أستاذ المادة : أ.م.د. آمال كاظم غضبان

التقنية الحياتية (التقانات الاحيائية)Biotechnology

تهتم التقانات الاحيائية بعلوم الحياة التطبيقية، وهي تعني الاستخدام الصناعي للكائنات الحية او مكوناتها كالانزيمات لتصنيع منتجات معينة وللسيطرة على البيئة.

تضم علوم التقنية الحياتية العديد من الاختصاصات العلمية مثل الاحياء المجهرية والكيمياء الحيوية وعلم الوراثة وعلم الأحياء الجزيئي والكيمياء والهندسة الكيميائية.

وتتضمن عمليات التقنية الحياتية انتاج الخلايا او الكتلة الحيوية Biomass وكذلك الوصول الى بعض التحولات المرغوبة وتقسم هذه التحولات الى عدة اقسام:

1- تكوين منتجات مرغوبة مثل الأنزيمات والمضادات الحياتية والأحماض العضوية وغيرها.

2- تحلل المواد مثل التخلص من فضلات المدن والفضلات الصناعية وبقع النفط.

ان التفاعلات الكيميائية التي تحدث خلال عمليات التقنية الحياتية تكون على نوعين: أما تفاعلات هدمية Catabolic reactions تتكسر منخلالها المركبات المعقدة الى مركبات بسيطة مثل تحول الكلوكوز الى كحول. أو تفاعلات بناء Anabolic reactions والتي يتم فيها تحويل الجزيئات البسيطة الى معقدة مثل تخليق المضادات الحياتية. وتكون تفاعلات الهدم من النوع الذي ينتج الطاقة Exergonic بينما تحتاج تفاعلات البناء الى الطاقة Endergonic.

تضم التقانات الاحيائية العديد من صناعات التخمر التقليدية مثل انتاج البيرة والنبيذ والخبز والاجبان والمضادات الحياتية واللقاحات وكذلك معاملة المياه ومياه الفضلات وجزء من الصناعات الغذائية والاتجاهات الحديثة لاستخدام التقانات الاحيائية في الطب وفي تنقية المعادن من المناجم ذات النوعية الرديئة وفي انتاج الطاقة (الوقود الحيوي Biofeul) مثل انتاج الكحول والغاز الحيوي.

ونتيجة لتعدد جوانب التقنية الحياتية فأنها ستساهم بصورة رئيسية في العديد من الصناعات أذ نلاحظ انه يمكن انتاج اغلب المواد العضوية بواسطة التقنية الحياتية نظريا ويعتقد العلماء ان نسبة عالية من العمليات المستخدمة في التقنية الحياتية ستكون اكثر اقتصادية وستقل احتياجاتها للطاقة وستكون اكثر أمانا من العمليات الصناعية التقليدية وستكون اغلب فضلات المصانع غير سامة وذات قابلية على التحلل الحيوي. وعلى المدى البعيد فأن التقنية الحياتية ستساهم في حل العديد من المشاكل التي يواجهها العالم خاصة في مجال الصحة وإنتاج الأغذية والسيطرة على التلوث وإيجاد مصادر جديدة للطاقة.

