

التقانة الحيوية Biotechnology

يعد علم التقنية الحيوية أحد ميادين العلوم التطبيقية والتكنولوجية المبنية على الخصائص الفريدة للمادة الحيوية، وللتكنولوجيا الحيوية تعريفات عده تختلف في نطاقها الشكلي ولكنها تنفق في النطاق الجوهرى فهى تعرف بمفهومها الواسع على انها مجلـ التقنيات التي تستخدم النظم الحيوية والكائنات الحية أو مكوناتها لإنتاج أو تحويل 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 وسلسلة الأحياء وعلم الأحياء المجهرية 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 بُرِزَ 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 بغضون استخدامها في الزراعة ، والصناعة ، وال المجالات الطبية المختلفة . ومن هذا المنطلق سعت وتسعى كثير من الدول المتقدمة والنامية إلى وضع خطط استراتيجية قرية 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 او التمليح او اضافة السكر بالإضافة الى ادراكه لتأثير المشروبات الكحولية المتخرمة ، ومع تطور أولى حضارات المدن نجد وثائق ورسومات عن تحضير الخبز والسيرة والنبيذ والجبن ودبى 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 او حتى دون معرفة وجود للإحياء المجهرية. ولكن المصطلح الحالي التقنية الحيوية Biotechnology استعمل هذه الصيغة عندما صدرت اول مجلة تحمل هذا الاسم في العشرينيات وذلك في مدينة ليدز البريطانية وكانت المجلة في ذاك الوقت تتناول البحوث الخاصة بدور الأحياء المجهرية في صناعات المتخرمات وصناعة الجلود والسيطرة على بعض الأوبيئة وهي مشابهة للمواضيع التي تتناولها المجالات الخاصة اليوم مع فارق التطوير والتحديث في كافة المجالات وقد قبل المصطلح سنة ١٩٨٢ من قبل اتحاد المنظمات الأوروبية للتقنية الحيوية (The European Federation of Biotechnology) EFB وقد وضع له التعريف الآتي: وهو الاستعمال الأساسي للكيمياء الحيوية، على الأحياء المجهرية وعلوم الهندسة للوصول الى التطبيق الصناعي لقابلات الاحياء والأنسجة المزروعة او مزارع الخلايا او اي جزء

محاضرات التقنيات الاحيائية
د. محمد عبد الغفور محمد
كلية الزراعة/ جامعة الانبار

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

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 تستعمل أغذية فدعة وتخلط مع الأغذية الطازجة لإجراء التحولات فيها أو ترك الأوعية مفتوحة لتنم التحولات فيها وقد امتدت هذه المرحلة الى حوالي القرن السابع عشر ، الى حين اكتشاف ليفينهوك للأحياء المجهرية وكذلك اكتشاف أن أجسام 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 للعلم التقنية اذاك .

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 إلى تطور الصناعات المعتمدة على التخمر مثل انتاج المذيبات العضوية وصناعة مواد كيماوية من خلال تحويل الكاربوهيدرات الثنائية ، وقد تم في نفس الفترة انتاج القطر Mushroom على نطاق تجاري.

المرحلة الثالثة :

وتتمثل هذه المرحلة بداية القرن العشرين وتميزت المرحلة بان العديد من العمليات التصنيع الحيوى 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 الكليسبرول من التخمر الكحولي للخائر ، وخلال تلك الفترة قامت صناعات تخمرية اخرى منها انتاج حامض اللبن وحامض الخل ، وبعض المواد الكيماوية مثل الأسيتون والبيوتانول ، ولو أن البعض من هذه الصناعات الحيوية استعيض عنها بالصناعات البتروكيميائية في الفترة اللاحقة باستثناء المواد الصناعية التي لها علاقة بإنتاج الأغذية . وقد تم خلال تلك الفترة ايضا انتاج بعض الانزيمات 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

