

Advance Biotechnology

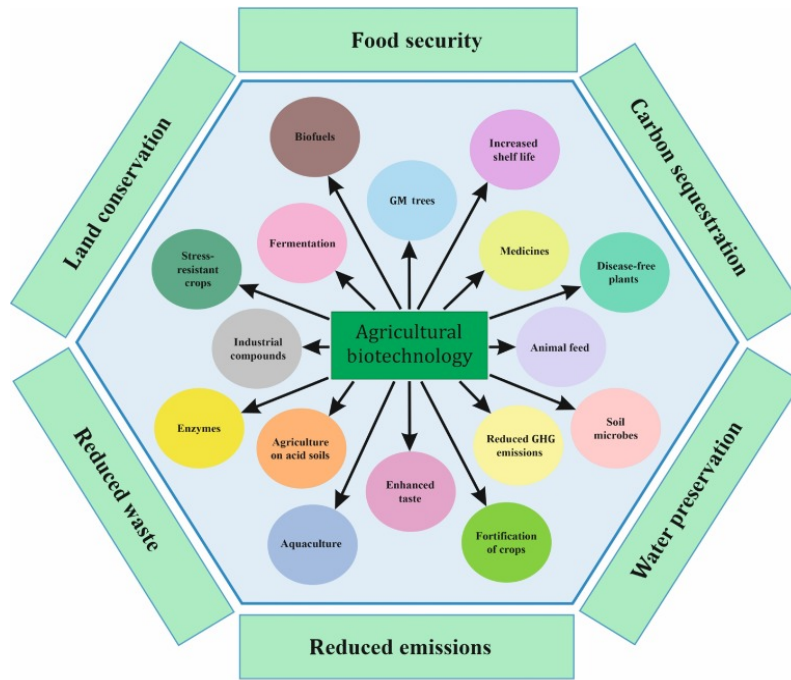
ا.م.د. احمد يوسف لفته

المحاضرة الأولى (1)

علم التقنية الإحيائية Biotechnology:

هو العلم الذي يهتم بتطبيق واستعمال الأنظمة الحيوية سواء كانت الخلايا بمختلف أنواعها أو مشتقاتها مثل بعض التراكيب الخلوية ومنتجاتها كالبروتينات والأنزيمات والأحماض العضوية والهرمونات والفيتامينات ... الخ في عمليات التصنيع لإنتاج العديد من المنتجات الحيوية التي يحتاجها الإنسان، أو استعمال هذه الأنظمة الحيوية في أداء خدمات أخرى.

ويمكن أن نعرفها بأنها أي تطبيق تقني الذي تستعمل فيه الأنظمة الحيوية، كائنات حية، أو مشتقاتها لخلق منتجات جديدة أو تعديلها والتي تكون في النهاية ذات فائدة للإنسان.



Trends in Biotechnology

التقانة الإحيائية

- التقنيات التي تستخدم الكائنات الحية أو مستخرجاتها في تطوير أو تحسين إنتاج الأدوية والأغذية والمحاصيل الزراعية ومستلزمات الرعاية الصحية ومعالجة كثير من المشاكل البيئية والزراعية.
- الكائن الحي: أي كائن بيولوجي (حي) قادر على نقل أو مضاعفة المادة الوراثية (الجينية).