نظرة تاريخية عن نشوء وتطورالتقنية الحياتية

ان التقنية الحياتية ليست من العلوم الحديثة الا ان تطبيقاتها تمت حديثا.فقد استعمل الانسان منذ القدم الاحياء المجهرية في انتاج الأغذية والمشروبات مثل انتاج اللبن والجبن والخبز والخل وقد بدأ انتاجها منذ الحضارات القديمة كالسومرية والبابلية والمصرية القديمة. ويعد الايثانول أول مادة كيمائية انتجت بواسطة التقنية الحياتية وأن تاريخ بدأ هذه الصناعة غير معروف بالضبط ولكن يعتقد انه بدأ في القرن الرابع عشر من خلال زيادة نسبة الكحول في المشروبات الكحولية . ولم يكن الانسان يعرف حتى قبل مئة عام ان الاحياء المجهرية تنتج الكحول والخل ،واكتشف هذا عندما كانت مجموعة من التجار الفرنسيين تبحث عن طريقة لمنع تحمض الكحول اثناء نقله بالسفن لمسافات بعيدة وطلبوا المساعدة من لويس باستور وكان اعتقاد العاماء السائد آنذاك ان الهواء يتفاعل مع السكريات في هذه السوائل ويحولها الى كحول بينما وجد باستور أن الخمائر تحول السكريات الى كحول في غياب الهواء وعرفت هذه العملية غير الهوائية بالتخمر وان التحمض والفساد يحدث بعدئذ نتيجة لفعالية مجموعة من البكتريا تعرف ببكتريا حامض الخليك Acetic acid bacteria والتي تحول الكحول الى حامض الخليك ،وكان الحل الذي اقترحه لويس باستور هو تسخين الكحول الى درجة تكفي لقتل اغلب الاحياء المجهرية الموجودة فيه وعرفت هذه المعاملة الحرارية بالبسترة Pasturization .

تأثير الحرب العالمية الأولى على تطور التقنية الحياتية

بأستثناء صناعة الكحول لم يكن هناك تطور كبيرفي التقنية الحياتية منذ العصور القديمة الى بداية القرن العشرين فقد كانت الحرب العالمية الأولى الدافع الرئيسي في تطورالتقنية الحياتية اذ انه عند اندلاع الحرب فرض الحصار من قبل القوات البحرية البريطانية على المانيا لذلك منع الالمان من استيراد الزيوت النباتية المستخدمة في انتاج الكليسرول الذي يستخدم في صناعة المتفجرات مما حدى بالالمان الى انتاج الكليسرول من الاحياء المجهرية حيث انتجوا ألف طن شهريا بهذه الطريقة وبالمقابل كانت المانيا قبل الحرب المصدرالرئيسي للاسيتون والبيوتانول حيث كان يستعمل الاسيتون في صناعة الذخيرة والمطاط الصناعي مما دفع بريطانيا الى تطوير مايسمى بتخمرات اسيتون– بيوتانول acetone - butanol fermentation باستخدام بكتريا *Cl. acetobutylicum* وقد توقف النتاج الكليسرول بواسطة الاحياء المجهرية بعد انتهاء الحرب في حين استمرت تخمرات الاسيتون– بيوتانول الى بداية الخمسينيات وبعد ظهور الصناعات البتروكيميائية اذ تم انتاجها بواسطة هذه الصناعة.ومن الصناعات الأخرى التي تطورت نتيجة الحرب العالمية الأولى هي صناعة حامض الستريك بواسطة الاحياء المجهرية اذ انه خلال الحرب تركت مزارع الحمضيات دون عناية حيث كان ينتج حامض الستريك من الحمضيات وكانت إيطاليا المنتج الرئيسي له آنذاك. وقد تركت بساتين الحمضيات بدون عناية في فترة الحرب، وعند انتهاء الحرب كانت صناعة الحامض شبه مدمرة وأصبحت اسعاره مرتفعة جداً مما ادى الى الاتجاه الى انتاجه بواسطة الاحياء المجهرية وكان ذلك عام **1923** فقد استخدم عفن *Aspergillus niger* في تخمرات هوائية أي ضرورة توفر الاوكسجين على عكس انتاج الاستيون والبوتانول يتم في ظروف لاهوائية بواسطة بكتريا *Cl. acetobutylicum* .