محاضرات التقنيات الاحيائية
د. محمد عبد الغفور محمد
كلية الزراعة/ جامعة الانبار

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 على الضغط الداخلي بشكل موجب اي اعلى من الضغط الخارجي لتلافي التلوث . وبالإضافة الى انه اصبح بالإمكان ادخال الهواء المعقم واجراء عمليات الخلط والتقليل تحت الظروف المعقدة في المرات المغلوطة والتي لا تزال هي الطريقة المثلى للعمليات الانتاج الكبيرة أن تطور العمليات الانتاجية المعقدة للمضادات شجعت قيام صناعات اخرى في تلك الفترة منها انتاج المضادات الغذائية، الحوامض الأمينية والنيوكلوتيدات، وقد استمرت بعض العمليات الانتاجية من المرحلة السابقة بالعمل في هذه المرحلة منها انتاج المواد المتخرمة بواسطة البكتيريا Clostridium acetibutylicum ولكنها تطورت قليلا حيث كانت تتم بشكل شبه مستمر فكان يفرغ ثلاثي محتوى المحرر لتضاف مكانها موادا جديدة إلى الثلث المتبقى 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 النشا. 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 الالكيات كمصادر للكarbon ولكن انحسر بعد ذلك

وقد ازدهرت أيضا في تلك الفترة عمليات انتاج الحوامض الابنة مثل حامض الكلوتاميك الذي ينتج بكتيريات تصل الى مئات الالاف من الأطنان ليس تعمل كمواد نكهة في الأغذية وكذلك انتاج الحامض الأميني اللايسين بمعدل يصل الاف الأطنان منوياً ليس تعمل في تدعيم بعض الأغذية التي تفتقر اليه اما الانزيمات قد تأخر تطور انتاجها إلى مراحل متاخرة وذلك لعدم ثباتيتها 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 نقبة 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 تميزها عن التقنية الحيوية التقليدية القديمة التي تعنى باستخدام الكائنات الحية عمليات حيوية مثل التخمر والتطعيم وبدأت تظهر مجالات عديدة للتقنية الحيوية منها:

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

- التقنية الحيوية البيئية (Environmental Biotechnology): وتحتخص بالأبحاث والأنشطة المتعلقة بخدمة البيئة والمحافظة عليها.
 - التقنية الحيوية الصناعية (Industrial Biotechnology): وتحتخص بالأبحاث والأنشطة المتعلقة بال المجال الصناعي.
 - التقنية الحيوية والمعلوماتية الحيوية (Bioinformatics): وتحتخص باستخدام الحاسوب الآلي لتحليل نتائج الدراسات الحيوية.
 - التقنية الحيوية متناهية الصغر (Nano-Biotechnology): وتحتخص 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، وبذلت العديد من الشركات الكبرى استثمارات كبيرة للتحسين 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 نباتات 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 تكفة 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 المنقوله 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 وثقوب الذرة.
 - ٢ - انتاج نباتات مقاومة للأمراض الفيروسية لحوالي ٢٢ فيروس مثل البطاطس و الكتالوب.
 - 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 احدى انواع البكتيريا كما تستخدم في انتاج اصناف قطن مقاومة لمرض الذبول الوعائي بحيث أن جميع اصناف القطن المنزرعة حاليا تم تربيتها لتكون مقاومة لهذا المرض الذي كان يشكل مشكلة كبيرة للمزارعين
 - ٤ - انتاج المبيدات الحيوية مقاومة 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 بطاطس لاكتسابها مناعة ضد اسوداد لونها اثناء النقل و التسويق لرفع قيمتها التسويقية.

