الباب الأول

مقدمة فى التقنية الحيوية

obeikandl.com

obeikandl.com

تعتبر التقنيات الحيوية محصلة لمجموعة علوم في علم تشكلت ملامحه الأولية منذ عام ١٩٨١م لتنتج العديد من النواتج المؤثرة على البشرية، ومع تزايد الحديث عن تبعات هذه التقنيات الحالية والمستقبلية تزداد الحاجة لبيان أهميتها وبخاصة آثارها الإقتصادية، لأن الدراسات المستقبلية والقائمين عليها لم تطلق كلمتها الأخيرة في عمق الإختراقات المتوقعة للتقانات الحيوية – (وبالأخص الهندسة الوراثية) – في صميم الحياة وإعادة مزج أو تشكيل بنيتها الأولية. ويعزز هذه المقولة البروفيسور Charles H. Townes الحائز على جائزة نوبل عام ١٩٦٤ في الفيزياء والأستاذ بجامعة كاليفورينا – بيركلي حيث يقول:

"ما هى الإتجاهات الحديثة فى القرن الحادى والعشرين؟

"What are the new directions for science in the 21st Century?

As we learn more about bioengineering & Biotechnology, we will be able to recreate things that the healthy body does automatically. The possibilities of what might be done are absolutely fantastic"

كلما تعلمنا المزيد عن الهندسة الحيوية والتكنولوجيا الحيوية، سوف نمتلك القدرة على إعادة الأشياء بحيث يعمل الجسم السليم آلياً. وأن إحتمالات ما يمكن أن يحدث سيكون مثير للدهشة".

وتعتبر التقنيات الحيوية من العلوم الضاربة في جذور التاريخ حيث أنها تجمع بين الأحياء الدقيقة والتقنيات الآلية. وقد تطور مفهوم هذا العلم في السنوات الأخيرة بشكل كبير جداً ليرتبط بحياة الناس بشكل مباشر في مختلف الميادين الحياتية وبالتالي كان له الأثر الإيجابي في إقتصادهم.

مفهوم التقنية الحيوية Biotechnology

إن التقنيات الحيوية تجمع بين الوسائل أو الأدوات العملية لحل المشاكل (تقنية) وإنتاج منتجات مفيدة (حيوية)، وعلى أية حال يستخدم هذا المفهوم منذ آلاف السنين عندما إستخدمت الحيوانات والنباتات لإنتاج الغذاء والكساء والدواء. وتغير هذا المفهوم قبل ما يقارب سبعين عاماً عندما إستخدمت بعض الكائنات الحية الدقيقة لإنتاج المضادات الحيوية والأمصال وكذلك الخمائر، وتطور مفهوم العلم بصورة متسارعة منذ إكتشاف المادة الوراثية (DNA) بتفاصيلها الدقيقة (الكروموسومات، الجينات، والقواعد النيتروجينية).

بدأ الإنسان خلال الستينات والسبعينات من القرن الماضي في إستخدام بعض مكونات الخلايا في التطبيقات الحيوية مما طور مفهوم التقنية الحيوية إلى التطبيقات المتخصصة جداً ومن هنا نشأ تباين شديد في تعريف هذا العلم بين المدارس العلمية المختلفة وأصبح له عدد من التعاريف. فالمجتمع العلمي البريطاني مثلاً يعرفها بأنها "التطبيقات الحيوية والأنظمة ومراحل الإنتاج التصنيعية"، والتعريف الياباني بأنها "تقنية تستخدم الظواهر الحيوية لنسخ وإنتاج منتجات حيوية مفيدة"، والتعريف الإمريكي بأنه "إستخدام منظم للأحياء مثل الكائنات الحية الدقيقة أو المكونات الحيوية لأغراض مفيدة"، أما التعريف الأوربي فهو "الإستخدام المتداخل لعلوم الكيمياء الحيوية والأحياء الدقيقة والهندسة للوصول إلى تطبيقات صناعية من الأحياء الدقيقة وزراعة الأنسجة أو أجزاء منها".

فكلمة Biotechnology مكونة من مقطعين: الأول (-Bio) وهو مشتق من الكلمة اللاتينية " Bios " بمعنى الحياة (Life) أما الثانى

(Technology) فيعنى الطريقة المنظمة لعمل الأشياء (Systematic methodology).

ويقصد بالتكنولوجيا الحيوية بصفة عامة بأنها "أية تطبيقات تكنولوجية تستخدم النظم البيولوجية، والكائنات الحية أو مشتقاتها، لصنع أو تحوير المنتجات أو العمليات من أجل إستخدامات معينة" وتشير مصادر منظمة الأغذية والزراعة التابعة للأمم المتحدة (FAO) إلى أنّ هناك طائفة واسعة من "التكنولوجيات الحيوية"، ذات تقنيات وتطبيقات مختلفة. ويشمل مفهوم التكنولوجيا الحيوية بمعناه الواسع، الكثير من الأدوات والتقنيات التي أصبحت مألوفة في نطاق الإنتاج الزراعي والغذائي. أما بمعناه الضيق، الذي لا يراعى سوى تقنيات الشفرة الوراثية الجديدة، والبيولوجيا الجزيئية، وتطبيقات الإكثار التكنولوجية، فيغطى طائفة من التكنولوجيات المختلفة، مثل معالجة الجينات ونقلها وتغيير الشفرة الوراثية، وإستنساخ النباتات والحيوانات. ولقد تمكنت التكنولوجيا المعلوماتية Bioinformatics في وقت قصير من قلب مفاهيم إعتمد عليها البشر لآلاف السنين سعياً وراء تأمين الغذاء والمسكن والدواء والحماية وسواها من متطلبات الحياة اليومية، إلا أنها خلقت تحديات خطيرة بالتوازى مع تقديمها للحلول.

فاليوم ومع تحقيق التكنولوجيا الحيوية لنجاحات متزايدة، تبدو الصورة أقل إشراقاً لأن التكنولوجيا التي تساهم في إطعام جياع إفريقيا والفقراء حول العالم ساهمت سابقاً في تطوير صواريخ تحمل رؤوساً بيولوجية قادرة على إبادة البشر تماماً كما تُباد الحشرات. ويجمع الخبراء على مقولة أساسية تتلخص في أن التقدّم في العلوم الحيوية يحمل معه وعوداً هائلة للإنسانية، إلا أن هذا التقدّم سوف يسبب أيضاً أخطاراً حادة على الإنسانية وعلى بيئتنا ما لم

يتم التحكم فيه على نحو ملائم أو إذا ما إستخدم التقدم كأداة للحرب أو نشر الهلع أو غير ذلك من أشكال سوء الإستخدام.

فعالمنا يشهد تطوراً مثيراً للغاية جداً في مجال أبحاث التكنولوجيا الحيوية وصناعاتها. وأصبحت هذه التكنولوجيا المتقدمة تتطور بسرعة فائقة وتقلق أهل العلم والسياسة والاقتصاد في جميع أنحاء العالم تخوفاً من نتائجها المحتملة على صحة البشر وتأثيرها المباشر وغير المباشر بالقضاء على التنوع الحيوي بين النباتات والحيوانات في العالم الذي تراكم عبر آلاف السنين. ومن المعروف أن هناك عدداً محدوداً من شركات التكنولوجيا الحيوية العملاقة تسيطر على غالبية المنتجات المعدلة جينياً (وراثياً) بمساعدة الأنظمة المعلوماتية في الأسواق العالمية. ويقول العلماء المختصون: إن آفاق التكنولوجيا الحيوية لا تزال في بداية الطريق وستشمل قريباً المزيد من منتجات الغذاء والدواء.

