محاضرات التقنيات الاحيائية
د. محمـــد عبد الغفـــور محمـــد
كليـــة الزراعـــة/ جامعـــة الانبـــار

التقانة الحيوية Biotechnology:

يعد علم التقنية الحيوية أحد ميادين العلوم التطبيقية والتكنولوجية المبنية على الخصائص الفريدة للمادة الحيوية، وللتقنية الحيوية تعريفات عدة تختلف في نطاقها الشكلي ولكنها تتفق في النطاق الجوهري فهي تعرف بمفهومها الواسع على **انها مجمل التقنيات التي تستخدم النظم الحيوية والكائنات الحية أو مكوناتها لإنتاج أو تحوير أو تطوير منتجات أو عمليات من أجل استخدامات معينة قد تكون ذات قيمة وفائدة للإنسان.** ويعد علم التقنية الحيوية علم متعدد الجوانب ويعتمد على الكثير من العلوم الأخرى ، إذ لا تتحقق التطبيقات الناجمة عنها إلا بدمج عدد كبير من المجالات العلمية والتكنولوجية، كالفيزياء الأحيائية التطبيقية والكيمياء وعلم الأحياء الدقيقة والكيمياء الحيوية وعلم الوراثة وفسلجة الأحياء وعلم الأحياء الجزيئي وعلم الإنزيمات والكيمياء التحليلية وعلوم الأغذية والهندسة الكيميائية والأحياء المجهرية الصناعية وغيرها.، ويتطلع العديد من الباحثين والمختصين لمعرفة التطبيقات الممكنة للتقنية الحيوية، وخاصة في المجالات الزراعية، مما سيساهم في زيادة الإنتاج الزراعي، وذلك عن طريق إنتاج صنف جديد يتميز بصفات مرغوبة كماً ونوعاً وبطرق أكثر كفاءة وأسرع مقارنة بالطرق التقليدية.

تعد التقنية الحيوية علم جديد برز وتطور بشكل سريع ومذهل خلال العشرين سنة الماضية حيث تُستخدم الخلية النباتية، أو الحيوانية ، أو الميكروبية لإنتاج مواد ذات فائدة كبيرة للبشرية وبالتالي تلعب دوراً مهماً في تحسين نواتج كل من النبات والحيوان بغرض استخدامها في الزراعة ، والصناعة ، والمجالات الطبية المختلفة . ومن هذا المنطلق سعت وتسعى كثير من الدول المتقدمة والنامية إلى وضع خطط استراتيجية قريبة وبعيدة المدى لخوض غمار هذه التقنية وتحصيل أكبر قدر من فوائدها الاقتصادية ، والصحية، والزراعية ، والبيئية.

نبذة تاريخية عن تطور علم الهنية الحيوية

يعود مفهوم التقنية الحيوية مع بداية نشوء الزراعة ، أذ يمكن ان يرجع الى فجر التاريخ مع بدا الانسان باستشعار تجربة تلف الطعمة نتيجة الإفساد الميكروبي وحفظه بالتجفيف أو التمليح او اضافة السكر بالإضافة الى ادراكه لتأثير المشروبات الكحولية المتخمرة ، ومع تطور أولى حضارات المدن نجد وثائق ورسومات عن تحضير الخبز والسيرة والنبيذ والجبن وديغ الجلود.

أن هذه العمليات قد استعملت لفترة تمتد الى الف السنين وبطبيعة الحال كانت هذه العمليات التصنيعية تتم في الماضي دون معرفة دور الاحياء المجهرية أو حتى دون معرفة وجود للإحياء المجهرية. ولكن المصطلح الحالي التقنية الحيوية Biotechnology استعمل هذه الصيغة عندما صدرت اول مجلة تحمل هذا الاسم في العشرينات وذلك في مدينة ليدز البريطانية وكانت المجلة في ذاك الوقت تتناول البحوث الخاصة بدور الأحياء المجهرية في صناعات المتخمرات وصناعة الجلود والسيطرة على بعض الأوبئة وهي مشابهة للمواضيع التي تتناولها المجلات الخاصة اليوم مع فارق التطوير والتحديث في كافة المجالات وقد قبل المصطلح سنة ١٩٨٢ من قبل اتحاد المنظمات الأوربية للتقنية الحيوية (The European Federation of Biotechnology EFB) وقد وضع له التعريف الاتي: وهو الاستعمال الأساسي للكيمياء الحيوية، على الأحياء المجهرية وعلوم الهندسة للوصول الى التطبيق الصناعي لقابلات الاحياء والأنسجة المزروعة او مزارع الخلايا او اي جزء

منها ، ومن هذا يتضح انه قبل هذا التاريخ فالعلم كان بشار اليه او بعرف مصطلحات اخرى منها على الحياة التطبيقي، الكيمياء الحيوية التطبيقية، الوراثة التطبيقية، تقنية الانزيمات، على الأحياء المجهرية الصناعي والتطبيقي، الهندسة الكيماوية او الهندسية الحيوية ولكن في الوقت الحاضر وحدت هذه العلوم المشتتة لتقع ضمن حقل عام شامل هو علم التقنية الحيوية أو التصنيع الحيوي .

ويمكن تقسيم مراحل تطور علم التقنية منذ بدايته الى الان الى عدة مراحل منها :

- **المرحلة الأولى**

وتتمثل هذه المرحلة ما عرفه الانسان القديم مثل الفراعنة والسومريين والبابليين من تخمرات الأغذية التي كانت تتم عن عدم معرفة حيث نستعمل أغذية فدعة وتخلط مع الأغذية الطازجة لإجراء التحولات فيها أو تترك الأوعية مفتوحة لتئم التحولات فيها وقد امتدت هذه المرحلة الى حوالي القرن السابع عشر ، الى حين اكتشاف ليفينهوك للأحياء المجهرية وكذلك اكتشاف أن اجسام الحيوانات والنباتات تتكون من حجيرات صغيرة هي الخلايا التي تمثل اصغر الوحدات التركية والوظيفية في جسم الاحياء والحقيقة أن هذه الاكتشافات لم تعط أي دفع العلم التقنية انذاك .