تاريخ انتاج المضادات الحياتية

اطلق العالم فلمنك اسم البنسلين على المادة المضادة للبكتريا والتي انتجها العفن *Penicillium notatum* وفي عام **1940** تمت تنقية البنسلين وتم التأكد من من خصائصه العلاجية ولم تفقد أهميته خلال الحرب العالمية الثانية. وبما ان عفن *Penicillium* هوائي أي يحتاج الى الاوكسجين ويجب تنميته في المزارع السطحية .وهذه الطريقة تحتاج الى ايدي عاملة كثيرة إضافة الى انها تكون عرضة للتلوث وبالتالي يقل انتاج البنسلين لذا فان الحاجة الى انتاج البنسلين تحت ظروف معقمة أدت الى تطوير المفاعلات الحيوية Bioreactors **(المخمرات)** التي تحوي على وعاء التخميرالمجهز بادوات التقليب ويمكن اجراء التعقيم باستخدام البخار في تعقيم الأجهزة والمعدات قبل زراعة الكائن المجهري وذلك بالمحافظة على الظغط داخل وعاء التخمر اعلى من الظغط الجوي وتجهيز المزارع بالاوكسجين اللازم بضخ هواء معقم الى داخل وعاء التخمير والذي يوزع بشكل متجانس في الوسط الغذائي بواسطة أدوات التقليب(الخلاط).

كذلك من التطورات الأخرى التي ظهرت في برنامج انتاج البنسلين هي تطوير طرق انتخاب السلالات فقد كانت السلالة الاصلية *P. notatum* تنتج فقط **2** ملغم من البنسلين/ لتر من الوسط الغذائي السائل ولكن بعمليات الغربلة والعزل المستمر لعزلات عديدة من عفن البنسليوم تم الحصول على عزلة ذات انتاج عال من البنسلين وهي *P. chrysogenum* ثم جرت محاولات عديدة لزيادة الإنتاجية بتعريضها لعوامل مطفره مثل غاز الخردل والاشعة السينية والاشعة فوق البنفسجية وبعد كل جولة من التعريض للعامل المطفرتجرى عماية غربلة وعزل للسلالات ذات الإنتاجية العالية وتهيئتها للجولة الثانية وباجراء تحسينات على ضروف التخمر واستخدام السلالات المطفرة أمكن زيادة الإنتاج الى **20** غم بنسلين/ لتر.وبعد اكتشاف البنسلين والتاكد من فعاليته العلاجية وتحسين انتاجه قام الباحثون وعدد من الشركات الدوائية بالتفتيش عن مصادر وأنواع جديدة من المضادات الحياتية التي تنتجها البكتريا الخيطية Actinomycetes ومنها مضاد الستربتومايسين وحاليا فان **90%** من المضادات التي تنتج هي من البكتريا الخيطية.

استخدام الخلايا الحيوانية والنباتية في التقنية الحياتية

استخدمت زراعة الخلايا الحيوانية لفترة طويلة في انتاج اللقاحات المضادة للفيروسات viral vaccines ولكن لم تنتج على النطاق التجاري الا في الستينات وسبب نجاح هذه الصناعة يعتمد على استخدام التعقيم الذي اقتبس من عملية انتاج المضادات الحياتية وبقيت زراعة الخلايا الحيوانية على النطاق التجاري مقتصرة فقط على انتاج اللقاحات .ثم انفتحت مجالات جديدة امام زراعة الخلايا الحيوانية خاصة انتاج المواد العلاجية مثل انتاج الانترفيرون Interferon وهوعبارة عن مادة بروتينية مضادة للفيروسات والسرطان وإنتاج الاجسام المضادة Antibodeis أما زراعة الخلايا النباتية فكانت تتم مختبريا وبقيت لفترة طويلة ولم تستخدم على النطاق التجاري ،وبالرغم من ان النبات الكامل يعد مصدر جيدا لبعض المواد الكيميائية والعقاقير والألوان والنكهات الا ان عدد قليلا من هذه المركبات انتج عن طريق زراعة الخلايا النباتية وكان انتاجها واطئا فضلا عن فشل طرق التحسين التقليدية مثل التطفير الوراثي والانتخاب. اما اليوم

فقد أصبحت زراعة الخلايا النباتية ذات أهمية كبيرة نتيجة تطوير الطرق في الحصول على نباتات كاملة من خلايا مفردة ومن فوائد هذه الطريقة هي سرعة اكثار النباتات وإمكانية عزل خلايا نباتية خالية من الفيروسات واستخدامها في انتاج نباتات كاملة خالية من الفيروسات ومن ثم زيادة إنتاجية هذه النباتات.