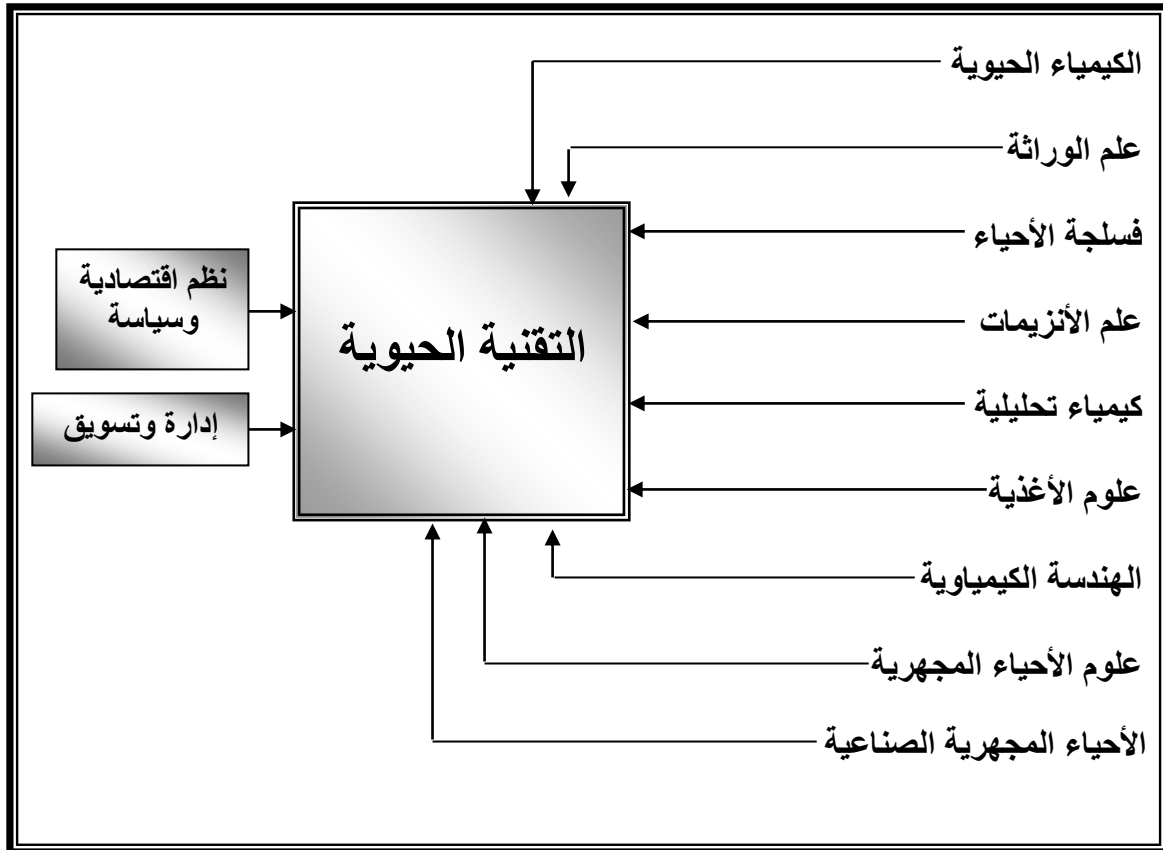


■ فشهد هذا العلم اتساعاً كبيراً إذ وصل في أواخر القرن العشرين إلى هندسة الجينات (الهندسة الوراثية) والوراثة الجزيئية وتطبيقاتهما:
 إذ تعتمد هندسة الجينات على التحكم بالجينات بطريقة تسمح بظهور صفات جديدة مفضلة في كائن لم يكن يمتلكها؛ أو أنها تزيل صفات غير مرغوبة كانت موجودة لدى الكائن؛ أو تسمح بالاستفادة منها في إنتاج مواد أو توفير خدمات محددة.

الجينات وتحديد الصفات الوراثية: ■ الجينات - البروتينات---الصفة الوراثية

علاقة علم التقنية الحيوية بالعلوم الأخرى

يعد علم التقنية الحيوية علم متعدد الجوانب والتطبيقات لذا فأنها يحتاج إلى العلوم الأخرى من أجل أحداث التكامل التام لإنتاج المواد المطلوبة، إذ أن هذا العلم لا وجود له إلا بوجود علوم أخرى مثل الكيمياء والوراثة والفسلجة والأحياء المجهرية والبيئة وعلوم الأغذية فضلاً عن العلوم الاقتصادية المهمة في هذا الجانب من خلال حسابات الجدوى الاقتصادية والكلفة اللازمة لنجاح هذه المشروعات فضلاً عن علم التسويق الذي يهدف إلى إيجاد أسواق رائجة لمنتجات التقنية الحيوية، إذ لا يمثل وجود منتجات حيوية هدفاً رئيساً بل أن إيجاد سوق لهذه المنتجات هو الهدف المهم من أجل ديمومة مثل هذه المشاريع.