إذن ما هي التكنولوجيا الحيوية؟

Then, what is Biotechnology?

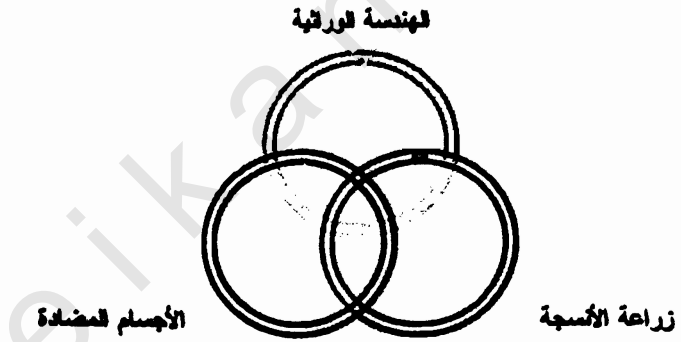
إن التكنولوجيا الحيوية هي التطبيق المعلوماتي الصناعي للتكنولوجيات التي يتم تطويرها أو إستخدامها في العلوم البيولوجية وخصوصاً تلك التي تتصل بالهندسة الوراثية. ويتفق الخبراء على أن العالم على حافة ثورة في هذا المجال. وتتمتع التطورات في مجال التكنولوجيا الحيوية بقدرات هائلة على رفاهية ورخاء الإنسانية. على سبيل المثال، من خلال إنتاج لقاحات لأمراض لم يكن له علاج من قبل، وزيادة إنتاج الغذاء، والوقاية من أمراض وتشوهات وراثية عديدة. وتحمل ثورة التكنولوجيا الحيوية إلى جانب فوائدها إمكانات هائلة لإساءة الإستخدام أيضاً. ويمكن تعريف التكنولوجيا الحيوية أيضاً بأنها عملية تغيير جزء بسيط جداً في الخريطة الوراثية لنوع أو أكثر من خلايا

النبات أو الحيوان، وغالبا ما يتم ذلك بمساعدة جزء من المادة الوراثية المستخلصة من أحد الميكروبات. ويهدف هذا التغير الوراثي إلى زيادة في إنتاج زراعي مثل الذرة وفول الصويا أو إنتاج بذور نباتات معدلة وراثيا لمقاومة تأثير الحشرات والأمراض والجفاف التي تصيب البطاطس والطماطم والتبغ والقطن وغيرها، كما يتم حاليا تطوير أنواع وراثية من الأبقار والأغنام لإنتاج حليب ذي مواصفات غذائية خاصة يحتوي على العديد من البروتينات المفيدة التي يمكن إستعمالها لمقاومة عدد من الأمراض أو أنواع من الأحماض الأمينية الضرورية لصحة الإنسان.

وتقول اللجنة الدولية للصليب الأحمر في إنتقادها لبعض جوانب إستخدامات التكنولوجيا الحيوية؛ إن التاريخ قد أظهر أن الكثير من التطورات المهمة في العلوم والتكنولوجيا تم تحويلها إلى إستخدامات عدائية، وليست الكيمياء والطيران والإلكترونيات والفيزياء النووية إلا بعض أمثلة. وقد تمكن نتائج ثورة التكنولوجيا الحيوية من تطوير الأسلحة البيولوجية وإستخدامها في المنازعات المسلحة أو كوسيلة لنشر الرعب بين المدنيين. وقد يصبح نشر المرض عمداً، والقدرة على تغيير وظائف الجسم دون معرفة الفرد بذلك أسهل، وأكثر فتكا، وأقل تكلفة، وأكثر صعوبة في الإكتشافات. وتضيف اللجنة الدولية للصليب الأحمر في موقعها على الإنترنت أنه يمكن التلاعب بعوامل الحرب البيولوجية المعروفة لجعلها أسهل إستخداما. ويكون ذلك عبر التلاعب بالتركيب الجيني لعناصر الحرب البيولوجية القائمة مثل الأنثراكس، وذلك لزيادة إمكان إستخدامها كسلاح بيولوجي. فعلى سبيل المثال يمكن جعلها مقاومة للمضادات الحيوية والعوامل البيئية مثل الجفاف والأشعة فوق البنفسجية التي تجعلها غير ضارة في الأحوال العادية. كذلك يمكن تحويل الميكروبات غير الضارة إلى ميكروبات خطيرة بعد التلاعب بهندسة تلك الكائنات جزيئيا

والتي نتعايش معها يومياً كي تنتج سموماً خاصة تسبب المرض. ومما سبق يمكن تعريف هذا العلم بأنه "الإستخدام التقني الموجه للكائنات الحية على المستوى الخلوي والجزيئي للحصول على نواتج مفيدة".

وتعتمد التقنيات الحيوية الحديثة على دراسة المادة الوراثية للكائنات الحية والإستفادة منها من خلال إستخلاصها وتحويرها ومن ثم إنتاج مواد مستخلصة جديدة منها وهو ما يعرف بالهندسة الوراثية، كما تشمل أيضاً التقنيات الحيوية علم زراعة الخلايا والأنسجة وهي تعمل كأوعية تحوي المادة الوراثية يتم إكثارها لتقوم بالدور المطلوب منها، كما يشترك أيضاً علم الأجسام المضادة وحيدة النسيلة **Monoclonal antibodies** وتقوم بدور أساسى في كشف وتحديد كفاءة المنتجات الخارجة من الخلايا (شكل ١).



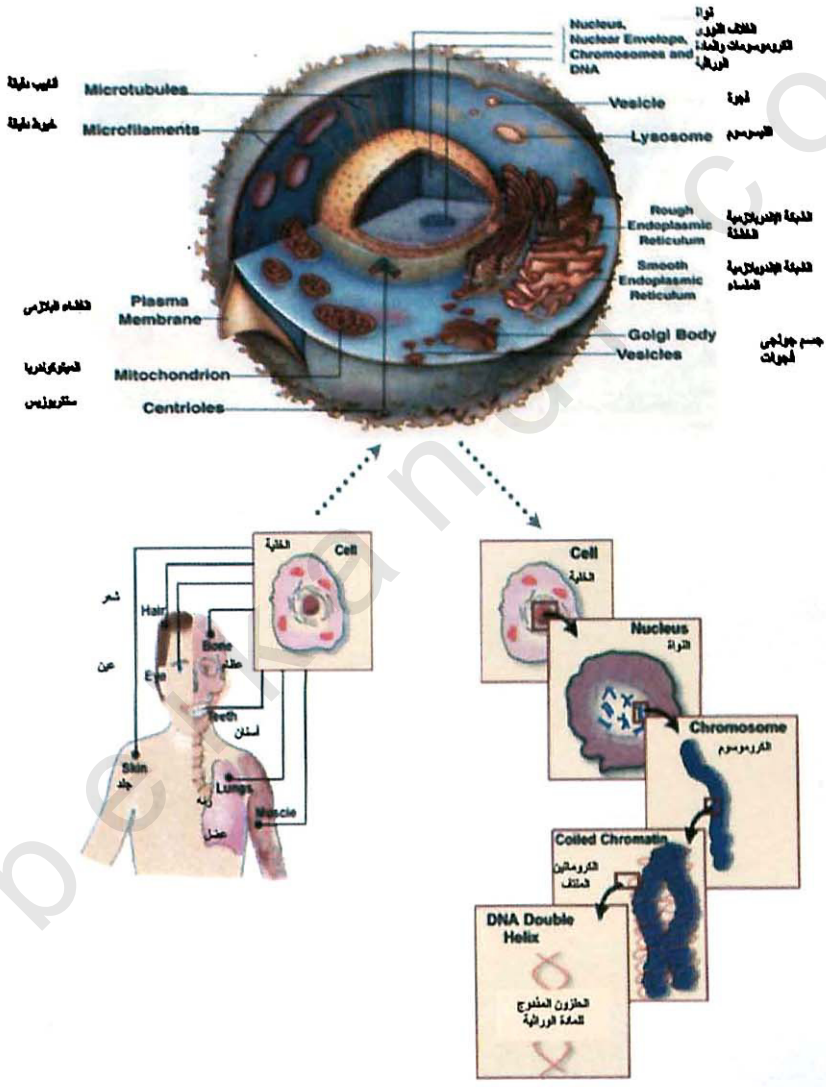
شكل ١: التقنيات المتداخلة في التقنية الحيوية