محاضرات التقنيات الاحيائية
د. محمد عبد الغفور محمد
كلية الزراعة/ جامعة الانبار

- 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 و علاجها ايضا .
- ١٠ - انتاج نباتات تحمل الجفاف والملوحة والظروف القاسية .
- ١١ - استخدام النباتات كمصانع حيوية لانتاج الأدوية و البروتينات والأنزيمات.
- ١٢ - تمكّن 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 - تمكّن العلماء من تخلّيق فيروس يحتوي على سُمّ مستخلص من انتى العنكبوت الذي له القدرة على شل الحشرات وقتلها للقضاء السريع على الحشرات.
- ١٤ - تم التعرّف على بروتين في البذور يمنع من هضم النشا وبيطء من نمو الحشرات ، وتم عزل هذا الجين و تم اكثاره وادخاله في بروتوبلاست الارز مما ادى الى ابطاء نمو الخناقل 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 وبخاصية 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 الایقار عن طريق حقن الابقار 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 يزيد من انتاج البقرة الواحدة من ٥٠٠٠ لتر الى ٨٠٠٠ لتر قويا .
- ٢- تمكّن العلماء من عزل جين من النار بإدخاله الى الاغنام يتسلط صوفها تلقائيا بدون الحاجة الى حلقه.
- ٣- يتم استخدام الباكتيروفirus لحماية الأغنام ضد فيروس اللسان الأزرق عن طريق الحصول على الفيروس المسبب للمرض ووضعه في الباكتيروفirus الحصول على حبيبات منه تشبه الفيروس و لكن غير حية و حينما تعطى للحيوان تکسبه مناعة - في مجال الكائنات البحريّة تستخدم التقنيات الحيوية البحريّة في انتاج مستحضرات و منتجات طبيعية و ادوية و مضادات حيوية و قد اسكن تعديل او تحسين الصفات الحيوية للأسماك والحيوانات الصدفية و الفشريات 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 تمكّن العلماء من التحكم الجيني للأسماك بسهولة نظرا لكبر حجم بيضها و الذي يمكن نقل الجينات اليه عن طريق الحقن او باستخدام المقاوم الكهربائي و التي تستخدم في نقل الجينات المسؤولة 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 ، و تستخدم الطحالب كمصدر للأدوية و الأطعمة.
- ٤- يمكن استنساخ الحيوانات بتخلّيق نسخة طبق الأصل من الحيوان وهي محاكاة للتواجد البكري الطبيعي Paitlieulogenesis اصحاب بمشيخ اذكري ، كما أنه يعد أحد صدور التضاعف الالاجنسي حيث يتم انتاج الأبناء من اب واحد

محاضرات التقنيات الاحيائية
د. محمد عبد الغفور محمد
كلية الزراعة/ جامعة الانبار

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

٥- يمكن عن طريق الإخصاب بواسطة تقنية أنابيب الاختبار VF (Invitro fertilization) تحسين السلالات و الحصول على أجناس أكثر صحة وانتاجاً للحوم والألبان.

تطبيقات التكنولوجيا الحيوية في مجال البيئة في مجال التنوع الحيوى:

اسكن عن طريق مزارع الأنسجة النباتية اعادة تشجير الغابات و المحافظة على نويعات النباتات البرية التي تعتبر مصدر ثمين للجينات و المفيدة في الإبقاء على التنوع الحيوي . كما امكن استخدام الاستساخ الحيواني في اكتار الحيوانات و الطيور النادرة المهددة بالانقراض و هي الأمر البري ، و وحيد القرن الأفريقي ، و الظبي الآسيوي ، و الدب الأسود الآسيوي ، والدب الأسود الأمريكي ، و السلحفاة المصرية ، و البندا الصيني و البعير الأحمر الأسترالي ، و البعير 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 سود لا تتكيف معها البيئة و لا تتحلل بسهولة فتساهم تلوث البيئة ، وقد 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 امكن 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 تشق من الحمل العضوي التثاليك تدخل إلى الجسم عن طريق الغذاء والماء والدواء والهواء وتحدث تلوث تراكمي يزداد ليسبب تلوث الأعضاء الداخلية للكائن الحي . كما اتمن 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 إلى موتها كذلك الشعاب المرجانية و الطحالب والحيوانات البحرية الدقيقة . وقد تمكّن بالهندسة الوراثية انتاج مادة تحل محل البلاستيك عن طريق سلالة بكتيرية لها القدرة الفائقة على تحويل السكر الى بولي استر بكتيري يشبه في صفاته مادة البلاستيك الى حد كبير.