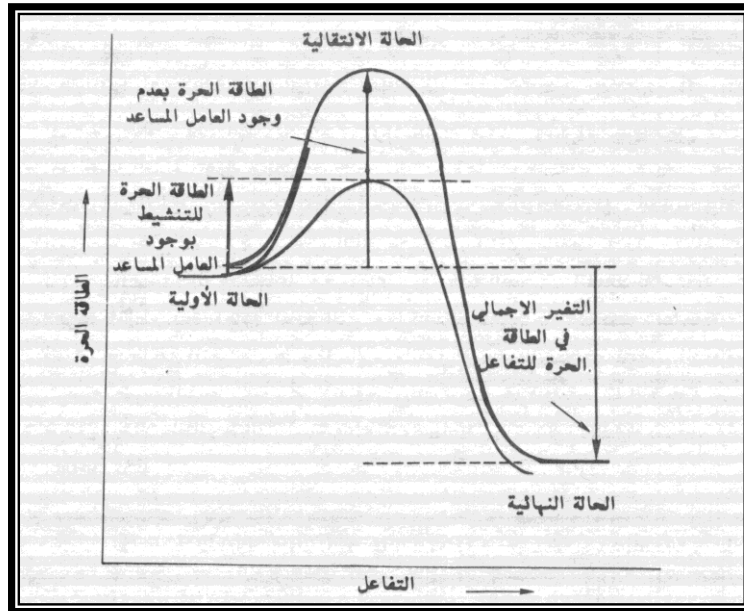


شكل يوضح علاقة علم التقنية الحيوية بالعلوم الأخرى.

أسباب تطور علم التقنية الحيوية:

يعد العامل الاقتصادي و السيطرة على الأسواق العالمية هو السبب الرئيس في تطور علم التقنية الحيوية، ومن هذا المنطلق تسربت قنوات التطور إلى جميع اتجاهات علم التقنية ذات الطبيعة المتعددة وذلك يتم من اوجه عدة منها:

1- إن التفاعلات الحيوية تتم تحت ظروف معتدلة من حيث الدرجات الحرارية والأرقام الهيدروجينية وتحت الضغط الجوي الاعتيادي ولذلك فإن هذه العمليات يمكن أن تنافس العديد من الصناعات الكيماوية التي تحتاج إلى ظروف متطرفة وبالتالي تؤدي إلى زيادة كلفة العملية التصنيعية من خلال إنتاج مركبات وسطية غير مرغوب بها وبحاجة إلى التخلص منها لتأثيرها السلبي على المنتج، بينما تكون التفاعلات الحيوية تفاعلات متخصصة تجاه الهدف المطلوب ولا تنتج مركبات غير مرغوب بها في اغلب الأحيان فضلا عن أن الطاقة الكلية اللازمة لإحداث التفاعل الحيوي تكون اقل من الطاقة اللازمة لأحداث التفاعلات الكيماوية، إذ يبين (الشكل، 1) مخطط توضيحي لتفاعل كيميائي بوجود وعدم وجود العامل المساعد (الأنزيمات)، حيث نلاحظ أن وجود الأنزيمات يؤدي إلى الإسراع في حدوث التفاعل داخل الخلية وخارجها وبالتالي تعمل على خفض طاقة التنشيط (Activation Energy) اللازمة للتفاعل المطلوب.



شكل (1): مخطط توضيحي لتفاعل كيميائي بوجود وعدم وجود العامل المساعد.

2- إن التفاعلات الحيوية تكون متخصصة وكفاءة ولذا تكاد تكون المواد الناتجة تقريبا نقية وتحتاج إلى عمليات استخلاص وتنقية بسيطة في حين أن العمليات الكيميائية تنتج فيها العديد من المركبات الوسيطة والتي قد يكون البعض منها غير مرغوب فيه ولذلك فإن عمليات التنقية والاستخلاص ستؤدي إلى زيادة كلفة المواد الناتجة.