الحامض النووى Deoxyribonucleic Acid (DNA)

تتكون الكائنات الحية من أجزاء رئيسة كالأعضاء والتي تتكون من أنسجة، والأنسجة بدورها تتكون من ملايين من الخلايا؛ وذلك في الكائنات معقدة من حيث التركيب كما في الإنسان والحيوان والنبات وقد يتكون الكائن

الحي من خلية واحدة فقط أو من عدد محدود من الخلايا كما في البكتيريا والفطريات، وتقوم كل خلية بوظيفة محددة بحسب نوعها والنسيج الذي تنتمي إليه (شكل ٢)،

ويوجد في كل خلية نواة تحتوى على نوية يوجد بها عدد من



شكل ٢: تقنية هندسة الجينات

الكروسومات (المادة الوراثية) وتستفيد الخلية من مورثات (جينات) المادة الوراثية لإنتاج البروتينات المطلوبة بحسب وظيفتها وحاجتها، ويختلف عدد الكروسومات بحسب الكائن الحي ففي الإنسان يوجد ٤٦ كروسوم وفي بعض النباتات عدد أعلى من هذا بكثير يصل في بعض النباتات إلى أكثر من مائة كروسوم.

وجدير بالذكر أن عدد الكروسومات عادة ما يكون زوجي نصفها يأتي من الذكر والنصف الآخر من الأنثى يلتقيان عند التزاوج ليكونا الجنين. وكل كروسوم مكون من شريطين متوازيين متكاملين من المادة الوراثية المسماة الحامض النووى DNA ملتفان حول بعضهما بمشاركة البروتينات اللازمة لهذه العملية. ويحتوي كل كروسوم على عدد كبير من الجينات التي تقوم بالوظائف الحيوية في الكائن. تتكون المورثات من المادة البنائية الوراثية والمسماة قواعد نيتروجينية (نظراً لإحتوائها على مادة النيتروجين كعنصر أساس). وهناك أربعة أنواع من القواعد النيتروجينية الأساسية ويرمز لها بالرموز أدينين (A)، جوانين (G) سيتوسين (C)، ثيامين (T)، ويعمل ترتيبها على تكوين الشفرة الخاصة بالأوامر الوراثية. تحفظ المادة الوراثية في النواة ولا يمكن أن تخرج منها بأي حال من الأحوال وتقوم المادة الوراثية بتسيير أمور الخلية.

وتقوم الخلية عند الحاجة إلى تنفيذ مهمة ما بفك كود الشفرة المحمولة في المورث المطلوب وبالتالي تقوم المادة الوراثية بعد فك شفرتها والمسماة الحامض النووى RNA بالخروج من النواة إلى سائل الخلية والذي يحوي مصانع البروتينات (وهي أجهزة خاصة بترجمة المادة الوراثية إلى بروتين) والمسماة رايبوسومات حيث تقوم تلك الرايبوسومات بإنتاج البروتين المطلوب بالكمية المطلوبة، وعند إنتهاء الحاجة من البروتين تقوم الخلية بالتخلص منه.

ومما سبق يتضح أن المادة الوراثية تحمل المعلومات بينما البروتينات تقوم بالوظيفة البنائية للخلايا الجديدة إضافة إلى آلية تنفيذ أوامر المادة الوراثية.

التحوير الوراثي Genetical Modification

إن التحوير الوراثي هو أي تغيير يحدث في المادة الوراثية الأصلية إما بصورة طبيعية أو بالتدخل البشري وهذا الأخير إما تقليدي كالذي يحدث في تزاوج سلالات نقية لمزج الصفات أو إستخدام الأشعة أو بإستخدام التقنيات الحيوية الحديثة. وتنتقل الصفات الوراثية من جيل الآباء إلى الأبناء من خلال التزاوج الطبيعي، والذي يصاحبه أحياناً طفرات تحدث بشكل طبيعي بسبب الأشعة فوق البنفسجية والتي تسبب تلفاً للمادة الوراثية، أو بعض العوامل الكيميائية وغيرها من الأسباب. على أيه حال جزء من هذه التحويرات يتوارث من جيل إلى آخر منتجاً صفات جديدة للكائن الحي.

وتحدث في الكائنات الحية آليات يتم من خلالها إستبدال أو إنتقال أجزاء من المادة الوراثية من كروسوم إلى آخر منتجة تحويراً في الكائن الحي، وهذه العملية تحدث أحياناً بشكل دقيق ومدروس وأحياناً بطريقة عشوائية – إن صح التعبير – تسمى هذه العملية بإعادة الترتيب أو التوليف وينتج عن ذلك إختلاف في الصفات عن صفات الجيل السابق. كما أن هناك أنواع أخرى من التحويرات التي تحدث بشكل طبيعي والتي لا تعدو كونها إنتقال لصفات ضمن نفس الجنس أو الفصيلة.

لقد إقتصر التدخل البشري سابقاً في التحوير الوراثي بالطرق التقليدية المتمثلة بشكل أساسي في المزاوجة بين سلالات نقية من النباتات لإنتاج نباتات جديدة بالصفات المرغوبة. الطريقة الأخرى والأكثر حداثة في تعريض النبات إلى موجات من الأشعة لإحداث طفرات بشكل عشوائي ومن ثم إختيار النباتات

المحورة ذات الصفات المرغوبة. إن التحوير الوراثي بإستخدام التقانات الحيوية الحديثة يعتمد بشكل أساسي على تقنية توليف أو إعادة توليف المادة الوراثية DNA recombination والتي يمكن تعريفها بانها "نوع من الحياكة الحيوية لربط صفات كائنات بأخرى".