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

محاضرات التقنيات الاحيائية
د. محمد عبد الغفور محمد
كلية الزراعة/ جامعة الانبار

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 مقاومة الآفات الزراعية التي تهاجم المحاصيل الهامة وهي تشمل مواد عضوية و اخرى غير عضوية مل مادة DDT و مع استمرار استخدامها تتولد مقاومة لدى الآفات لها مما يضعف او يبطل مفعولها ، كما انها تلوث التربة و الماء و الهواء المحيط بها . وقد تمكنا بعض العلماء من برامج بعض السلالات البكتيرية والتغيير في جمالها الوراثية لتنتج بروتين ذو شكل فراغي محمد يسمح تركيبة الفراغي باحتواء جزيئات المبيد في داخله و يلغفه و يمنعه من التداخل مع البيئة المحيطة ، كما امكن استبطاط سلالات نباتية مقاومة للآفات الزراعية مثل النيماتودا و فطريات الجذور والحفار.

٥ - الأسمدة الزراعية تستخدم عادة الأسمدة الفوسفاتية و مركبات الفترات القيادة الانتاجية الأفقية للفرد الزراعي و مواد الأسمدة تتسرب مع الغذاء الى جسم الكائنات الحية التي يوصلها للدم تتفاعل مع الهيماجلوبين و تعيق قدرته على نقل الأكسجين كما تسبب بعض مركباتها السرطان ، و امكن الأن باستخدام الأسمدة العضوية تحسين صفات التربة و تلافي اخطار الأسمدة الكيميائية و ذلك عن طريق جمع المصادر العضوية الطبيعية و تهيئة بيئه 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 و عمليات 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 اغرقتها ، كما انها تحدث خلل بيولوجي للإسماك و تفقدتها القدرة على ترشيح الماء لاستخلاص الطعام . ولتلافي اخطار المنظفات الصناعية تستخدم الكائنات الدقيقة المحورة و راثيا في انتاج انزيم الليبيز الذي يعمل على كسر الروابط المحبة للذوبان في الدهون و لا تذوب في الماء ثم يجف و ينقى و يستخدم كمنظف .

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

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 بقوه 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 مسح DNA و RNA و تفاعل PCR و الذي يكشف عن أي عدد من الجراثيم بسرعة و دقة للوقاية من الامراض ، و المستخدم طرق تحليل بسيطة للتعرف على فساد الأغذية باستخدام عصما مغطاة بمضاد حيوي لجرثومه معينة تغمس في الغذاء المشكوك فيه و توضع بعد ذلك في محلول يعطيلونا خاص بالجرثومه موضع الاختبار

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 ستريلك 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 الجولوكوز وخالية من النيتروجين ، كما تمكן العلماء من الحال هذا الجين الى البطاطس و الذرة.

٤ - انتاج لقاحات و فاكسينات.

٥ . انتاج الهرمونات والببتيدات .

٦ - انتاج الصبغات الطبيعية و مكسبات الطعام 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 على الكبريت و تحصل على الطاقة الازمة لنموها بأكسدة النحاس مثل كبريتات النحاس و ينطلق تبعاً لذلك حمض و ايون حديد مؤكسد و الذي يؤدي إلى غسل المعين من الأحجار - تستخدم نبات الدخان في تصنيع القران و هر نوع من النشا الذي يتحلل بفعل الأنزيمات إلى سكر فركتوز و الذي يستخدم في انتاج اغذية صحية تعطى سعرات حرارية منخفضة ويتم ذلك عن طريق الحال جين B Sac ما خود من بكتيريا *Bacillus subtilis*.

• تطبيقات التكنولوجيا الحيوية في مجال الطاقة:

١ - امكن تحسين الأعلاف و زيادة كفاءتها بعد تمكן العلماء من الحصول على انزيم فايتيرز 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 امراض او تقلل من وضع البيض في الدواجن . كما امكن انتاج ذرة محورة وراثياً غنية في محتواها من الحمض الأميني ميثايونين MIethioline و المقاوم للانبات الذرة مما يزيد من كفائته كعلف.