ظهور علم الهندسة الوراثية واستخدامه في التقنية الحياتية الحديثة

لم تطرأ اي تطورات جديدة في علم الاحياء المجهرية الصناعية بعد فترة اكتشاف البنسلين وانتاجه بحوالي ثلاثين عاما. وفي واخر الستينات تطور استخدام الكتلة الحيوية كمصدر للبروتين والذي اطلق عليه ببروتين احادي الخلية single cell protein **(SCP)** لمواجهة الازمة الحادة في نقص البروتين في العالم نتيجة لزيادة السكان. ويرجع استخدام الاحياء المجهرية كمصدر للبروتين الى الحرب العالمية الأولى عندما قام الالمان بتنمية خميرة *S. cerevisiae* على النطاق التجاري لاستخدامها في تغذية الانسان حيث استخدمت في تدعيم المقانق (الصوصج) والشوربات وبذلك استطاعت المانيا الاستغناء عن حوالي **60%** من الأغذية المستوردة في فترة ما قبل الحرب كما استخدمت هذه الطريقة في الحرب العالمية الثانية بتنمية خميرة التوريولا *Candida utilis* من قبل المانيا وقد بدأت العديد من شركات البترول في الستينات بتطوير طرق انتاج البروتين الاحادي الخلية من البترول واستعماله في تغذية الانسان وعلائف الحيوان. وقد استخدمت مشتقات البترول والميثان والميثانول كأوساط غذائية لتنمية أنواع معينة من الاحياء المجهرية لاستخدامها في العلف الحيواني. وقد أنشأت حديثا شركة بريطانية اكبر معمل لانتاج بروتين احادي الخلية اذ ينتج المعمل حوالي **70** الف طن سنويا من بروتين احادي الخلية والذي سمي تجاريا Pruteen لاستعماله في تغذية الحيوان بتنمية بكتريا *Methyophilus methylotrophus* كما ان الاتحاد السوفيتي كان ينتج اكثر من مليون طن من بروتين احادي الخلية باستخدام الهيدروكاربونات والمخلفات الزراعية كوسط لتنمية أنواع معينة من الاحياء المجهرية ومن الأمثلة على البروتين الاحادي الخلية ذو النوعية العالية الذي يستخدم في تغذية الانسان هومنتوج يسمى مايكرو بروتين Mycoprotein قامت بانتاجه شركة بريطانية من نوع معين من الاعفان .ومن التطورات الأخرى في مجال التقنات الاحيائية هي استخدام الانزيمات والخلايا المربوطة لانتاج منتوجات معينة كما تطورت عمليات انتاج الاحماض الامينية واهم هذه الاحماض هو حامض الكلوتاميك الذي ينتج على هيئة كلوتامات الصوديوم الذي يستخدم لاعطاء النكهة وحامض اللايسين الذي يستخدم في تدعيم الأغذية وخلال الثمانينيات حدث تطور كبير في التقنية الحياتية بسبب استخدام تقنيةإعادة توليف الحامض النووي **DNA** اومايطلق عليها بالهندسة الوراثية Genetic engineering حيث أدخلت صفات جديدة الى الخلية لم تكن موجودة اصلاً مثل انتاج الهرمون البشري الانسولين حيث نقل الجين المسؤول عن انتاج هذا الهرمون الى نوع من البكتريا.وان استعمال هذه التقنية لم يقتصر على الاحياء المجهرية فقط بل يمكن استعمالها في خلايا النباتات والحيوانات الكاملة، وقد أحدثت عملية نقل الجينات بين الكائنات الحية ثورة في الصناعة القائمة على التقنية الحياتية والتي أدت الى تطوير عدد غير محدود من المنتجات الجديدة إضافة الى تحسين طرق الإنتاج.