ولتحوير النبات بالطرق الحديثة تتبع الخطوات التالية:

تحديد الصفات المطلوبة	**Gene identification**
تحديد المورثات ومضاعفتها	**Gene amplification**
عزل المورثات وتحويرها	**Gene isolation**
ربطها بحامل وراثي مناسب	**Gene recombination**
مضاعفة المورثات وتنقيتها وفحصها	**Gene purification**
زرع الصفات في الكائن المضيف	**Gene cloning**
التأكد من وجود الصفة وجودة المنتج	**Gene expression**

أبرز مدخلات وتطبيقات التقنيات الحيوية

Input and Applications of Biotechnologies

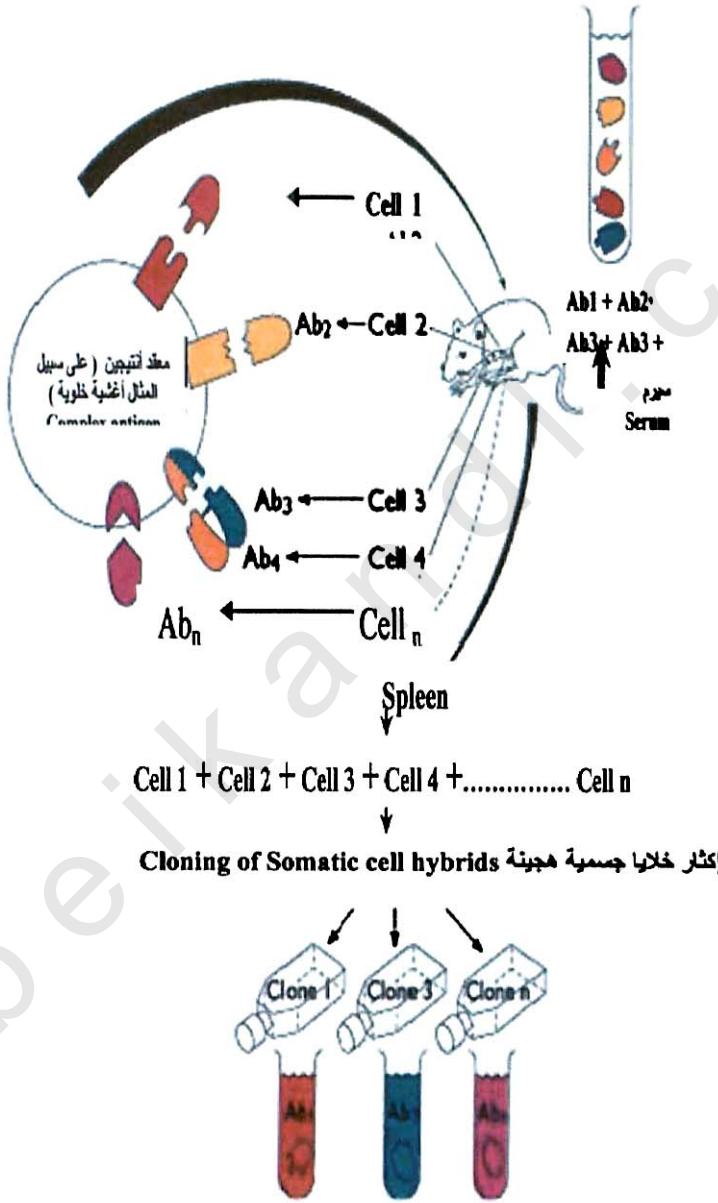
يمكن إعتبار كل تقنية من التقنيات الحيوية هي بدورها مجموعة التقانات ولذا يشاع حالياً إستخدام تعبير التقنيات الحيوية بدلاً من التقنية الحيوية، وفيما يلي عرض لأهم التقنيات في التطبيقات الحيوية ويلخص الشكل التالي تداخل هذه التقنيات مع بعضها البعض.

أولاً: الأجسام المضادة وحيدة النسيلة Monoclonal Antibodies

تستخدم فيها خلايا الجهاز المناعي والتي تبني الأجسام المضادة والتى تتميز بالقدرة التخصصية العالية جداً وبالتالي يمكن تحديد وإكتشاف العناصر الحيوية بدقة ولو كانت بكميات ضئيلة جداً.ومن تطبيقاتها تحديد وكشف

الملوثات البيئية وكذلك الكشف على الكائنات الدقيقة الضارة فى الغذاء

(شكل ٣)



شكل ٣: الأجسام المضادة وحيدة النسيلة

obeikandl.com

ثانياً: تقنية زراعة الأنسجة Tissue Culture Technology

وهي زراعة الخلايا في أوعية زراعة تحت الظروف المعقمة *in vitro* وذلك فى معامل خاصة بزراعة الأنسجة.

ومن تطبيقاتها:-

- إستخدام الخلايا الثديية في الكشف على كفاءة الأدوية بدلاً من الحيوانات مما يعكس الأمان والدقة.
- العلاج الخلوي.
- إنتاج العقاقير النباتية من الخلايا مباشرة بدلاً من النباتات.
- إكثار وتضاعف الأنسجة النباتية في المعمل.

ثالثاً: الإستنساخ أوالإستنسال Cloning

إنتاج أعداد ونماذج متطابقة وراثياً من الجزيئات والخلايا والحيوانات والنباتات وهي على ثلاثة أنواع:-

١. الإستنساخ الجزيئي DNA Cloning

وهو أساس علم البيولوجيا الجزيئية Molecular Biology وهو من أهم تقنيات الهندسة الوراثية التي تستهدف التطوير والإنتاج. كما أن جميع التطبيقات الخاصة بإعادة توليف المادة الوراثية من البحث الأساسى إلى الإنتاج الدوائي تعتمد على هذه التقنية الحديثة.

٢. الإستنساخ الخلوي

Cord Blood Stem and Cells Cloning

وهو بدوره مهم ومكمل لسابقه خاصة أبحاث الأجسام المضادة وحيدة النسيلة، ومن تطبيقاته:

- إكثار النباتات بزراعة الأنسجة المحورة وراثياً والأخرى غير المحورة.

- إنتاج الأدوية من الخلايا البشرية.

٣. الإستنساخ الحيواني Reproductive Cloning

ولعل شهرة المنتج المسمى بالنعجة دوللى أعطت خلفية جيدة عن مثل هذا الموضوع مع أن تطبيقاته أكثر تعقيداً وصعوبة.

رابعاً: التحوير الوراثي Transformation

في السابق كان التحوير الوراثي ضمن نفس النوع والجنس أحياناً من خلال التزاوج والتلقيح. أما الآن فالتحوير الوراثي يحدث بنقل الجينات من نوع إلى آخر أو بتحوير جينات نفس النوع ومن تطبيقاته:-

- إنتاج الأدوية واللقاحات.
- علاج بعض الأمراض الجينية.
- زيادة الإنتاج الزراعي وتقليل التكلفة.
- زيادة قيمة المحتوى الغذائي في الطعام.

خامساً: هندسة البروتينات Protein Engineering

تعتمد هذه التقنية على مفهوم التحوير الوراثي من أجل إنتاج بروتينات محددة أو بروتينات جديدة لها إستخدامات مفيدة مثل الإنزيمات والمحفزات الحيوية Biocatalysts.

سادساً: تقنية الهجين Hybrid Technology

على الرغم من أن التقنيات السابقة تعتمد على الكائن الحي فقط إلا أنها فتحت آفاقاً علمية جديدة من خلال إستخدام المادة الوراثية وقدرتها على التعرف والإلتصاق بالجزء المكمل أو المشابه لها، وذلك بربطها بالعلوم والمعارف الأخرى لتعطي تطبيقات مفيدة مثل:-

١) الكواشف الحيوية Biosensors

تربط هذه التقنية علم الأحياء بالإلكترونيات الدقيقة Microelectronics من خلال ربط خلايا أو مضادات حيوية بموصلات ناقلة Transducer، وهي تقنية ترصد عوامل بتركيزات دقيقة جداً وتحول الإشارة الحيوية الخاصة بإرتباط المادة المطلوبة إلى إشارة رقمية تعكس الكمية الموجودة. من تطبيقاتها أيضاً:

- قياس المحتوى الغذائي وجودته وسلامته.
- مساعدة الأطباء لقياس مكونات محددة في الدم وبشكل مباشر .
- قياس الملوثات البيئية.

٢) هندسة الأنسجة Tissue Engineering

تربط هذه التقنية بين علم الخلية وعلم المواد لإنتاج أنسجة صناعية في المعامل مع دعاماتها Scaffolds ومن الأمثلة الناجحة لهذه التقنية بناء الجلد والغضاريف.