المرحلة الثانية :

وهي المرحلة التي أدت إلى تطور كبير في علم التقنية وابرز احداثها هو اكتشاف باستور (١٨٥٧ – ١٨٧٩) الدور الأحياء المجهرية في عمليات التخمر التي تتم بغياب الأوكسجين وقد أدى هذا الى تطور الصناعات المعتمدة على التخمر مثل انتاج المذيبات العضوية وصناعة مواد كيمياوية من خلال تحويل الكاربوهيدرات الثنائية ، وقد تم في نفس الفترة انتاج القطر Mushroom على نطاق تجاري.

المرحلة الثالثة:

وتمثل هذه المرحلة بداية القرن العشرين وتميزت المرحلة بان العديد من العمليات التصنيع الحيوي كانت تتم تحت ظروف مفتوحة وكانت السيطرة على التلوث تتم بواسطة حسن التعامل مع أعداد العملية التصنيعية وكذلك العناية بالظروف البيئية . وقد تم خلال احداث الحرب العالمية الأولى تطوير عددا من عمليات التصنيع منها انتاج العلف الحيواني وكذلك انتاج الكلسيرول من التخمر الكحولي للخائر، وخلال تلك الفترة قامت صناعات تخمرية اخرى منها انتاج حامض اللبن وحامض الخل، وبعض المواد الكيمياوية مثل الأسيتون والبيوتانول ، ولو أن البعض من هذه الصناعات الحيوية أستعيض عنها بالصناعات البتروكيمياوية في الفترة اللاحقة باستثناء المواد الصناعية التي لها علاقة بإنتاج الأغذية . وقد تم خلال تلك الفترة ايضا انتاج بعض الأنزيمات على نطاق تجاري ، كما تم في تلك المرحلة استبدال عمليات انتاج حامض الليمون من الاعتماد على الحمضيات إلى عمليات الإنتاج المعتمدة على الفطريات

- **المرحلة الرابعة :**

ان هذه المرحلة اعتمدت على ما سبقها من المراحل من المعلومات المتراكمة وكذلك المشاكل المستورثة، وقد حصلت تطورات مهمة في هذه المرحلة منها تميز المرحلة اكتشاف القيادات الحيوية حيث ان البنسلين بطريق الصدفة سنة ١٩٢٨ ولذلك يطلق على هذه المرحلة عهد المضادات الحيوية . ان عمليات انتاج البنسلين كان يجب أن تنتظر تطورات تحمل في مجالات اخرى حيث انه لا يمكن انتاجه بظروف غير معقمة وقد دام الانتظار الى حوالي ١٩٤٠، وكانت الحرب العالمية الثانية قد بدأت ووجد عندها البنسلين سوقا رائجة

لعلاج الجرحى، وقد ادت معرفة عمليات التعقيم التي استعملت لإنتاج البنسلين الى معرفة التعامل مع المزارع النقية وتعقيم الأوساط الغذائية وأقمر، حيث نسخن لدرجة حرارية معينة ولفترة محددة ثم تبرد وتضاف اليها اللقاحات مع الحفاظ عل الضغط الداخلي بشكل موجب اي اعلى من الضغط الخارجي لتلافي التلوث . وبالإضافة الى انه اصبح بالإمكان ادخال الهواء المعقم واجراء عمليات الخلط والتقليب تحت الظروف المعقمة في المرات المغلوطة والتي لا تزال هي الطريقة المثلى العمليات الانتاج الكبيرة أن تطور العمليات الانتاجية المعقمة للمضادات شجعت قيام صناعات اخرى في تلك الفترة منها انتاج المضافات الغذائية، الحوامض الأمينية والنيوكلوتيدات، وقد استمرت بعض العمليات الانتاجية من المرحلة السابقة بالعمل في هذه المرحلة منها انتاج المواد المتخمرة بواسطة البكتريا Clostridium acetibutylicy ولكنها تطورت قليلا حيث كانت تتم بشكل شبه مستمر فكان يفرغ ثلثي محتوى المحمر لتضاف مكانها موادا جديدة إلى الثلث المتبقي الذي يكون بمثابة لقاح للعملية الانتاجية الجديدة.

المرحلة الخامسة :

تمتد جذور هذه المرحلة الى حوالي ٤٠ - ٦٠ سنة إلى الوراء من الوقت الحاضر وقد اطلق على بداية هذه المرحلة مرحلة انتاج الايثانول او هدية الايثانول حيث استعملت جميع المعلومات والتقنيات السابقة لإنتاج الإيثانول من السكريات المكوثرة المتوفرة مثل النشأ. وتلت عمليات الانتاج المذكورة تطورات في استعمال المزارع المستمرة وانتاج بروتين الخلية الواحدة Single cell protein حيث وصل انتاجه الى مئات الالاف من الأطنان سنويا باستعمال مواد اولية مختلفة مثل الميثانول الألكينات كمصادر للكاربون ولكنه انحسر بعد ذلك

وقد ازدهرت أيضا في تلك الفترة عمليات انتاج الحوامض الابنة مثل حامض الكلوتاميك الذي ينتج بكيات تصل الى مئات الالاف من الأطنان ليستعمل كمواد نكهة في الأغذية وكذلك اتج الحامض الأميني اللابسين بمعدل يصل الاف الأطنان منوياً ليستعمل في تدعيم بعض الأغذية التي تفتقر اليه اما الأنزيمات قد تأخر تطور انتاجها إلى مراحل متأخرة وذلك لعدم ثباتتيها وكذلك صعوبة استخلاصها بعد الانتاج ، بالإضافة إلى صعوبة تزويدها بتميم الازيم Cofactor ، ولكن أغلب هذه المشاكل قد تم التغلب عليها في الوقت الحاضر، وقد وجدت تطورات اخرى في مجال الطب حيث أصبح بالإمكان انتاج العديد من المواد الدوائية غير المضادات بواسطة الاحياء المجهرية مثل الهرمونات والاجسام المضادة . وقد كانت اكبر قفزة ادت الى دفع على التقنية الحيوية إلى الأمام هي التطورات التي حصلت في مجال الهندسة الوراثية وظهور نقية تشكيل الحوامض النووية DNA Recombinant Technology.