3 إن الواد الأولية المستعملة في التصنيع الحيوي تكون مواداً رخيصة وهي من المصادر المتجددة - أي من نواتج المملكة النباتية - وخلال عمليات التصنيع يتم الاستفادة وتحويل هذه المواد والتخلص من مشاكل تلويثها وتكدسها في البيئة.

أهمية التقنية الحيوية وعلاقتها بمجالات الحياة:

يكون لعلم التقنية الحيوية علاقة وثيقة بجوانب مختلفة من الحياة وذلك من خلال توفير العديد من المواد المفيدة فضلا عن توفير العديد من الخدمات والتسهيلات ومن هذه الجوانب:

1- علاقة التقنية بالزراعة:

يتداخل علم التقنية الحيوية والزراعة بشكل كبير وعلى مدى التاريخ فالزراعة توفر المواد الأولية التي يتم تحويلها بعمليات التقنية الحيوية إلى مواد كيميائية أو بروتينات أو غيرها من المواد، ومن جهة ثانية نلاحظ أن التقنية توفر العديد من الخدمات للزراعة منها:

أ- تساهم عمليات التقنية الحيوية في تطوير وتحسين النباتات من نواحي مختلفة مثل زيادة محتواها من البروتينات أو جعل النباتات مثل الحبوب أن تنتج الحوامض الأمينية الأساسية Essential Amino Acids التي تنقصها من خلال التلاعب الوراثي.

- فضلا عن إنتاج نباتات يمكن أن تزرع على مدار السنة وذلك بانتخاب الطفرات الملائمة.
- ومن جهة أخرى فقد ساهمت تقنيات زراعة الخلايا النباتية في إمكانية إنتاج أعداد كبيرة من النباتات الخالية من الإصابات المرضية والمقاومة للأمراض والتي بطبيعتها الحال تكون ذات إنتاجية عالية.

ب - إن عمليات التقنية الحيوية توفر بعض المغذيات للنباتات وذلك من خلال توفير النتروجين في التربة الذي يعد أحد الأمثلة الشائعة في هذا الموضوع، إذ تضاف الأحياء المجهرية المثبتة للنتروجين مثل *Azotobacter* أو *Rhizobium* أو استعمال الطحالب الخضراء المزرققة على افتراض إن هذه الأحياء المضافة تكون لها القابلية على مقاومة الظروف البيئية والتنافس مع الأحياء الأخرى.

- ويأمل المشتغلون في هذا المجال في نقل الجينات الوراثية المسؤولة عن تثبيت النتروجين Nitrogen Fixation genes (*nif genes*) إلى نباتات الحبوب وغيرها من المحاصيل لتصبح قادرة على تثبيت النتروجين بنفسها وهذا بطبيعتها الحال سيؤدي إلى تقليل عمليات إنتاج الامونيا.

- وتهدف عمليات التقنية إلى توفير الفسفور للنباتات بشكل جاهز وملائم وذلك بإقامة علاقة بين جذور النباتات وبعض الفطريات التي يطلق عليها Mycorrhizal Association.

ج- أما فيما يخص المبيدات واستبدالها فهناك نية لاستبدال المبيدات الكيماوية التي تسبب العديد من الأضرار وتلوث البيئة إلى استعمال السيطرة الحيوية كما في إنتاج المبيدات البكتيرية والفيروسية حيث تكون فعالة و كفاءة فضلا عن عدم تسببها للتلوث الكيماوي للبيئة.

د- يمكن بواسطة التقنيات الحيوية توفير العديد من هرمونات ومنظمات النمو للنباتات وكذلك للحيوانات ذات العلاقة بالإنتاج الزراعي.