٣) رقائق المادة الوراثية DNA Chip

وهي تزاوج بين صناعة شبه الموصلات semi conductive والجينات مما يمكن من تحليل عشرات الآلاف من الجينات في رقاقة واحدة لا تتجاوز مساحتها السنتيميتر المربع.

ومن تطبيقاتها:

- الكشف على الطفرات في مورثات معينة.
- قياس نشاط المورثات.
- تحديد الجينات الهامة لإنتاج المحاصيل.
- دراسة التسلسل البنائى للمادة الوراثية.

obeikandl.com

٤) المعلومات الحيوية Bioinformatics

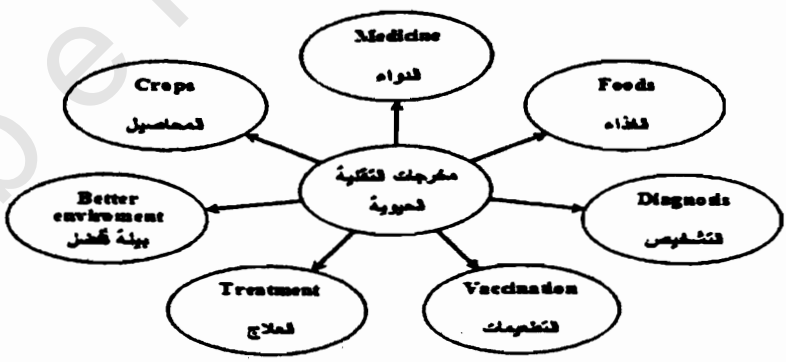
تربط هذة التقنية بين الحاسب الآلي وبرامجه بالمادة الوراثية خاصة التحليل الإحصائي، الرسم البياني، المحاكاة وقواعد البيانات والتي لها الفائدة الكبيرة في تحليل الكم الهائل من المعلومات المستقاة من المادة الوراثية.

ومن تطبيقاتها:

- رسم الخرائط الوراثية وتحديد مواقع وعدد الجينات في كل خارطة.
- تحديد شكل وبناء البروتينات.
- محاكاة طريقة ترابط وعمل البروتينات.
- إكتشاف أسباب ومواقع العلل الوراثية وتصميم العلاج المناسب.

مخرجات التقنية الحيوية Biotechnology Outputs

عند الحديث عن مخرجات التقنيات الحيوية (شكل ٤) لابد الأشارة أن كثيراً من الباحثين والعلميين يخلطون بين مخرجاتها الحالية الفعليه والمخرجات المتوقعة مستقبلاً من خلال التقارير العلمية والنشر العلمي مما جعل هناك خلطاً ولبساً أساء إلى هذا العلم في بعض الأحيان كما حدث عندما تمت تجربة إستنسال النعجة دوللي. هذا وسيتم هنا التطرق إلى أبرز



شكل ٤: أبرز مدخلات التقنية الحيوية

المخرجات الحالية والمتوقعة من التقنيات الحيوية مصنفة حسب مجالات تطبيقاتها.

أولاً: مخرجات الرعاية الصحية Health Care

خلال المدة القصيرة المنصرمة على بداية الإنتاج للأدوية بالتقنيات الحيوية تم إنتاج أكثر من ١١٧ دواء ولقاح إستفاد منه أكثر من ٢٥٠ مليون إنسان من مختلف شعوب العالم؛ وأن ما يعادل ٧٥% من هذه الأدوية تم إقراره من إدارة الغذاء والدواء الأمريكية FDA في السبعة أعوام الماضية. كما أن هناك ما يقارب ٣٥٠ دواء ولقاح جديد في مرحلة الإختبار تمهيداً لإقراره. ويتوقع أن تساهم هذه الأدوية الجديدة في علاج ٢٠٠ مرض. كما تساهم التقنيات الحيوية في إجراء مئات الفحوص الطبية وتشخيص الأمراض بطريقة سريعة ودقيقة تحمي المجتمعات من تبعاتها المعدية والخطيرة كالإيدز.

وفيما يلي سرد لأهم مجالات المخرجات الطبية للتقنية الحيوية:-

- علاج بعض الأمراض (مثل السرطان).
- إنتاج اللقاحات والتطعيمات.
- التشخيص.
- العلاج الجيني.
- أبحاث الخلايا الجذعية.
- البروتينات والجينات.

obeikandl.com

ثانياً: الإستخدامات الزراعية Agriculture Applications

يسوق حالياً العديد من المواد الغذائية المحورة وراثياً بإستخدام التقنيات الحيوية مثل البابايا والذرة والفول السوداني والبطاطس وقد كان لها دور في تقليل إستخدام المبيدات الحشرية إضافة إلى زيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية.

ومن المخرجات في المجال الزراعي:-

- إنتاج الغذاء كالأغذية المحورة وراثياً.
- التهجين بين الأجناس النباتية.
- المبيدات الحيوية.
- الحد من إستخدام مبيدات الحشائش.
- الحماية الطبيعية للنباتات.
- المنتجات المساعدة في التصنيع الغذائي.

ثالثاً: الإستخدامات الصناعية Industrial Applications

تم إنتاج العديد من الكيماويات في السابق إعتمادا على التقانات الحيوية مثل الأسيتون وحمض الستريك وحمض الخليك كما إعتمدت بعض المنتجات الصناعية في السابق على المشتقات البترولية غير القابلة للتحلل مما أدى إلى تلوث البيئة وزيادة المخلفات الصلبة، غير أن التقنيات الحيوية يمكن أن تسهم في تأمين بدائل أكثر عناية بالبيئة وذات علاقة بمجال المواد والطاقة. كما تنتج حالياً كثيراً من المحفزات الحيوية كالإنزيمات" بالتقنيات الحيوية وهو ما يساعد بدوره في إنتاج مركبات كيميائية جديدة، كما يمكن تحوير المحفزات الحيوية الحالية لتكون أكثر فاعليه ونشاطاً.

ويوجد حالياً أكثر من ٤٥ إنزيماً يعمل كمحفز حيوي في مختلف التطبيقات الصناعية مثل:

- الكربوهيدرات Carbohydrases
- الإنزيمات المحللة للبروتينات Proteases
- الإنزيمات المحللة للببتيدات Peptidases
- الإنزيمات المحللة للبيبيدات Lipases
- إنزيمات الأكسدة والإختزال Oxireductases
- إنزيمات النقل Transferases

رابعاً: الإستخدامات البيئة Environmental Applications

تستخدم بعض التقنيات الحيوية لتخليص البيئة من الملوثات العالقة بها والمفيد في الموضوع أن الكائنات المحورة المستخدمة لهذا الغرض يمكن أن تترك للعيش بشكل طبيعي في البيئة خاصة أماكن الملوثات وتقوم بدورها دون عناء يذكر أو تكلفة إضافية. ومن الأمثلة على ذلك تخليص الجازولين من مادة Methyl tertiary butyl ether (MTBE) بإستخدام البكتيريا. كما تستخدم التقانات الحيوية في التخلص من بقايا النفط في الخزانات النفطية في دول الخليج العربى.

خامساً: الإستخدامات الفضائية Space Applications

في عام ٢٠٠٠م وقعت وكالة الفضاء الإمريكية ناسا إتفاقية مع منظمة صناعة التقنية الحيوية ومعهد أبحاث السرطان الوطني إتفاقية لإستخدام التقنية الحيوية في إستكشاف الفضاء وكذلك أبحاث الجاذبية الدقيقة Micro gravity.

