرة من الملح في التربة دون أن يؤثر ذلك على جودة الثمار.



الوثيقة 7: التعديل الوراثي عند نبات الذرة.

- ✓ مكن التعديل الوراثي لنبات الذرة بالولايات المتحدة من ربح : مليون هكتار من المساحات المزروعة.
- ✓ 600000 طن من الأسمدة.
- ✓ 100 مليون لتر من الفيول.
- ✓ 20 إلى 30 مليون دولار من تكاليف مبيد الحشرات.



الوثيقة 8: الأرز الذهبي غذاء واحد. Golden Rice

تشكو بعض مجتمعات دول آسيا، التي تعتمد أساساً في تغذيتها على الأرز، من عوز في الفيتامين A، و من اضطرابات خطيرة في وظيفة الإبصار. لذلك تم التفكير في إنتاج الأرز الذهبي، وهو أحد سلالات الأرز *Oryza sativa* المنتجة من خلال الهندسة الوراثية، تحتوي بذوره على كميات كبيرة من البيتا-كاروتين (beta-carotène) وهو طليعة الفيتامين A الضرورية لإبصار سليم. وقد يؤدي استهلاك الأرز المذهب إلى القضاء نهائياً على هذا العوز الفيتاميني.

الأرز الأبيض

الأرز الذهبي

الوثيقة 9: التعديل الوراثي لتنظيف التربة

يمكن لبعض النباتات أن تنمو فوق تربة ملوثة بمواد سامة كالزنك والكاديوم وبعض المواد العضوية. هذه النباتات لها قدرة كبيرة على تخزين هذه المواد السامة في سيقانها وأوراقها. بعد إزالة هذه النباتات، وحرقها نكون قد نظفنا التربة وحصلنا على طاقة حرارية. هذه النباتات سعتها الاستيعابية للمواد السامة صغيرة ولهذا السبب تم إيجاد نوع من الذرة معدل وراثيا خاص بتنظيف التربة من المعادن الثقيلة.

★ يشكل التعديل الوراثي للنباتات حولا علمية من بين أخرى، تلبى حاجيات الإنسان الغذائية وذلك بـ

- ✓ الرفع من المردود الفلاحي بتوفير نباتات مقاومة للحشرات والفطريات، ونباتات متحملة لمبيدات الأعشاب وكذا متحملة للجفاف، ولملوحة وحمضية التربة، وهكذا نحافظ على المخزون المائي – المعدني للتربة.
- ✓ التقليل من استعمال مبيدات الأعشاب ومبيدات الحشرات، وبالتالي الحفاظ على توازنات الحميلات البيئية.
- ✓ إنتاج أدوية غذائية: أغذية غنية بالفيتامينات أو بالبروتينات أو بـلقاحات ضد الأمراض (أرز غني بفيتامينA، نبات بطاطس منتج للقاح ضد الكوليرا).
- ✓ إنتاج نباتات ذات جودة غذائية (زيتون ذو جودة عالية).

② سلبيات التعديل الوراثي.

★ انطلاقا من تحليل الوثائق 10، و11 اقترح بعض الفرضيات التي تقدم حول المخاطر المحتملة نتيجة زراعة واستهلاك النباتات المعدلة وراثيا.

الوثيقة 10: الأخطار المحتملة للتعديل الوراثي.

قد تمثل الكائنات المعدلة وراثيا بعض الايجابيات على صحة الإنسان، كما يطرح اعتمادها احتمال وجود آثار سلبية على النباتات والحيوانات والإنسان:

- ↳ قد تحدث المورثة المحمولة اضطرابا في وظيفة الكائن المعدل وراثيا بإنتاج مواد سامة جديدة.
- ↳ يستخدم في إنتاج الأغذية المعدلة وراثيا مورثات مقاومة للمضادات الحيوية مثل نبات الذرة المقاوم للبنسولين. وقد تمثل هذه الخاصية خطرا محتملا على جسم الإنسان عند علاجه بالمضادات الحيوية.
- ↳ يمكن لبعض الجزيئات الناتجة عن التعديل الوراثي أن تحدث تسممات غذائية وحساسية مفرطة خاصة عند الأطفال والأشخاص المسنين.
- ↳ من خاصيات النباتات المعدلة وراثيا قدرتها على مقاومة مبيدات الأعشاب مما يؤهلها لأن تصبح سائدة على النباتات الطبيعية، حيث قد تحدث اختلالات في التوازنات الطبيعية.

الأخطار المحتملة	الرهانات المنتظرة
<ul style="list-style-type: none"> • تسمم الإنسان • ظهور نباتات مقاومة لمبيدات الأعشاب • ظهور حشرات مقاومة للسمينات • تلوث الماء والتربة • انتشار النباتات المعدلة وراثيا بواسطة البذور وحبوب اللقاح. 	<ul style="list-style-type: none"> • الذرة: مقاومة الحشرات • الصوجا والقطن: مقاومة مبيدات الأعشاب • الطماطم: تحسين ظروف التصبير • السلجم: مقاومة الفطريات • الخس: الخفض من النترات في النبات

الوثيقة 11: الأخطار المحتملة للتعديل الوراثي

يقول الخبراء أن أضرار النباتات المعدلة وراثيا لا تظهر على الفرد مباشرة بعد أكلها بل تتأخر أعراضها إلى فترات طويلة نسبيا قد تمتد إلى سنوات. ولا تزال الكثير من أضرار هذه النباتات محل جدل بين المنتجين والوكالات الصحية. ولم تثبت دراسة صحية أكيدة حتى الآن أن هذه النباتات لها ضرر واضح على الإنسان. الأمر الذي جعل المنتجين يزيدون من إنتاجها دون إجراء اختبارات الأمان الكافية لمعرفة هل هي مناسبة للإستخدام الآدمي أو لا. مما جعل الصراع على أشده بين الوكالات الصحية ومنتجي هذه الأصناف.

و قد تم التوصل أخيرا إلى اتفاق بين هذه الوكالات والمنتجين يقضي بوجوب كتابة عبارة: يحتوي على مواد معدلة وراثيا أو عبارة: لا يحتوي على المواد المعدلة وراثيا .

وبهذا يكون الخيار للمشتري في شراء منتجات تحتوي على مواد معدلة وراثيا غير مأمونة من الناحية الصحية أو بقاءه على المنتجات الزراعية العادية.

★ تطمح البيوتكنولوجيا والصناعات الغذائية إلى إنتاج وتسويق منتجات غذائية معدلة وراثيا لتلبية حاجيات الإنسان الاقتصادية. إلا أن هذه المنتجات لازالت تطرح إشكاليات عامة حول كيفية إنتاجها، وقيمتها الاقتصادية، ومخاطرها المحتملة على صحة الإنسان وعلى البيئة. إذ لا تزال الكثير من أضرار النباتات المعدلة وراثيا محل جدل بين المنتجين والوكالات الصحية ولم تثبت حتى الآن أي دراسة صحية أكيدة أن لهذه النباتات ضرر واضح على الإنسان.