هـ - تحسين نوعية المواد العلفية لحيوانات الحقل من خلال استعمال بعض التقنيات في جعل المغذيات الموجودة في هذه الأعلاف بشكل سهل وعالي الامتصاص فضلا عن توفير اللقاحات والأدوية لحمايتها.

اهمية التقنيات الحيوية في المجال الزراعي:

- يمكن تعريف المحاصيل المحورة (المعدلة) وراثيا بانها تلك المحاصيل المطورة عن طريق ادخال جينات غريبة اليها لتحسين صفاتها الوراثية مثل
- 1- مقاومتها للامراض والحشرات.
- 2- وتحملها للظروف البيئية القاسية مثل قلة المياه وزيادة نسبة الملوحة في التربة.
- 3- اضافة الى انتاج هذه المحاصيل بكميات وفيرة وزيادة القيمة الغذائية لها.
- وقد تم اطلاق المحاصيل المحورة وراثيا في عام 1996.
- وشهد العام 2006 زيادة هائلة في المساحات المزروعة بالمحاصيل المحورة وراثيا

■ ومن اهم المحاصيل المنتجة بالتقانة الاحيائية:

- 1- فول الصويا حيث يزرع في العالم حاليا حوالي 58.6 مليون هكتار
- 2- الذرة حيث تبلغ المساحة المزروعة 25.2 مليون هكتار
- 3- ايضا يزرع نحو 13.4 مليون هكتار القطن المحور وراثيا.
- 4- بالاضافة الى ذلك هناك مساحات صغيرة تزرع فيها اشغال البطاطا و البابايا التي ادخلت فيها جينات لتأخير النضج ومقاومة الفيروسات .

الأرز المعدل وراثيا (الأرز الذهبي)



2- علاقة التقنية بالصناعات الغذائية:

تكون علاقة التقنية الحيوية مع التصنيع الغذائي علاقة وثيقة جداً، إذ أن حوالي 75% من عمليات التصنيع الغذائي تعتمد على التقنية الحيوية وعليه فإن مجال الصناعات الغذائية يعتبر أكبر المجالات التي تساهم فيه التقنية الحيوية، أما في المستقبل فيكون من الصعوبة التكهن بمدى العلاقة بشكل دقيق ولكن في الوقت الحاضر وعلى مدى المستقبل القريب هناك بعض النقاط التي تشير إلى علاقة واضحة وهذه العلاقة قد تكون مباشرة أو غير مباشرة.

العلاقة غير المباشرة:

- تتمثل بإدخال تطورات وتحسينات على المواد الأولية المستعملة من خلال تحسين النباتات أو الحيوانات المستعملة في التصنيع الغذائي.
- إذ أمكن إنتاج بعض المحاصيل مثل الطماطم بمواصفات جديدة حيث زيدت فيها نسبة المواد الصلبة والذي يسهل عمليات تصنيع هذا المحصول.
 - وكذلك التطورات التي أدت إلى إنتاج بن يحوي على كميات قليلة من الكافيين.
 - تحسين النباتات المنتجة لمواد النكهة، الصبغات، مضادات الأكسدة بواسطة استعمال المزارع الخلوية النباتية ويمكن أن تضاف هذه المواد الناتجة إلى الأغذية.

العلاقة المباشرة:

هناك عدداً من الخطوط التي تكون علاقة التقنية بالصناعات الغذائية علاقة مباشرة منها:

أ- إجراء عمليات التخمير على المواد الغذائية لتغيير تركيبها وإنتاج مواد نكهة جديدة وهذه التغييرات يمكن أن تطيل من صلاحية الأغذية للاستعمال، إذ أن التغييرات الحاصلة على الأغذية أثناء التخمير يمكن أن تؤدي إلى فقدان الأغذية بعض المواد الغذائية ولكن هذه لا تكون مهمة مقابل الإضافات التي تضيفها الأحياء القائمة بعملية التخمير.

ب- يمكن لعلم التقنية المساهمة في منع أو تأخير عمليات فساد الأغذية بواسطة إضافة المواد الحافظة أو إجراء بعض العمليات مثل تعطيل بعض الأنزيمات بعد فهم دورها في الفساد.