سادساً: صحة الحيوان Animal Health

تستخدم التقنية الحيوية لإنتاج عقاقير وأدوية مناسبة لعلاج الحيوانات خاصة المستخدمة كموارد غذائية للشعوب.

سابعاً: الإستخدامات أخرى Other Applications

تجاوزت تطبيقات التقنيات الحيوية المجالات الرئيسية السابقة المشار إلى المجالات أخرى نذكر منها التالي:-

الزراعة المائية	**Aquaculture**
البصمة الوراثية	**Finger printing**
الفحوصات الجنائية	**Crimes detection**
إثبات الأبوة	**Fatherhood examination**
علم الإنسان	**Anthropology**
الأسلحة البيولوجية	**Biological weapons**

تطبيقات التقانات الحيوية فى العالم

Worldwide Applications of Biotechnology

بنظرة سريعة إلى مجالات تطبيق التقانات الحيوية وتفعيل الإستفادة منها نجد أن هناك حاجة ملحة إلى تبني برنامج واضح وواعد لإستخدام تقانة المستقبل، ولإجراء ذلك يجب علينا في الدول العربية معرفة وضعنا من تلك التقنيات وتحديد إمكاناتنا المادية والبشرية والتنسيق في ما بيننا للتعاون في التغلب على الصعوبات التي تقف حجر عثرة دون إستفادتنا من تلك التقنيات. ويوضح الجدول التالى ملخص وافيا لبعض الجوانب التطبيقية لهذه التقنية.

جدول (١): الجوانب التطبيقية لهذه التقنية

المجال	أهم التطبيقات
الرعاية الصحية	١. تفعيل إستخدام تقنيات التفاعل البنائي المتسلسل PCR في الكشف المبكر للأمراض.
	٢. العلاج الجيني.
	٣. صناعة الدواء بالتقنية الحيوية كما حدث في إنتاج الأنسولين البشري.
البيئة	١. تفعيل الإستفادة من متبقيات الزيت والحد من التلوث.
	٢. التخلص من مخلفات الصناعة.
	٣. الإستفادة من المخلفات العضوية.
	٤. تدوير إستخدام المياه.
الصناعة	١. صناعة الدواء من المواد الكيماوية النباتية المصدر.
	٢. إستخدام الكائنات الدقيقة في تحسين خواص البترول ومشتقاته.
	٣. إنتاج الكيماويات والمحفزات الحيوية.
الزراعة	١. إنتاج نباتات محسنة وراثياً لمقاومة الأمراض والآفات خاصة المحاصيل الإقتصادية كالأرز والذرة والقمح.
	٢. إنتاج نباتات محسنة وراثياً لتحمل الظروف البيئية القاسية خاصة الملوحة والجفاف لاسيما مع ظروف شح الموارد المائية.
	٣. الإنتاج المكثف الدقيق للنباتات (زراعة الأنسجة) محليا والحد من الإستيراد للتخفيف من مشاكل إنتقال العوائل الممرضة، وإستيراد النباتات بالأنابيب بدلا من الشتلات.
	٤. تطوير إنتاجية الحيوانات المزرعية.
	٥. الكشف المبكر لأمراض الحيوان.

ويمكن بإيجاز تسليط مزيداً من الضوء على تلك الفوائد والتطبيقات للتكنولوجيا الحيوية.

فوائد التكنولوجيا الحيوية Benefits of Biotechnology

لقد أصبح للتكنولوجيا الحيوية أهداف عظيمة تحقق بعضها وجارى العمل على قدم وساق لتحقيق الباقى ولن تنتهي الطموحات التى فتحها هذا العلم لخدمة البشرية فى كافة المجالات والتى نجملها فى التالى:

أولا: في مجال تطوير المحاصيل الزراعية

Agricultural Field Development

١- إنتاج نباتات مقاومة للأمراض الفيروسية

Production of Virus – Resistant Plants

وتعد من أهم الصفات الواعدة التى تقدمها الهندسة الوراثية لتحسين الإنتاج النباتي حيث لا يوجد وسيلة مباشرة لعلاج المحاصيل المصابة بالفيروسات سوى الوقاية من الإصابة بها عن طريق الممارسات الزراعية الجيدة مثل إستخدام دورة زراعية مناسبة، التخلص من الحشائش وبقايا المحصول السابق التى تكون عائلا ثانيا للفيروس في فترة عدم وجود العائل الأساسي، إستعمال مبيدات الحشرات القاتلة للحشرات الناقلة للفيروس. وتعتمد فكرة هندسة النباتات المقاومة للأمراض الفيروسية على الدراسات السابقة في مجال الوقاية بالتحصين Cross Protection والتي وجدت أن عدوى النباتات بفيروسات ضعيفة تحصن النباتات إذا ما أصابها بالسلالات الأكثر ضراوة وعندما تمكن بيتش وزملاءه سنة ١٩٩٠ في جامعة واشنطن من نقل الجين المسئول عن إنتاج الغلاف البروتيني لفيروس الدخان الموازيكى (TMV) Tobaco Moasic Virus في نبات الطماطم حيث عبر هذا الجين عن نفسه وأنتج بروتين الغلاف الفيروسي وجد أن النباتات قاومت الإصابة الفيروسية بشدة وبذلك أثبت بتمشى صحة نظريته الإفتراضية القائلة أن بروتين غلاف (TMV) يضفي المقاومة على سلالات هذا

الفيروس وغيرة من الفيروسات القريبة الصلة به، وبتلك التقنية أمكن هندسة أكثر من أثنى عشر نباتا مقاوم للفيروسات.

٢- نباتات مقاومة للحشرات Insects Resistant Plants

إعتمدت فكرة مقاومة الحشرات خلال الثلاثون عامًا الماضية على إنتاج بروتين تنتجه بكتيريا (Bt) *Bacillus thuringiensis* لتقوم تلك البروتينيات على قتل الحشرات. وإستخدمت تلك المستخلصات البروتينية Bt على نطاق واسع في مقاومة الحشرات حرشفية الأجنحة (الفراشات وأبى دقيق) والتي تعتبر آفات رئيسية حيث تقوم تلك البروتينات بالإرتباط بأغشية أمعاء الحشرات المستهدفة بأن يتم إنتقال الأيونات من البروتينات Bt إلى الخلايا الطلائية بالأمعاء فتتعطل قدرة الحشرات على التغذية فتموت. وتلك المبيدات الحشرية ليس لها تأثير سام على الثدييات فقط بل ولا على الأنواع الحشرية الأخرى وفاعليتها لا تدوم إلا وقتا قصيرا وبالتالي فهي آمنة بيئيا.

ولقد تمكن المختصون فى الهندسة الوراثية فى كل من شركة كنت البلجيكية وشركة أجروجين تكس ويسكونسين واكراسيتوس ومنسانتو من عزل جينات تخص بروتينات المبيدات الحشرية وإستخدموا المسدس الجينى Gene Gun أو بكتيريا *Agrobacterium tumefaciens* فى إيلاج الجينات فى كل من الطماطم والبطاطس والقطن. ولقد ثبت أن وجود جينات Bt داخل نبات القطن قد جعله أكثر مقاومة لكل الآفات اليرقية الرئيسية بما فيها دودة اللوز وعليه يمكن أن يؤدى إستخدام تلك النباتات المهندسة إلى خفض كميات المبيدات الحشرية بنسبة ٤٠-٦٠% ولقد تم البحث عن جينات Bt أخرى ذات تأثير على الحشرات غير اليرقية وقد أمكن تصميم جين فعال ضد خنفساء كلورادو التى تصيب البطاطس. كما أمكن تصميم جين Bt آخر

فى شركة ميكوجين بسان دييجو بكاليفورنيا لمقاومة الإصابة بالنيماتودا، كما صمم جين فعال ضد البعوض الناقل للملاريا. وقد أكدت الإختبارات أن بروتينات Bt آمنة بيئيا فضلا على أن نسبة وجودها فى النباتات المهندسة وراثيا لا تتعدى ١,,% من البروتين الكلى فى النبات المحور وهذا البروتين يتحلل تماما كأى بروتين فى القناة الهضمية.