مجالات التقنية الحيوية

مع بداية استخدام المادة الوراثية والكائنات الحية للحصول على منتجات مفيدة للإنسان تم تداول واستخدام مصطلح التقنية الحيوية الحديثة التي تمييزها عن التقنية الحيوية التقليدية القديمة التي تعنى باستخدام الكائنات الحية عمليات حيوية مثل التخمر والتعطين وبدأت تظهر مجالات عديدة للتقنية الحيوية منها:

- **التقنية الحيوية الزراعية (Agricultural Biotechnology):** وتختص بالأبحاث والأنشطة المتعلقة بالنبات والحيوان.
- **التقنية الحيوية الطبية (Medical Biotechnology):** وتختص بالأبحاث والأنشطة المتعلقة بصحة الإنسان.

د. محمـــد عبد الغفـــور محمـــد
كليـــة الزراعـــة/ جامعـــة الانبـــار

- **التقنية الحيوية البيئية (Environmental Biotechnology):** وتختص بالأبحاث والأنشطة المتعلقة بخدمة البيئة والمحافظة عليها.
- **التقنية الحيوية الصناعية (Industrial Biotechnology)**: وتختص بالأبحاث والأنشطة المتعلقة بالمجال الصناعي.
- **التقنية الحيوية والمعلوماتية الحيوية (Bioinformatics):** وتختص باستخدام الحاسبات الآلية لتحليل نتائج الدراسات الحيوية.
- **التقنية الحيوية متناهية الصغر (Nano-Biotechnology):** وتختص بالأبحاث والأنشطة على مستوى النانو وخاصة في مجال إنتاج الأدوية وقد ساعدت الاكتشافات الجديدة على تعزيز صناعة التقنية الحيوية على المستوى التجاري لا سيما في أمريكا الشمالية وأوروبا، وبدأت العديد من الشركات الكبرى استثمارات كبيرة التحسين إنتاج أنواع النباتات الزراعية كوسيلة المعالجة الفقر والأمن الغذائي للبشر في البلدان.

- **تطبيقات التكنولوجيا الحيوية في مجال الزراعة والانتاج الحيواني**

ان مجال التكنولوجيا الحيوية معقد عليه امال كثير في توفير الغذاء وتقليل استخدام طاقة البترول التي يعتمد عليها ٨٠ % من النمو في الزراعة ، وذلك بتقليل استخدام المبيدات والأسمدة و الهرمونات وانتاج نبقات تحمل الجفاف والملوحة والآفات ودانت انتاج وجودة عالية تحمل التخزين بالإضافة الى الاستفادة من المخلفات وتحويلها الى قيمة مضافة وبالتالي حماية البيئة من التلوث مع تقليل تكلفة الإنتاج وخلق وظائف جديدة . وقد نجحت تقنيات التكنولوجيا الحيوية في تحسين خصائص النباتات و الحيوانات و زيادة انتاجها وقيمتها الغذائية ، كما ظهرت امكانية انتاج كائنات حية معدلة وراثيا Transformants وتعني كائنات تحتوى وحداتها الوراثية على جزيء DNA من كائن آخر، وهي تعتمد على البحث عن الجينات المرغوبة ثم عزلها ونقلها الى كائنات مختلفة وإلى ذلك درامية قدرة الجينات المنقولة على التعبير Expression او الاتحاد Recombination و الثبات الوراثي Stability في الكائن الجديد . و سوف نعرض بعض تطبيقات التكنولوجيا الحيوية في المجال الزراعي و مجال الانتاج الحيواني و سوف نبدأها بمجال الزراعة كما يلى:

١ - تمكن العلماء من انتاج نباتات مقاومة للحشرات مثل دودة ورق القطن و ديدان اللوز وثاقبات الذرة.

٢ - انتاج نباتات مقاومة للأمراض الفيروسية لحوالي ٢٢ فيروس مثل البطاطس و الكنتالوب.

٣ - انتاج نباتات مقاومة للأمراض الفطرية مثل حماية بنجر السكر والخم والبطاطس والطماطم عن طريق ادخال جين يتحكم في الزيم كيتينيز الذي يذيب الكيتين الموجود في جدر خلايا الفطر ، وهو جين مستخلص من احدي انواع البكتيريا كما تستخدم في انتاج اصناف قطن مقاومة لمرض الذبول الوعائي بحيث أن جميع أصناف القطن المنزرعة حاليا تم تربيتها لتكون مقاومة لهذا المرض الذي كان يشكل مشكلة كبيرة للمزارعين

٤ - انتاج المبيدات الحيوية لمقاومة الكثير من الحشرات عملية وحرفية الأجنحة التي تصيب البطاطس و الذرة ، كما تم انتاج مبيد المقاومة الديدان التي تهاجم الكرنب و القرنبيط و الخس.

٥ - انتاج نباتات تثبت النيتروجين من الجو مثل الأرز والقمح والأشجار.

٦ - تحسين القيمة الغذائية لكثير من النباتات مثل فول الصويا و الذرة وزيادة انتاج البروتينات المرغوبة.

٧ - تحسين خواص حفظ الطماطم و جودة البطاطس و انتاج ش ي لا يستهلك كمية زيت كثيرة . كما اسكن عزل جين من فراشة دودة الشمع و ادخاله لنبات لبطاطس لاكتسابها مناعة ضد اسوداد لونها اثناء النقل و التسويق لرفع قيمتها التسويقية.