ج- ومن جهة أخرى يمكن لعلم التقنية أن يساهم في تحسين نوعية الأغذية وتصنيعها وذلك من خلال التأثير على العوامل أو المواد السلبية الموجودة في الأغذية والتي يطلق عليها العوامل المضادة للتغذية.

فوجود هذه المواد في الأغذية يؤدي إلى أحداث تغييرات غير مرغوبة في الأغذية أو تدمير بعض المواد الأساسية وبذا لا يمكن للإنسان الاستفادة منها ومن هذه المواد حامض الفايتيك Phytic acid وهو حامض عضوي يشكل الخزين الرئيسي للفوسفات في النباتات ويوجد بالدرجة الرئيسية في الحبوب ثم البقول وهذا الحامض هو بمثابة مادة مخرية أو ما يطلق عليها (العوامل المعدنية الرابطة) يقوم بسحب أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم والحديد وبدرجة أكبر أيونات الزنك ويمكن للتقنية الحيوية التدخل هنا لمنع حصول هذه الحالة حيث يمكن استعمال الأنزيم الذي يحلل هذا الحامض والتخلص من تأثيره.

3- علاقة التقنية الحيوية بالطاقة:

إن مجال الطاقة وتوفرها يشكل أحد الروافد المهمة التي تشارك فيه التقنية بشكل نشط ويلاحظ ان تطور العلاقة يكون ضروريا لان الطاقة لها تأثير غير مباشر على الأساس الأول المسؤول عن تطور عمليات التقنية الحيوية وهو العامل الاقتصادي.

- والطاقة على الأرض تكون بشكل رئيسي آتية من الشمس والتي تتوزع بعد ذلك إلى أشكال مختلفة، إذ إن الطاقة الشمسية يمكن أن تثبت فقط بواسطة النباتات الخضراء أو الأحياء الخضراء الأخرى حيث تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية في الكتلة الحيوية الناتجة، وعمليات التحول تكون بطيئة ولكن مستمرة، ولذلك تمثل الكتلة الحيوية الناتجة من الأحياء الخضراء مصادر متجددة للطاقة على الأرض لذلك يمكن ان يزداد من كمية الطاقة الشمسية المثبتة بواسطة زيادة مساحة الأراضي المزروعة وكذلك زراعة المساحات المائية الشاسعة بالطحالب الخضراء، لانتاج ما يعرف بالوقود الحيوي.

اما مصادر الطاقة المتجددة الاخرى فهي الطاقة النووية وهذه يصعب التكهن بمستقبلها ولكنها تستعمل في الوقت الحاضر في عدد من البلدان كمصادر للطاقة وبشكل محدد جدا.

ومصادر الطاقة غير المتجددة على الارض فهي تتمثل بالبترول ويساهم علم التقنية في هذا المجال مساهمة نشطة اذ تستعمل الاحياء في الكشف عن المناطق التي يوجد فيها النفط بالاضافة الى استعمال الصمغ والمستحلبات الحيوية في تحسين عمليات الاستخلاص.

- ان الوقود او البترول الناتج من المتحجرات لا بد ان ينضب لذلك لا بد من ايجاد البديل وفي الوقت الحاضر تجرى المحاولات الجادة لانتاج الوقود الحيوي الذي يتمثل بشكل رئيسي في انتاج الايثانول، بالاضافة الى انتاج الطاقة الكهربائية الحيوية واو انها لا تزال على نطاق مختبري لكن المتوقع ان تأتي بنتائج جيدة.

4- علاقة التقنية الحيوية بالمجالات الطبية:

تعد المجالات الطبية من مجالات الحياة المهمة، إذ أن لها مساس مباشر بحياة الإنسان وتساهم التقنية الحيوية فيها بدرجة كبيرة.