٢ - امكن انتاج الطاقة من الكتلة الحيوية متمثلة في المحاصيل المنتجة للطاقة مثل قصب السكر و الكاسافا او 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 و ثاني اكسيد الكربون و غازات اخرى مثل كبريتيد الهيدروجين وغير سام عديم الرائحة و اخف من الهواء ذو شعلة نظيفة زرقاء تستخدم كوقود . و قد امكن 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 وبيعه كدواء ، كما يتم انتاج

محاضرات التقنيات الاحيائية
د. محمد عبد الغفور محمد
كلية الزراعة/ جامعة الانبار

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

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

٣ - امكن إنتاج أجسام مضادة ضد مرض السرطان في بذرة الذرة وفول الصويا بدلاً من إنتاجها في خلايا الحيوان مما يوفر في التكاليف ويزيد من الإنتاج .

٤- تستخدم دودة الحرير كوسيلة لإنتاج البروتينات . و عن طريق الباكيلو فيروس يمكن إخراج جين يفرز في الهيموليف ليعبر عن نفسه منتجاً البروتينات المرغوبة .

٥. تستخدم تقنية DNA معد الاتحاد في إنتاج 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 : تمكّن 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 الإنسان ، و حينما يوضع عليها عينة من دم المريض و تعرض لجهال افحص الليزر فأن الكمبيوتر يصدر تقرير بالتشخيص ، ويستخدم هذا الجهاز في التشخيص مرضى السرطان و الأيدز كما يمكن باستخدام التكنولوجيا الحيوية تشخيص الأمراض الوراثية قبل أو بعد الميلاد . كما يمكن تشخيص الأمراض المعديّة مثل الالتهاب الكبدي الوبائي مجال العلاج الجيني : يعني عمليّي إدخال أو نقل جينات سليمة إلى خلايا جسدية للحصول على وظيفة جينية غير موجودة أبداً بسبب مرض وراثي أو مرض مكتسب ويهدف العلاج الجيني إلى التخلص من آثار المواد الكيميائية التي قد تؤدي إلى اتلاف بعض الجزيئات الخلوية أو إلى تثبيط البروتوبلازم و هذا يؤدي إلى ضعف حيوية الخلية و تراكم المواد التالفة بها مما يؤدي إلى اصابتها بشيخوخة مبكرة و يلزم للتدخل الجراحي الجيني وجود خريطة كاملة لكل جينات الإنسان لفهم تركيب تلك الجينات و أدائها الوظيفي و علاقتها بغيرها من الجينات في المحتوى الجيني ، وذلك بهدف سهولة التعرف على الجينات المعطوبة و محاولة اصلاحها أو إزالتها . ويتم العلاج الجيني باستخدام مجموعة من الأساليب و هي كالتالي:

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

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

٣ - تصميم وظائف جينية جديدة عن طريق نقل جين جديد إلى الخلية المريضة لكي يمنع حدوث نقص في وظيفة بيولوجية محددة او إزالة الأثر المرضي للجين المعيّب .

٤ - تغيير نظام تعبير الجن عن طريق نقل منظمات الجينات بهدف تغيير مستويات نشاط الجن ووقف او تقليل نشاط الجن المعيّب إلى مستوى يمنع أو يقلل من ظهور المرض ويتم نقل الجينات مباشرة إلى الخلية او عن طريق الفيروسات . و ما زال العلاج الجيني مقصور على مستوى الخلية الجسدية و لم يتم على مستوى الخلية الجنسية بعد . و يتم العلاج باستخدام احدى الطرق الآتية:

محاضرات التقنيات الاحيائية
د. محمد عبد الغفور محمد
كلية الزراعة/ جامعة الانبار

- 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 علاجاً جينياً و من أمثلة هذه الأمراض السرطان و امراض تجلط الدم و الانيميا و امراض 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 التكowin الجنيني يصل فيها الجنين الى عدد قليل من الخلايا ينقال الى رحم الأم لاستكمال التكowin الجنيني حتى الولادة وقد ولد اول طفل انابيب عام ١٩٧٨ في انجلترا.
- ٢ - الاستنساخ البشري هو احد صور التضاعف اللاجنسي و يتم باستخدام الأخصاب الذاتي عن طريق اخذ رقعة جلد من الرجل و تزرع 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 تغرس 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 لها جلين مستقل و يمكن حفظها في الثلاجة حين الاحتياج اليها.
- ٣ - انتاج قطع غيار الأعضاء البشرية تستخدم بعض الحيوانات لإنتاج قطع غيار الأعضاء البشرية مثل تصنيع الدم البشري . ويكون الدم من مكونان أساسيان هما الخلايا الحمراء و البيضاء والصفائح الدموية وسائل البلازمـا و تصنيع الدم يعني بالضرورة فصل و تصنيع مشتقات البلازمـا 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 اليابانيين بجامعة ناجويا Nagoya و ذلك بحقن جين بشري معين في بويضات خنازير ملقحة ثم نقل البويضات الملقحة الى ارحام انانث الخنازير الذي تلد مجموعة من الخنازير ويكون واحد منها فقط تحتوى دماً على نوع من الدم البشري ، الذي يتحول الى مصنع لإنتاج الدم في المستقبل كما اعلن احد العلماء الفرنسيين 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 و جذور النبات . كما يستخدم الخنزير ايضا كمصدر لأعضاء مثل الكلى والقلب والكيد بعد تحويله وراثيا بحقن DNA الانسان في بويضة مخصبة للحيوان ، ثم تزرع في رحم الحيوان حتى يتكون جنين ثم حيوان كامل خلال أربعة أشهر و بتوالى الأجيال فان الأعضاء 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 ، وقد تم توزيع الجينات على العديد من المراكز البحثية الدولية المتخصصة في الهندسة الوراثية و سيفر 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

محاضرات التقنيات الاحيائية
د. محمد عبد الغفور محمد
كلية الزراعة/ جامعة الانبار

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 . وقد بدأ المشروع رسميا في الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٠ و انضمت لها انجلترا وفرنسا وايطاليا واليابان . والمهمة الأساسية لهذا المشروع هي سلسلة الثلاثة الاف مليون نيوكلويوتيدة التي تشكل المادة الوراثية البشرية و تحديد هوية المائة الف جين أو نحوها الموجودة بالجينوم البشري وتحصين وتطوير تقنيات السلسلة لاستفادة منها المجالات الأخرى من أوجه البيولوجيا كما تم خرطنة جينوم خمسة من الكائنات الحية الأخرى وهي بكتيريا *E. coli* . والخميره ونيماتودا سينور أبديس *Caeiorhabditis* 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 للارتكاب الجرائم فانه يمكن معالجة ذلك عن طريق تقنيات جينية . و ذلك عن طريق تعديل السلوك الجيني العدوانى ، أو خفض معدل تعبيره عن ذاته عن طريق ادخال جينات معدلة لسلوك الجينات العدوانية او ادخال جينات كمون وراثي ، أو استبدال جينات السلوك العدوانى 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 تعين 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 او من قطعة جلد من تحت الأظافر او شعيرات بجذورها من الجسم في حالة الوفاة بعد مقاومة ، او من اي دم او سائل منوي مجمد او جاف موجود على مسرح الجريمة او من عينة لعب ، كما يمكن استخلاصها من أماكن لمس اليد لمفاتيح او تليفون او اكواب و يتم استخلاص المادة الوراثية ثم نقطيعها باستخدام انزيمات التحديد ثم تفصل باستخدام جهاز الفصل الكهربائي ثم تنقل الى غشاء نايلون ثم باستخدام طرق خاصة يتم تعين بصمة الجينات على فيلم اشعة و التي تستخدم كدليل جنائي في قضايا اثبات البنوة جرائم الاغتصاب و السطو و التعرف على ضحايا الكوارث.