٣- نباتات مقاومة لمبيدات الحشائش

Herbicides Resistant Plants

نظرًا لمنافسة الحشائش للنباتات الإقتصادية فى كل من الماء والغذاء وضوء الشمس فإن المحصول عادة ما يقل بنسبة ٧٠ % كما أنها تشكل مأوى للأمراض والآفات، كما أن تواجد بذورها مع غلال المحاصيل الإقتصادية يقلل من قيمتها النوعية ويزيد من تكاليف التنظيف والتنقية، لذلك يكون ضمن الممارسات الزراعية إستخدام مبيدات الحشائش.

تعتمد فكرة هندسة نباتات مقاومة لمبيد الحشائش كما قامت بها شركة مونسانتو وشركة كالجين بديفز بكاليفورنيا بزيادة قدرة النباتات على تحمل مادة glyphosate ، وهى المادة الفعالة فى مبيد الحشائش المسمى بالراوند اب الواسع الإنتشار فى مقاومة الحشائش عريضة الأوراق وهو من المبيدات الأمنة بيئيا حيث أنه غير مؤثر على الحيوانات التى لا تمتلك مسالك الأحماض الأمينية العطرية، ثم أنه يتحلل بسرعة فى البيئة الى مركبات طبيعية غير ضارة. وعلى أية حال، تقوم المادة الفعالة فى هذا المبيد بتثبيط فعل إنزيم ضرورى لإنتاج الأحماض الأمينية العطرية التى تحتاجها النباتات فى النمو. ولقد قام كل من Comai وكذلك Stocker بشركة كالجين وكذلك Rogers وأيضا Chesor بشركة مونسانتو بعزل جينات تخليق إنزيم

EPSP من البكتيريا والنبات ثم أولجت تلك الجينات فى الطماطم وفول الصويا والقطن وغيرها من المحاصيل لتتمكن تلك النباتات من تحمل الراوند اب، وبنفس الإسلوب تم إنتاج نباتات تتحمل أنواع من المبيدات سلفونيل يوريا Sulfonylurea فى شركة دوبون.

٤- ثمار ذات جودة عالية High Quality Fruits

طور الباحثيون طريقتان لإطالة عمر ثمار الطماطم بطريقتين، الأولى تتمثل فى إيلاج جينات تسمى مضادات الإحساس Anti-sense لجينات النضج والمسئولة عن إنتاج الإثيلين والإنزيمات الأخرى التى تعجل بسرعة النضج والطراوة ثم التعفن بأن تنتج بروتينات تقوم بالإرتباط مع الحامض النووى RNA الخاص بالنضج فيمنعه من نسخ البروتينات الخاصة بإطلاق إنزيم تعجيل النضج فتؤخر النضج وتقاوم الرخاوة، والثانية فهى إيلاج جين يقوم بتصنيع إنزيم يقوم بتحليل مركبات البادئة Precursor التى تكون الإثيلين وبذلك يتأخر النضج والطراوة . وقد أمكن لشركه كالجين من إيلاج جين High Pigment Gene وهو الجين المسئول عن إنتاج الصبغات الملونة فى الطماطم مثل صبغات الانثوسيانين بكمية كبيرة ليزداد تركيز الصبغة فى ثمار الطماطم لكى تتمكن ربة المنزل من إستخدام عدد أقل من الثمار عند الإستخدام.

٥- نباتات ذات خصائص تغذوية فائقة

Nutritious and Specific Nature of Plants

قد أمكن تكوين نباتات تستطيع تثبيت الأزوت الجوى بنقل الجين المسمى nif والموجود فى بكتيريا *Azetobacot* التى تتطفل على جذور النباتات البقولية. وقد أمكن فى الماضى نقلها إلى *Proteus vulgaris*

Esherichia coli، *Agrobacterium tumefacien*، وهناك محاولات فى الفلبين واليابان لنقل الجين المسبب لزيادة فاعلية هذا المخصب البيولوجى إلى نبات الارز.

ونظراً لإفتقار البروتين النباتى لبعض الأحماض الأمينية الهامة مثل الليسين والتربتوفان كما فى الحبوب والذى يعد السبب الرئيسى لسوء التغذية فى دول العالم الثالث لذلك سعى علماء الوراثة إلى إنتاج نباتات تتوفر بها تلك الأحماض الأمينية الهامة والتى يعجز الإنسان والحيوانات وحيدة المعدة مثل صغار الحيوانات المجترة والدواجن عن تخليقها فى أجسامها لذا يتعين عليه توافرها فى غذائها. ولقد تم عزل الجينات المسئولة عن إنتاج مثل تلك الأحماض وإيلاجها فى بعض النباتات لكن لم يتم نقلها الى الحبوب الى الآن.

٦- إنتاج نباتات رباعية الكربون مهندسه وراثياً

Engineered C^4 Plants

لزيادة كفاءة التمثيل الغذائي بالنباتات، فهناك دراسات عن نقل الجين المسئول عن إنتاج إنزيم ما بحيث يؤدى الى زيادة كفاءة عملية تمثيل ثانى أكسيد الكربون بالتالي زيادة المحصول.

ثانيا: فى مجال الإنتاج الحيوانى

Field of Animal Production

وتتمثل أهمية التكنولوجيا أو التقنية الحيوية فى:

١) إنتاج حيوانات معدلة وراثياً ذات قدرة على مقاومة الأمراض وخاصة الفيروسية مثل الأرانب والإسماك والأبقار والخنازير.

٢) المعاجلة الجينية للحيوانات لزيادة سرعة نموها بتزويدها بالجين الخاص بهرمون النمو السريع وقد تم بالفعل إنتاج عدد من الخنازير الأمريكيه

والأسترالية وحيوانات المزرعة سريعة النمو وكذلك لزيادة قدرتها على إنتاج اللحم وتحسين خواصه وزيادة القدرة على إدرار اللبن.

٣) إنتاج أغنام ذات صوف عالي الجودة.

٤) تقسيم جنين الماشية والحصول على توائم ثنائية وثلاثية ورباعيه لزيادة الناتج من الثروة الحيوانية.

ثالثا: فى مجال التصنيع الزراعى

Field of Agricultural Industries

وتتمثل أهمية التكنولوجيا أو التقنية الحيوية فى:

- إنتاج الإنزيمات المستخدمة فى صناعه الألبان.
- إنتاج المبيدات الحيوية لمقاومة الكثير من الحشرات.
- إنتاج الهرمونات والإنزيمات لتحويل النشا الى سكر وإنتاج عصير ذرة سكرى.
- إنتاج الصبغات الطبيعية ومكسبات النكهة والطعم والرائحة.
- إنتاج لقاحات ضد الأمراض الدواجن مثل النيوكاسل والحمى القلاعية فى الحيوان.
- إستخدام الحيوانات والنباتات والبكتيريا كمصانع حيوية لتصنيع الدواء والبروتينيات والهرمونات والإنزيمات.
- الإستفادة من مخلفات المزرعة وتحويلها الي سماد عضوي ومخلفات الغابات من قلف ونشارة خشب وكذلك نفايات مصانع السكر وتحويلها بإستخدام بكتيريا معدلة وراثياً الى بروتين يمكن تصنيعه فى صناعات اللحوم كذلك إنتاج الغاز الحيوى من مخلفات المزرعة أيضاً الإستفادة من بروتين شرس اللبن.