- ومن ابرز هذه المساهمات إنتاج المضادات الحيوية من قبل الأحياء المجهرية لمعالجة الأمراض وكذلك إنتاج بعض الأدوية من المواد الكيميائية خلال عملية التحويل الحيوي.
- كما استعملت الخلايا الحيوانية ولفترة طويلة في إنتاج اللقاحات.

وفي الوقت الحاضر ازدادت المجالات الطبية التي تستعمل فيها التقنية الحيوية ومن التطورات الحاصلة في هذه المجالات:

- أ- أمكن إنتاج الأنسولين البشري وهرمونات النمو بواسطة الخلايا البكتيرية.
- ب- إنتاج الانترفيرونات وهي بروتينات تنتج من قبل الخلايا الحيوانية المصابة بالفيروسات لاستعمالها في معالجة بعض الأورام السرطانية وقد أمكن إنتاج هذه البروتينات في بعض البكتيريا والخمائر بعد نقل الجينات المسؤولة عنها.
- ج- أمكن إنتاج بعض المواد المضادة لتجلط الدم أو التي تقوم بإزالة الجلطات الدموية من الشرايين بإنتاجها من مزارع خلايا سرطانية خاصة وتسوق هذه المواد على نطاق تجاري.

5- علاقة التقنية الحيوية بالبيئة:

هناك علاقة كبيرة بين التقنية الحيوية وبين الحفاظ على البيئة من التلوث.

- إذ بواسطة التقنيات الحيوية تتم معالجة أنواع مختلفة من الفضلات وتحويلها إلى مواد مفيدة وتستعمل في هذا المجال بعض السلالات المهندسة وراثيا من جنس *Pseudomonas* لتفكيك المواد الكيماوية والمنظفات الصعبة التفكيك، كما ساهمت التقنيات الحيوية في إزالة التلوث الحاصل بالنفط وغيره من المواد.

اهمية التقنيات الحيوية في المجال البيئي:

■ استخدام التقنيات الحيوية والكائنات الدقيقة المحورة وراثيا للمساهمة في تقليل التلوث البيئي عن طريق تحليل المواد السامة وغيرها من المواد الملوثة للتربة والمياه و في مقدمتها البترول ومشتقاته.

6- علاقة التقنية الحيوية بالصناعات الكيماوية:

إن طبيعة العلاقة هنا تكون بأشكال عدة منها التوافق والمساعدة والشكل الآخر هو المنافسة:

في المجال الأول فقد ساعدت التقنية الحيوية في استخلاص المعادن والنفط بتقديمها المستحلبات الحيوية وكذلك توفير الأوليات لصناعة المواد البلاستيكية الحيوية مثل مادة β - hydroxybutyrate التي تمثل خزين الدهون في الخلايا.

أما جانب المنافسة فنلاحظ أن إنتاج العديد من المواد الكيماوية تحول من التصنيع الكيماوي إلى التصنيع الحيوي مثل إنتاج الكحول والسترويدات وحوامض أمينية وغيرها، وذلك لأن إنتاج المواد الكيماوية المعتمدة على الصناعات البتروكيماوية تكون غير متخصصة وتتم تحت ظروف متطرفة مما يؤدي إلى إنتاج مواد وسطية التي تقلل من صلاحية المنتج وكذلك ينتج بكميات قليلة.

الآفاق المستقبلية لعلم التقنية الحيوية:

إن استخدام الأنظمة الحيوية سوف يوفر للعالم الجديد العديد من المواد الأمانة فضلا عن حل العديد من المشاكل فيما إذا كان الأساس صحيحا، وان ظهور الهندسة الوراثية و إمكانية نقل الجينات من كائن لآخر ستؤدي إلى دفع العمليات التصنيعية في اتجاهين:

الاتجاه الأول:

إذ أنها تستطيع أن تزيد من قابلية الخلايا على إنتاج المواد التي هي أصلا موجودة فيها وذلك بتغيير عمليات التنظيم في الخلايا وجعل الخلايا تنتج كميات اكبر مما تحتاج إليه.