٨- تحسين خواص التيلة في القطن و تحسين خصائص الموز ليتحمل الشحن مسافات طويلة.
٩- استخدام الأجسام المضادة الأحادية والمتعددة ومجس الحمض النووي في تشخيص أمراض النبات وعلاجها ايضا .
١٠ - انتاج نباتات تتحمل الجفاف والملوحة و الظروف القاسية •
١١ - استخدام النباتات كمصانع حيوية لإنتاج الأدوية و البروتينات والأنزيمات.
١٢ - تمكن العلماء من رقابة نبات الجملة من اخطار يرقات السموم التي تتغذى على حبوب البسلة و ذلك عن طريق ادخال جين B الى تكوينها الوراثي .
١٣ - تمكن العلماء من تخليق فيروس يحتوي على سم مستخلص من انثى العنكبوت الذي له القدرة على شل الحشرات وقتلها للقضاء السريع على الحشرات.
١٤ - تم التعرف على بروتين في البذور يمنع من هضم النشا ويبطء من نمو الحشرات ، وتم عزل هذا الجين و تم اكثاره وادخاله في بروتوبلاست الارز مما ادى الى ابطاء نمو الخنافس بمعدل خمس مرات.
١٥ - امكن استنساخ العديد من النباتات عن طريق مزارع الخلايا والأنسجة النباتية . ولقد أمكن استخدام هذه التقنية في الاكثار السريع للنباتات ذات الأهمية الاقتصادية وبخاصة الأصناف التي تتميز بالجودة الانتاجية .

اما عن مجال الانتاج الحيواني فان من امثلة التطبيقات في هذا المجال ما يلي:
١- يمكن زيادة انتاج اللبن من الايقار عن طريق حقن الأبقار بهرمون منتج الطريقة الهندسة الوراثية و يسمى BST وهو هرمون يفتح شهية الحيوان الاستهلاك العلف و بكفاءة ، كما انه يفيد من انتاج اللبن بنسبة كبيرة تتراوح من ١٥ % الى ٣٠ % و يذيد من انتاج البقرة الواحدة من ٥٠٠٠ لتر الى ٨٠٠٠ لترقويا.

٢ - تمكن العلماء من عزل جين من النار بإدخاله الى الاغنام يتساقط صوفها تلقائيا بدون الحاجة الى حلقه.

٣ - يتم استخدام الباكيلوفيروس لحماية الأغنام ضد فيروس اللسان الأزرق عن طريق الحصول على الفيروس المسبب للمرض ووضعه في الباكيلوفيروس الحصول على حبيبات منه تشبه الفيروس و لكن غير حية و حينما تعطى للحيوان تكسبه مناعة - في مجال الكائنات البحرية تستخدم التقنيات الحيوية البحرية في انتاج مستحضرات و منتجات طبيعية و ادوية و مضادات حيوية و قد اسكن تعديل او تحسين الصفات الحيوية للأسماك والحيوانات الصدفية و القشريات و الطحالب الحصول على سلالات مهجنة ، ولتصنيع الغذاء و انتاج المستحضرات الطبية و هناك مجموعة من التقنيات التقليدية في هذا المجال مثل عمليات زراعة الخلايا و الأنسجة و التضاعف الدقيق و التخمر او عن طريق مجموعة من التقنيات الحديثة التي تستخدم الأساليب الجزيئية و التعامل المباشر مع المادة الوراثية المتمثلة في جزيء DNA معد الاتحاد وقد تمكن العلماء من التحكم الجيني للأسماك بسهولة نظرا لكبر حجم بيضها و الذي يمكن نقل الجينات اليه عن طريق الحقن او باستخدام المثقاب الكهربي و التي تستخدم في نقل الجينات المسئولة عن انتاج الهرمونات . و قد تم انتاج اسماك سالمون تستطيع مقاومة البرد و الحياة في المياه المتجمدة ، كما امكن استخدام السمك الذهبي لإنتاج هرمون النمو ، وتستخدم الطحالب كمصدر للأدوية و الأطعمة.

٤- يمكن استنساخ الحيوانات بتخليق نسخة طبق الأصل من الحيوان وهي محاكاة للتوالد البكري الطبيعي Paitlieulogenesis الذي يحدث في الطبيعة ويعني مقدرة البويضة على النمو لتكوين فرد جديد دون اخصاب بمشيج اذكري ، كما أنه يعد أحد صدور التضاعف إللاجنسي حيث يتم انتاج الأبناء من اب واحد

فقط وتعتمد تقنية الاستنساخ الحيواني على اخصاب البويضات عن طريق استبدال الاجهزة الوراثية حيث يتم استبدال النواة من البويضة غير المخصبة بنواة جديدة من اي خلية جسدية لأي كائن حي يمتلك نفس العدد من الكروموسومات الموجودة في البويضة غير المخصبة ، وبذلك تصبح هذه البويضة شبيهة بالبويضة المخصبة وتبدا في الانقسام فيما عدا ان اوامرها تأتي من النواة الجديدة . و تواجه هذه التقنية صعوبات عديدة منها : صعوبة اجراء عملية الاستنساخ على الخلايا الناضجة لأنها قد تخصصت بالفعل جينيا ، وصعوبة الحصول على الوسط الحيوي المتوافق وراثيا مع الاطقم الوراثية المخزنة بالنواة ، وصعوبة ايجاد وسط يسكن الخلية البويضة ان تستقر فيه ، و قد امكن استنساخ الماعز و الضفادع و الفئران و الأرانب و الجاسوس الأبيض.

٥- يمكن عن طريق الإخصاب بواسطة تقنية انابيب الاختبار Invitro (fertilization (VF تحسين السلالات و الحصول على أجناس اكثر صحة وانتاجا للحوم و الألبان.

تطبيقات التكنولوجيا الحيوية في مجال البيئة في مجال التنوع الحيوي:

اسكن عن طريق مزارع الأنسجة النباتية اعادة تشجير الغابات و المحافظة على نوعيات النباتات البرية التي تعتبر مصدر ثمين للجينات و المفيدة في الإبقاء على التنوع الحيوي . كما امكن استخدام الاستنساخ الحيواني في اكثار الحيوانات و الطيور النادرة المهددة بالانقراض و هي الأمر البري ، و وحيد القرن الأفريقي ، و الظبي الأسيوي ، و الدب الأسود الاسيوي ، والدب الأسود الأمريكي ، و السلحفاة المصرية ، و البندا الصيني و الببغاء الأحمر الأسترالي ، و البغاء الاندونيسي الملون.