التقنية الحيوية الزراعية:

تعاني كثير من دول العالم خاصة النامية منها من مشاكل عديدة يبرز في مقدمتها الجوع وسوء التغذية ، حيث قدرت منظمة الغذاء العالمية (FAO) عدد الجوعى في العالم في مطلع عام ٢٠٠٩ م بنحو ٩٩٣ مليون شخص إضافة إلى مليار شخص آخرين يعانون من سوء التغذية يعيش معظمهم في المناطق الريفية من البلدان النامية التي تعتمد على الزراعة بجميع قطاعاتها المختلفة بما في ذلك الصيد والرعي وتربية الماشي كمصدر رئيس للغذاء في كل من أفريقيا وجنوب شرق آسيا وأمريكا اللاتينية. كما يعزى تفاقم هذه المشاكل في تلك البلدان العدة أسباب منها: الأزيداد المستمر في عدد سكان العالم إضافة إلى التغير المناخي السلبي المتمثل في زيادة الجفاف وشح وندرة مصادر المياه والأمطار الذي نجم عنه تقلص مساحات الأراضي الزراعية وانخفاض إنتاجية وجودة المحاصيل الزراعية المختلفة في معظم الدول النامية، كما حدث مع البرازيل والأرجنتين وجنوب أفريقيامنذ أوآخر التسعينيات من القرن الماضي. الجدير بالذكر أن منظمة الغذاء العالمية سجلت نقصا في الإنتاجية العالمية للحبوب والخضروات والفواكه، ولا يزال العالم معرضا لأزمة غذاء حادة إذا لم يتحرك صناع القرار بشكل سريع في الوقت الذي تزداد فيه مشاكل التغير المناخي والاحتباس الحراري التي تزيد من تحديات القطاع الزراعي على مستوى الدول النامية . كانت أولى الخطوات العملية الفعالة التي اتخذتها حكومات الدول النامية للخروج من المشاكل الغذائية والمناخية السالفة الذكر هو بذل كل الطرق العلمية الالزامه لزيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية وجودتها وبخاصة الحبوب ، الرئيسة (الأرز والقمح والذرة ، إضافة إلى انتخاب سلالات حيوانية أكثر إنتاجية . أطلق على تلك المحاولات الناجحة بالثورة الخضراء التي حققت الأمن الغذائي الشعوب البلدان النامية وأحدثت تقدما ملمسا في أساليب الزراعة ومجال تطوير الكيماويات الزراعية كالمبادات والأسمدة .

ظهرت الثورة الخضراء في الفترة من ١٩٦٠ م إلى ١٩٩٠ م ، إلا أنها تسببت بين الإخلال بالتوازن الحيوي للمحاصيل الزراعية التقليدية وهجرها على حساب المحاصيل المحسنة الجديدة . كما تسبب الاستخدام الواسع النطاق للمبيدات والمواد الكيميائية الزراعية الأخرى تدهور بيئي شديد كما عرض الصحة العامة للخطر، إضافة إلى ذلك فقد كانت النظم الزراعية في تلك الفترة تطلب استخدام الري على نطاق واسع، مما أدى إلى استنزاف كبير لموارد المياه في العالم.

تضارفت جهود العلماء وأرجاء عديدة من العالم البحث عن تقنيات بديلة يمكن أن تحدث تطور جوهري وملموس في المجال الزراعي والغذائي دون الحق الأضرار بالنظام البيئي والإنسان، ويتجلى ذلك في الثورة التقنية الحيوية (Biotechnology) التي لعبت دوراً أساسيا في زيادة كمية المحاصيل وتحسين جودتها، والتعرف على أسرار الكائن الحي عن طريق فلك ومعرفة رموز الشفرة الوراثية، ونقل المورثات (Genes) من كائن حي لآخر، مما ساهم كذلك في الحفاظ على الأنواع النباتية والحيوانية ذات الصفات المرغوبة وانتسابها . وتكمّن تطبيقات التقنية الحيوية الزراعية في زراعة الأنسجة للتحسين النوعي والكمي، إضافة إلى تقنيات أخرى، مثل الإكثار الدقيق، زراعة الخلايا، زراعة الأعضاء والحفاظ على الأصول الوراثية وتوثيقها وتعريفها، مما أدى إلى تقدم هائل في المجال الزراعي.