الاتجاه الثاني:

إمكانية إضفاء قابليات جديدة على الخلايا لم تكن فيها مثل إدخال جينات لانتاج بروتينات بشرية في الخلايا البكتيرية.

وقد امتدت أعمال الهندسة الوراثية لتشمل خلايا من نوع حقيفة النواة مثل الخلايا الحيوانية والنباتية وفي الوقت الحاضر توجد العديد من المواد التي يمكن إنتاجها في خلايا ليست هي الأصل في إنتاجها وتتركز اغلب عمليات الهندسة الوراثية وتطبيقاتها التجارية حول إنتاج البروتينات والسبب إن البروتينات تمثل الناتج المباشر لترجمة الجينات وكذلك لان للبروتينات فوائد علاجية مختلفة وكذلك كونها أنزيمات ذات تطبيقات عديدة.

كما وان عمليات التقنية ساهمت وتساهم بشكل فعال ولكن هناك العديد من المجالات التي تطالب التقنية الحيوية بإيجاد الحلول لها منها:

1- السيطرة على البيئة ومعالجة المشاكل الناتجة عن التلوث بالإشعاع النووي الذي يتساقط على بعض المناطق ويؤثر بشكل مباشر وغير مباشر على إنتاج الأغذية.

- 2- المطالبة بالابتعاد عن المواد الكيماوية الصناعية التي تضاف إلى الأغذية كمواد حافظة أو لأغراض أخرى حيث إن حوالي 80% منها هي مواد مولدة للسرطانات والأورام فضلا عن إنها تؤدي إلى أحداث تغيرات غير مرغوب فيها في الأغذية والاستعاضة عنها بمواد ذات مصادر طبيعية مثل النكهات والأصبغ وغيرها المستخرجة من الأحياء.
- 3- معاملة الفضلات واستغلالها في إنتاج مواد مفيدة مثل إنتاج العلف (المركبات البروتينية المستعملة في تغذية الأسماك) وغيرها من المواد، وكذلك تنظيف البيئة من المعادن الثقيلة باستعمال الخلاطات الحيوية.
- 4- إيجاد عوامل حيوية مساعدة يمكن أن تعمل في ظروف متطرفة مثل استعمال الكائنات المحبة للحرارة في التفاعلات التي تتطلب درجات حرارة عالية، فضلا عن استخدام بعض الانزيمات التي تعمل في ظروف قاعدية عندما يتطلب التفاعل مثل هذه الظروف كاستخدام أنزيم البروتياز القاعدي في عملية دباغة الجلود.
- 5- تطوير عمليات الاستفادة من الأنظمة الحيوية على اختلاف أنواعها لفترات طويلة مثل تقييدها بطرائق مختلفة وبدا يمكن الحصول على أقصى استفادة منها.
- 6- البحث عن إمكانية توليد نباتات جديدة أو إنتاج نباتات خالية من الأمراض بالإضافة إلى البحث عن إنتاج مواد جديدة.

مشروع الخريطة الجينية للكرموسومات البشرية:

- بلغت التقنيات الحيوية ذروتها في نهاية القرن الماضي عندما تم التوصل إلى معرفة تركيب الخارطة الجينية للإنسان حيث دخل العالم ما يسمى بـ العصر الجينومي
- أعلن العلماء يوم الإثنين 26 مايو 2000 عن تفاصيل الخريطة الجينية للإنسان أو ما يعرف بـ "مشروع الجينوم البشري" وهو حدث علمي فريد؛ دفع كلا من الرئيس الأمريكي بيل كلينتون ورئيس الوزراء البريطاني توني بلير للاشتراك في الإعلان عنه.
- وهو المشروع الذي بدأ في أكتوبر 1990 وانتهى العمل به في 2000، وكانت نتيجته اكتشاف كل جينات الإنسان (80 ألفاً إلى 100 ألف) وتحديد التتابع الكامل لكل الـ 3 بلايين زوج من القواعد النيتروجينية، ولقد سمى العلماء القرن الحادي والعشرين بالقرن البيولوجي لما لهذا الاكتشاف من أهمية.