- **مجال التلوث :**

١ - التلوث البترولي تدخل مشتقات البترول في عديد من الصناعات مثل صناعة البلاستيك و المطاط الصناعي والالياف الصناعية و المخلفات الصناعية و المبيدات و الأصباغ و الزيوت. كما ان البترول مصدر هام للطاقة ولكن هذه المواد البترولية سواد لا تتكيف معها البينة و لا تتحلل بسهولة فتسبب تلوث البيئة ، ولقد أدى تسرب البترول الى مياه المحيطات والبحار الى حدوث تلوث ضخم في البيئة البحرية وباستخدام التقنيات الحيوية امكن تخليق بكتيريا قادرة على تحمل السمية الحادة لمثل هذه المركبات البترولية و التهامها عن طريق تهجين ثلاثة أنواع من البكتيريا . كما أمكن استخدام سلالات من الفطريات التي لها قدرات عالية على الانتشار الأفقي في رفع قدرتها على هضم العديد بل معظم المركبات البترولية المعقدة مثل الشموع و التي لا تذوب في مياه البحار والمحيطات.

٢ - المواد البلاستيكية: أن مادة الفثالات Phthalates و التي تشتق من الحمل العضوي التثاليك تدخل إلى الجسم عن طريق الغذاء والماء والدواء والهواء وتحدث تلوث تراكمي يزداد ليسبب تلوث الأعضاء الداخلية للكائن الحي . كما اتمر هذه المواد من العبوات المغلفة للمواد الغذائية عبر الجلد مذابة في الدهون الغذائية . كما أن البلاستيك أحد النفايات التي تلقى في البحار مما يصيب الأسماك ويؤدي الى موتها كذلك الشعاب المرجانية و الطحالب والحيوانات البحرية الدقيقة . وقد تمكن بالهندسة الوراثية انتاج مادة تحل محل البلاستيك عن طريق سلالة بكتيرية لها القدرة الفائقة على تحويل السكر الي بولي استر بكتيري يشبه في صفاته مادة البلاستيك الى حد كبير.

٣ - الصرف الصحي هو من المصادر الملوثة للبيئة نظرا لاحتوائه على مواد عضوية و غير عضوية و شوائب يصعب التخلص منها بالتنقية البيولوجية و عن طريق التكنولوجيا الحيوية امكن تربية سلالات من البكتريا تنمو بغزارة في مياه المجاري حيث تعتمد في غذائها على المواد العضوية الغنية بها المجاري .

ويمكن استخدام الماء الصالح بهذه الطريقة في اغراض الري والزراعة و لكن لا يمكن استخدامها كمياه للشرب . و مع تحسين خواص هذه البكتيريا امكن زيادة قدرتها على التهام الفضلات .

٤- المبيدات : هي مواد كيميائية سامة تستخدم المقاومة الآفات الزراعية التي تهاجم المحاصيل الهامة وهي تشمل مواد عضوية و اخرى غير عضوية ملل مادة DDT و مع استمرار استخدامها تتولد مقاومة لدى الآفات لها مما يضعف أو يبطل مفعولها ، كما انها تلوث التربة و الماء و الهواء المحيط بها . وقد تمكن بعض العلماء من برمجة بعض السلالات البكتيرية والتغيير في جمالها الوراثية لتنتج بروتين ذو شكل فراغي محمد يسمح تركيبة الفراغي باحتواء جزيئات المبيد في داخله و يغلفه ويمنعه من التداخل مع البيئة المحيطة ، كما امكن استنباط سلالات نباتية مقاومة للآفات الزراعية مثل النيماتودا وفطريات الجذور والحفار.

٥ - الأسمدة الزراعية تستخدم عادة الأسمدة الفوسفاتية و مركبات الفترات القيادة الانتاجية الأفقية للفدان الزراعي و مواد الأسمدة تتسرب مع الغذاء الى جسم الكائنات الحية التي بوصولها للدم تتفاعل مع الهيموجلوبين وتعوق قدرته على نقل الأكسجين كما تسبب بعض مركباتها السرطان ، وامكن الأن باستخدام الأسمدة العضوية تحسين صفات التربة و تلافي اخطار الأسمدة الكيميائية و ذلك عن طريق جمع المصادر العضوية الطبيعية و تهيئة بيئة لاهوائية الميكروبات التي تهضم المواد العضوية و تكون مادة تصلح كسماد عضوي.

٦ - المنظفات الصناعية هي مواد كيميائية تدخل في كثير من الصناعات مثل صناعة الورق و المنسوجات و المبيدات وعمليات الصياغة و صناعة الجلود و البلاستيك و التعدين . وهي لها اثار ضارة على البيئة فهي تسبب السرطان او تسبب ذوبان الطبقة الشمعية التي تكسر ريش الطيور المائية مما يؤدي الى اغرقها ، كما انها تحدث خلل بيولوجي للإسماك و تفقدها القدرة على ترشيح الماء لاستخلاص الطعام . ولتلافي اخطار المنظفات الصناعية تستخدم الكائنات الدقيقة المحورة وراثيا في انتاج انزيم الليبيز الذي يعمل على كسر الروابط المحبة للذوبان في الدهون و لا تذوب في الماء ثم يجفف و ينقي و يستخدم كمنظف.

٧ - القمامة يهتم العالم بإيجاد حل لمشكلة تراكم القمامة و تحسين طرق التخلص منها عن طريق جمعها و فرزها الى عناصرها المتشابهة و تصنيفها و اعادة تصنيع المواد المكونة لها فيما يسمى بإعادة استهلاك المخلفات Recycling Material وفي مجال التقنيات الحيوية تمكن العلماء من استنباط بعض انواع من البكتيريا و الطحالب المائية التي لها قدرة على التغذية على المواد العضوية الموجودة بالقمامة ثم يتم تخفيفها واستخدامها كسماد التربة الحدائق العامة . و يمكن انتاج الورق و الوقود و الطوب المفرغ و السماد العضوي و الحديد من القمامة ايضا بمعالجات متباينة.