- إستنباط الطاقة من النفايات بإستخدام بكتيريا تحول السيلولوز إلى مواد عضوية نيتروجينية وأخرى تحول الأحماض العضوية الى ميثان كذلك إستخدام بكتيريا مثل *Zymononas mobilis* التى تحول النشا الى إيثانول.

رابعا: فى مجال العلاج الطبى Field of Medical Therapy

وتتمثل أهمية التكنولوجيا أو التقنية الحيوية فى هذا المجال كما يلى:

- إنتاج لقاحات ضد الأمراض فى الإنسان مثل الملاريا.
- توصل العلماء الي تكوين بكتيريا تحتوى على جينات الإنترفيرونات البشرية Inter ferones وهى عبارة عن بروتينيات تعمل على وقف تضاعف الفيروسات مثل الفيروسات المسببة للإنفلونزا وشلل الأطفال وهى تنتج داخل جسم الإنسان وتنطلق لمهاجمه الفيروس وهى قد تكون مفيدة فى علاج الإيدز والسرطان.
- العلاج الجينى Gene therapy ولعله الحلم الذي أصبح حقيقة فى سبتمبر عام ١٩٩٠ عندما أجريت أول تجربة للعلاج الجيني علي الطفلة (أشانتي ديسيلفيا) والتي قام بها فريق من العلماء الأمريكيين بقيادة (فرنش أندرسون) والذي فتح آفاق هذا المجال الجديد في الطب والذي يفتح الأمل أمام المرضي بالعديد من الأمراض الوراثية المينوس من علاجها. وقد كانت هذة الطفلة تعاني من نقص موروث في إنزيم ADA وهو أحد الإنزيمات المهمة لعمل الجهاز المناعي والذي يؤدي غيابه الي فقد قدرة الجهاز المناعي عن العمل فيصبح الطفل بدون جهاز مناعى ويموت قبل أن يبلغ الخامسة من عمره تماما مثل مريض الأيدز ولكن بدون عدوي بالفيروس. ويتم هذا العلاج الجيني من خلال اصلاح الجين المعاب من

خلال علم الهندسة الوراثية وإعادة حقنه مرة أخري في خلايا نخاع العظام الأم Stem cells بعد أن يحمل علي الحامض النووي لنوع من الفيروسات غير الضارة وبذلك ينتج الجهاز المناعي هذا الإنزيم ويعود الي العمل مرة أخري.

وحتي عام ١٩٩٥ كان هناك أكثر من مائة عملية قد أجريت لعلاج بعض الأمراض الوراثية بالعلاج الجيني وهناك أكثر من ٤٠٠٠ حالة مرضية يمكن أن يستفيد أصحابها من هذا النوع من العلاج وربما كان أهم هذة الأمراض السرطان وخاصة سرطان الجلد والمثانة والكبد والثدي واللوكيميا وبعض الأمراض الخاصة لأمراض المناعة مثل مرض نقص المناعة الوراثية والأيدز وتصلب الشرايين والهيموفيليا والروماتويد.

ويعتقد العلماء أنه بحلول عام ٢٠١٥ سيصبح علماء الوراثه قادرون على رسم خريطة كروموسوميه لكل إنسان عندما يبلغ الثامنة عشر تحتوى على كل ما يمكن أن يحدث لة من أمراض وقد يساعدة ذلك على إختيار زوجته من الناحيه الوراثيه لكى ينجب أطفال أصحاء. كما يمكن للاطباء التدخل بالعلاج الجينى لعلاج الجينات المعيبة عند حدوثا الإخصاب وتكوين البويضه المخصبه كما أمكن زرع خلايا لانجرهانز من البنكرياس والتى تفرز الأنسيولين فى الوريد البابى بالكبد ونجحت العمليه ويعيش صاحبها حية طبيعية بعد أن تجنب الإصابة بأمراض الفشل الكلوى وقصور الشرايين وإلتهاب الأعصاب وضعف النظر. وهناك علم جديد يسمى علم هندسة الأنسجة تعتمد فكرته على زراعة خلايا معينه مثل خلايا الكبد فى نوع خاص من رقائق البلاستيك أو البوليمرات الذي يعتبر وسط مناسب مع توفير المناخ والغذاء المناسب فتنمو الخلايا حتى تملئ الفراغ البلاستيكي فيتم زراعته دون أن يرفضه الجسم.

وقد أجرى بعض العلماء دراسات على جين يساعد الخلايا علي إنتاج هرمون اللبتين الذي يزداد إنتاجه بزيادة السمنة ويعتقد العلماء أن هذا الهرمون يسير في الدم الي مركز تنظيم الشهية في المخ فإذا زادت نسبة السمنة بالجسم أصدر المخ إشارة الي الجسم للتوقف عن الأكل والآمل إستخدامه فى علاج السمنة أمر ممكن فى القريب العاجل. وكذلك تحضير فاكسينات للقضاء نهائياً على الحساسية بإستخدام الهندسة الوراثية.

خامسا: مقاومة التلوث البيئي

Environmental Pollution Control

ويتم ذلك من خلال:

- إنتاج بكتيريا محللة لفضلات مياه المجارى.
- إنتاج البكتيريا لبروتينيات تغلف المواد الضارة بالبيئة مثل مركب DDT.
- إنتاج بكتيريا تقاوم التلوث البحري بالبترول بإستخدام بكتيريا تفتت وتلتهم جزيئات البترول.
- إنتاج بولميرات تنتجها بكتيريا يوتر وفاس تنقل الي *E. coil* ثم الي النبات. هذا البلاستيك الحيوى يشبة البلاستيك العادى والذى يسهل تحلله وعليه فهو بديل آمن بيئياً إكتشفه الكيميائي دوجلاس دينيس حيث وجد أن بكتيريا يوتر وفاس لها القدرة على إنتاج مادة PHB البلاستيكية ثم جاء دكتور كريس سومر (عالم النبات بجامعة ميتشجان) فقام بنقل جينات PHB ببكتيريا يوتر وفاس الي الشريط الوراثي لبعض نباتات العائلة الخردلية وهذا يمثل خطوة هامة في صناعة البوليمرات حيث أمكن لتلك النباتات إنتاج مادة PHB البلاستيكية.
- إستخدام البكتيريا المحللة لمياه المجارى ليعاد إستخدامها فى رى الأشجار الخشبية.

ومن خلال السرد السابق يمكن القول أن عدم المبادرة إلى نقل التقنية يكون له آثار سلبية على الدول النامية والشعوب الفقيرة سيؤدى إلى:

- تركيز الأبحاث بما يخدم الأغنياء خاصة في الجانب الصحي.
- حجب التقنية مستقبلاً كما حدث في الطاقة الذرية عن تلك الدول الفقيرة.
- عدم تسخير التقنية لعلاج المشاكل المحلية والإكتفاء بإستيراد مخرجاتها من الدول الغنية مما يجهد موازنات تلك الدول الفقيرة.
- إرتفاع قيمة مخرجات التقنية بالنسبة لتلك الدول لإحتفاظ ملاكها بأسرارها.

obeikandl.com