٨ - المعادن الثقيلة و النظائر المشعة يمكن ازالتها من البيئة عن طريق استخدام أحد جينات الفار Mellallotionein والذي يعبر عنه في بكتيريا سيانو Cyanolacteria وهو جين يمتاز بقوة مسكه للمعادن ويمكن ازاله واستعادة المعادن الثقيلة من المياه الملوثة - تلوث الغذاء : تستخدم تقنيات التكنولوجيا الحيوية في مراقبة المزارع و الحيوانات قبل و بعد ذبحها و اثناء التداول و داخل المطاعم لتحديد نسبة الجراثيم الموجودة عن طريق مجس DNA و RNA و تفاعل PCR و الذي يكشف عن أي عدد من الجراثيم بسرعة و دقة للوقاية من الأمراض ، و المستخدم طرق تحليل بسيطة للتعرف على فساد الأغذية باستخدام عصما مغطاة بمضاد حيوي لجرثومة معينة تغمس في الغذاء المشكوك فيه و توضع بعد ذلك في محلول يعطي لونا خاص بالجرثومة موضع الاختبار

محاضرات التقنيات الاحيائية
د. محمـــد عبد الغفـــور محمـــد
كليـــة الزراعـــة/ جامعـــة الانبـــار

تطبيقات التكنولوجيا الحيوية في مجال الصناعة:

١ - انتاج زيت الكانولا من أحد نباتات الحشائش باستخدام الهندسة الوراثية ، و هو زيت يحتوي على دهون مشبعة للمحافظة على صحة القلب ، كما يحتوي حمض لوريك الذي يصلح كمنظف صناعي، وبه حمض ستريك الذي لا يحتاج الى هدرجة و يصلح لصناعة المارجرين.

٢ - انتاج الأدوية و البروتينات و الأنزيمات باستخدام الكائنات الحية الدقيقة و النباتات و الحيوانات.

٣ - انتاج مادة مشابهة للبلاستيك تسمى Polyliydroxy Butyrate وهذه المادة تتحول إلى بلاستيك باستخدام بكتيريا تحتوى جين PHB حيث يمكن أن تنتج هذه المادة بطريقة اقتصادية على بيئة غذائية من الجولكوز وخالية من النيتروجين ، كما تمكن العلماء من الخال هذا الجين الى البطاطس و الذرة.

٤ - انتاج لقاحات و فاكسينات.

٥ . انتاج الهرمونات والبيتيدات .

٦- انتاج الصبغات الطبيعية و مكسبات الطعم و الرائحة للصناعات الغذائية.

- تستخدم البكتيريا في غسيل المعادن مثل النحاس واستخراجه من الأحجار التي تحتوي على كميات قليلة منه ، و توجد هذه البكتيريا في الطبيعة و في المركبات المحتوية كبريت و تحصل على الطاقة الازمة لنموها بأكسدة النحاس مثل كبريتات النحاس و ينطلق تبعا لذلك حمض و ايون حديد مؤكسد و الذي يؤدي الى غسل المعين من الأحجار - تستخدم نبات الدخان في تصنيع القران و هر نوع من النشا الذي يتحلل بفعل الانزيمات الى سكر فركتوز و الذي يستخدم في انتاج اغذية صحية تعطى سعرات حرارية منخفضة ويتم ذلك عن طريق الخال جين B Sac ما خوذ من بكتيريا *Bacillus subtitis* .
- **تطبيقات التكنولوجيا الحيوية في مجال الطاقة**:

١ - امكن تحسين الأعلاف و زيادة كفاءتها بعد تمكن العلماء من الحصول على انزيم فايتيز من الفطر اسبرجلاس نيجر *Aspergillus niger* و هذا الانزيم يساعد على تلافي مجموعة من المشكلات التي تقلل كفاءة العلف مثل عدم قدرة الحيوان على هضم العلف لتاثير بعض المركبات التي تنتج اثر عصبي على الحيوان او قد تحدث أمراض او تقلل من وضع البيض في الدواجن . كما امكن انتاج ذرة محورة وراثياً غنية في محتواها من الحمض الأميني ميثايونين MIethioline والمقاوم للانبات الذرة مما يزيد من كفائته كعلف.
٢ - امكن انتاج الطاقة من الكتلة الحيوية متمثلة في المحاصيل المنتجة للطاقة مثل قصب السكر و الكاسافا أو من المخلفات العضوية الذي يمكن معالجتهم بالخمائر و الاستفادة من نشاط انزيمات الخميرة فعملية التخمر الحادثة الانتاج الكحولات مثل غاز الميثان و الايثانول ٣ - اسكن انتاج البيوغاز و هو عبارة عن خليط من غاز الميثان وثاني اكسيد الكربون و غازات اخرى مثل كبريتيد الهيدروجين وغير سام عديم الرائحة و اخف من الهواء ذو شعلة نظيفة زرقاء تستخدم كوقود . و قد أمكن انتاجه من المصادر العضوية الطبيعية بمعالجتها بالميكروبات في بيئة لا هوائية.

تطبيقات التكنولوجيا الحيوية في مجال الطب والعلاج مجال انتاج الأدوية :

تستخدم التكنولوجيا الحيوية لإنتاج العديد من الأدوية واللقاحات و المضادات الحيوية و من أمثلة ذلك - تستخدم الأبقار في انتاج الاجسام المضادة عن طريق حقنها بالأنتيجين المراد الحصول على الجسم المضاد ضده ، فتقوم الأبقار بإنتاج المضاد الحيوي بكميات كبيرة في ليلها ثم يتم تركيزه ويباع كدواء ، كما يتم انتاج

د. محمـــد عبد الغفـــور محمـــد
كليـــة الزراعـــــة/ جامعـــــة الانبـــار

ابقار محورة وراثيا الانتاج الأدوية الحيوية في اللبن . كما تستخدم الأبقار لإنتاج لبن الأم عن طريق التلقيح الصناعي لأجنة الأبقار حتى تستطيع انتاج بروتين ليكتوفرين.

٢ - يمكن انتاج بروتين ج اللازم لعلاج الذبحة الصدرية عن طريق استخلاص الجين الخاص به ووضعه في خلية واحدة من جنين الخنزير مع جين اخر من النار ليعمل كمفتاح لإفراز اللبن المحتوى على البروتين المعالج.

٣ - امكن انتاج أجسام مضادة ضد مرض السرطان في بذرة الذرة وفول الصويا بدلا من انتاجها في خلايا الحيوان مما يوفر في التكاليف و يزيد من الانتاج .

٤- تستخدم دودة الحرير كوسيلة لإنتاج البروتينات . و عن طريق الباكيلو فيروس يمكن الخال جين يفرز في الهيموليمف ليعبر عن نفسه منتجا البروتينات المرغوبة ٠

٥. تستخدم تقنية DNA معاد الاتحاد في انتاج بروتينات مفيدة على النطاق التجاري و منها الأنسولين الازم لعلاج مرض السكر ، والانترفيرونات البشرية وهي بروتينات تعمل على تضاعف الفيروسات خاصة تلك التي يتكون محتواها الجيني من RNA مثل فيروس الإنفلونزا و شلل الأطفال مجال تشخيص الأمراض : تمكن العلماء من وضع مليون قطعة DNA للإنسان على قطعة سيليكون صغيرة حجمها لا يتعدى واحد و ربع سنتيمتر مربع وذلك بهدف الإسراع في تشخيص وعلاج الأمراض في الإنسان حيث تحتوي على مليون معلومة عن جينات الانسان ، و حينما يوضع عليها عينة من دم المريض و تعرض لجهال افحص الليزر فان الكمبيوتر يصدر تقرير بالتشخيص ، ويستخدم هذا الجهاز في التشخيص مرضى السرطان و الايدز كما يمكن باستخدام التكنولوجيا الحيوية تشخيص الأمراض الوراثية قبل أو بعد الميلاد . كما يمكن تشخيص الأمراض المعدية مثل الالتهاب الكبد الوبائي مجال العلاج الجيني : يعني عمليي ادخال او نقل جينات سليمة الى خلايا جسدية للحصول على وظيفة جينية غير موجودة اما بسبب مرض وراثي او مرض مكتسب ويهدف العلاج الجيني إلى التخلص من اثار المواد الكيميائية التي قد تؤدي الى اتلاف بعض الجزيئات الخلوية أو الى تثبيط البروتوبلازم و هذا يؤدي إلى ضعف حيوية الخلية و تراكم المواد التالفة بها مما يؤدى الى اصابتها بشيخوخة مبكرة و يلزم للتدخل الجراحي الجيني وجود خريطة كاملة لكل جينات الانسان لفهم تركيب تلك الجينات و ادائها الوظيفي و علاقتها بغيرها من الجينات في المحتوى الجيني ، وذلك بهدف سهولة التعرف على الجينات المعطوبة و محاولة اصلاحها او ازالتها . ويتم العلاج الجيني باستخدام مجموعة من الأساليب و هي كالتالي:

١ - اضافة جين سليم الى الخلية المعدية وراثيا لإعادة نشاط الجن المشوه الى مستوى كاف لازالة اثر المرض.

٢ - استبدال او اصلاح جين معيب عن طريق قلع الجين المعيبة ثم اصلاحه و هي من العمليات الصعبة.

٣ - تصميم وظائف جينية جديدة عن طريق تقل جين جديد الى الخلية المريضة لكي يمنع حدوث نقص في وظيفة بيولوجية محددة او ازالة الأثر المرضى اللجين المعيب.

٤ - تغيير نظام تعبير الجين عن طريق نقل منظمات الجينات بهدف تغيير مستويات نشاط الجين ووقف او تقليل نشاط الجين المعيب الى مستوى يمنع أو يقلل من ظهور المرض ويتم نقل الجينات مباشرة الى الخلية او عن طريق الفيروسات . و مازال العلاج الجيني مقصور على مستوى الخلية الجسدية و لم يتم على مستوى الخلية الجنسية بعد . و يتم العلاج باستخدام احدى الطرق الاتية:

د. محمـــد عبد الغفـــور محمـــد
كليـــة الزراعـــة/ جامعـــة الانبـــار

١ - يتم عزل الخلايا المريضة ثم زراعتها ثم ينقل اليها الجين المرغوب فيه لم تعاد مرة أخرى الى المريض
٢ - يتم نقل الجين المرغوب فيه الى الخلايا المريضة وهي في مكانها داخل الجسم و ذلك باستخدام ناقلات الجين التي لها القدرة على توجيه الجينات الى أماكن محددة داخل الجسم.
٣ - يتم نقل الجين المرغوب فيه الى الخلايا المريضة عن طريق الاستنشاق من خلال جهاز خاص و تستخدم هذه الطريقة فقط في علاج تليفات الرئتين . وقد قام العلماء بجهود كثيرة في علاج بعض الأمراض الخطيرة علاجا جينيا و من أمثلة هذه الأمراض السرطان و امراض تجلط الدم و الانيميا و أمراض القلب او السكتات المخية و امراض الجهاز المناعي و امراض الفشل الكلوي.

تطبيقات التكنولوجيا الحيوية في مجال الجينات البشرية:

١ . اطفال الانابيب : يقصد بها انتاج اطفال مخصبة خارج الرحم - In - Vitro Fertilization عن طريق اخراج بويضة ناضجة من الانثى و تخصيبها بحيوان منوي من الذكر في انبوبة اختبار تحتوي على وسط غذائي مناسب و بعد فترة من التكوين الجنيني يصل فيها الجنين الى عدد قليل من الخلايا ينقل الى رحم الأم لاستكمال التكوين الجنيني حتى الولادة و قد ولد اول طفل انابيب عام ١٩٧٨ في انجلترا.
٢ ـ الاستنساخ البشري هو احد صور التضاعف اللاجنسي و يتم باستخدام الأخصاب الذاتي عن طريق اخذ رقعة جلد من الرجل و تنزع احدى خلاياها بحرص شديد وهي خلايا جسدية تحتوي على ٤٦ كروموسوم ، ثم يرفع من الخلية الجهاز الوراثي و هو النواة الحاملة للكروموسومات وشريط الموروثات الجنسية و تغرز في بويضة اللي مفرغة من النواة و اخيرا تزرع بما فيها من موروثات في رحم امرأة متطوعة حتى اكتمال أشهر الحمل التسع يولد طفل له نفس الخصائص الوراثية كما يمكن ايضا استنساخ الأجنة البشرية كمحاكاة لعملية التزام عن طريق شطر خلايا الجنين الأولية الى عدة نسخ تعامل كل واحدة منها على الها جلين مستقل و يمكن حفظها في الثلاجة الحين الاحتياج اليها.
٣ - انتاج قطع غيار الأعضاء البشرية تستخدم بعض الحيوانات لإنتاج قطع غيار الاعضاء بشرية مثل تصنيع الدم البشرى . ويتكون الدم من مكونان أساسيان هما الخلايا الحمراء و البيضاء والصفائح الدموية و سائل البلازما و تصنيع الدم يعني بالضرورة فصل و تصنيع مشتقات البلازما التي تفصل و تحضر من دم المتبرعين هي المادة الخام الأولية التي تبدأ منها عملية التصنيع . ويتم انتاج الدم باستخدام نوع نادر من الخنازير المعدلة وراثيا الذي انتجه فريق من الباحثين اليابانين بجامعة ناجويا Nagoya و ذلك بحقن جين بشري معين في بويضات خنازير ملقحة ثم نقل البويضات الملقحة الى ارحام اناث الخنازير الذي تلد مجموعة من الخنازير ويكون واحد منها فقط تحتوى دماؤه على نوع من الدم البشري ، الذي يتحول الى مصنع لإنتاج الدم في المستقبل كما اعلن احد العلماء الفرنسين عام ١٩٩٧ عن نقل الجين البشري الفا و بيتا جلوبين الى كلوروبلاست خلايا نبات التبغ والحصول على النبات الكامل و امكان عزل الهيموجلوبين وتنقيته من بذور وجذور النبات . كما يستخدم الخنزير ايضا كمصدر لأعضاء مثل الكلية والقلب والكيد بعد تحويره وراثيا بحقن DNA الانسان في بيضة مخصبة للحيوان ، ثم تزرع في رحم الحيوان حتى يتكون جنين ثم حيوان كامل خلال أربعة أشهر وبتوالي الأجيال فان الاعضاء الناتجة في هذا الحيوان لا يتوقع رفضها بواسطة الجهاز المناعي
٤- مشروع الجينوم البشري بهدف مشروع الجينوم البشري الى رسم خريطة | كاملة لكل جينات الانسان ، و قد تم توزيع الجينات على العديد من المراكز البحثية الدولية المتخصصة في الهندسة الوراثية و سيوفر هذا الانسان معرفة الجين المراد اصلاح عيوبه بسهولة أو ادخال جينات ذات صفات مرغوبة عن طريق تقنيات التطعيم الجيني ، و كما يمكن ادخال العديد من القطع الجينية الى داخل جينوم الخلية الجسمية

د. محمـــد عبد الغفـــور محمـــد
كليـــة الزراعـــــة/ جامعـــــة الانبـــار

لزيادة قدراتها الحيوية ، بما يسمح لها بداء وظائفها بكفاءة أعلى و اداء وظائف جديدة لم تكن موجودة من قبل او ازالة مواد ضارة بالخلية باستئصال الجينات الموجهة لتلك المواد . و قد بدا المشروع رسميا في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٠ و انضمت لها انجلترا وفرنسا وايطاليا واليابان . والمهمة الأساسية لهذا المشروع هي سلسلة الثلاثة الاف مليون نيوكليوتيدة التي تشكل المادة الوراثية البشرية و تحديد هوية المائة الف جين أو نحوها الموجودة بالجينوم البشري وتحصين وتطوير تقنيات السلسلة لتستفيد منها المجالات الأخرى من أوجه البيولوجيا كما تم خرطنة جينوم خمسة من الكائنات الحية الأخرى وهي بكتيريا *E . coli* والخميرة ونيماتودا سينور أبديس Caeiorliabilis و ذبابة الفاكهة الدوروسوفيلا و الفار . وقد تم كشف جينومات هذه الكائنات النموذج في المقارنة والتعرف على الوظيفة المحتملة لبعض الجينات البشرية.

٥ - جينوميا الجريمة ، نظرا لأن هناك بعض الأشخاص لديهم الاستعداد الوراثي الارتكاب الجرائم فانه يمكن معالجة ذلك عن طريق تقنيات جينية . و ذلك عن طريق تعديل السلوك الجيني العدواني ، أو خفض معدل تعبيره عن ذاته عن طريق ادخال جينات معدلة لسلوك الجينات العدوانية او ادخال جينات كمون وراثي ، أو استبدال جينات السلوك العدواني بجينات سلوك منوي . كما تستخدم في انتاج اسلحة يمكن التحكم فيها من خلال البصمة الوراثية اي ان هذه الأسلحة لا يمكن استخدامها الا لصاحب البصمة الشخصية لصاحب رخصة السلاح . كما يتم استخدامها في الطب الشرعي باستخدام البصمة الجينية ، و يمكن تعيين البصمة الجينية لأي فرد عن طريق استخلاص DNA الخاص به من عينة من الدم في حالة اثبات البنوة او من عينة من الحيوان المنوي في حالة اثبات الاغتصاب أو من قطعة جلد من تحت الأظافر او شعيرات بجذورها من الجسم في حالة الوفاة بعد مقاومة ، أو من اي دم او سائل منوي مجمد او جاف موجود على مسرح الجريمة او من عينة لعاب ، كما يمكن استخلاصها من أماكن لمس اليد لمفاتيح أو تيليفون او اكواب و يتم استخلاص المادة الوراثية ثم تقطيعها باستخدام انزيمات التحديد ثم تفصل باستخدام جهاز الفصل الكهربائي ثم تنقل الى غشاء نايلون ثم باستخدام طرق خاصة يتم تعيين بصمة الجينات على فيلم اشعة و التي تستخدم كدليل جنائي في قضايا اثبات البنوة جرائم الاغتصاب و السطو و التعرف على ضحايا الكوارث.