مفهوم التقنية الحيوية الزراعية

بعد علم التقنية الحيوية الزراعية أحد أهم ميادين علم التقنية الحيوية التطبيقية المبني على دراسة خصائص المادة الوراثية للكائنات الحية النباتية والحيوانية، والاستفادة منها إنتاج أو تحويل أو تطوير محاصيل نباتية أو منتجات حيوانية ذات قيمة وفائدة للبشرية ، وذلك عن طريق أحدث الوسائل العملية والتقنية والدراسات العلمية المتخصصة، كما تسمى هذه التقنية بالتقنية الحيوية الخضراء كونها متعلقة بالمجال الزراعي والثروة الحيوانية والنباتية. وقد سعت العديد من الدول ومقدمتها أوروبا والولايات المتحدة في النهوض بهذه التقنية ووضع الخطط الاستراتيجية القريبة والبعيدة المدى لخوض غمار هذه التقنية وتحصيل أكبر قدر من فوائدها.

يعود نشأة مفهوم التقنية الحيوية البدائية في المجال الزراعي العام 1864 م، عندما نجح العالم الفرنسي لويس باستير (Louis pasteur) بتطوير طريقة يمكن بواسطتها قتل البكتيريا الضارة الموجودة في الألبان واللحم بالتسخين والتي سميت بالبسترة (Fatsleuturization). وساهم اكتشاف باستير في حفظ العديد من الأطعمة وسهولة نقلها بين البلدان دون أن تفسد كما قام العالم النساوي جريجور مندل (Mendel) العام 1865 م بدراسة الصفات الوراثية لنبات البازلاء واستنتج أن الصفات تنتقل من جيل إلى جيل، كما أجرى عمليات التهجين والانتخاب بين سلالتين مختلفتين للحصول على سلالات ذات صفات مرغوبة.

كما قام العالم الأمريكي هنري والس في عام 1929 م بتطبيق نظريات مندل على بذور بعض المحاصيل النباتية والتهجين فيما بينها لتحسين جودة بعض الأصناف النباتية الغذائية وتسييقها تجارياً لأول مرة بالتعاون مع شركات الأغذية الرائدة في الولايات المتحدة.

كان لاكتشاف تركيب المادة الوراثية المتمثل في الحزون المزدوج دوراً أساسياً ومهماً في مجال التقنية الحيوية وذلك عام 1953 م. بواسطة جيمس واطسون وفرانك كريك استمرت التقنية الحيوية الزراعية في التقدم والتطور، وفي عام 1994 م بدأت منظمة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) في اعتماد تسويق الأصناف الزراعية الغذائية، وكان أحد تلك الأصناف الطماطم الطازجة ذات العمر الطويل التي أنتجتها شركة فلا فرسافر (FlavrSaVT). والتي منحت المستهلكين طعمًا أذواقها طازجة فترة أطول من الطماطم العادي. تلا ذلك تطوير ١٨ محصولاً بطرق التقنية الحيوية الزراعية وتسييقها عام 1997 م والتي تم اعتمادها من الحكومة الأمريكية، ولا تزال البحوث والتجارب الزراعية قائمة ومستمرة لإنتاج المزيد من المحاصيل النباتية ذات القيمة الغذائية العالمية وتسييقها.

تطور مفهوم التقنية الحيوية الزراعية بمرور السنوات حتى تداخلت معها فروع العلم المتخصصة الأخرى، مثل الكيمياء الحيوية، والأحياء الدقيقة وفسيولوجيا النبات والحيوان، والفيزياء الحيوية، بهدف إكثار الأنواع النباتية والحيوانية المرغوبة وتطويرها ودراسة مكوناتها العضوية والوراثية والكيميائية والاستفادة من ذلك في إنتاج أنواع مضاعفة جديدة تخدم الإنسان والكائنات الحية الأخرى، وتقاوم الظروف البيئية الصعبة.

أنواع التقنيات الحيوية الزراعية:

تنوعت أشكال التقنيات الحيوية الزراعية وتطورت بمرور السنوات منذ أواسط القرن الماضي، وتم تقسيم تلك التقنيات إلى نوعين باختلاف طريقة التعامل مع الخلايا النباتية أو الحيوانية، وذلك كما يلي:

محاضرات التقنيات الاحيائية
د. محمد عبد الغفور محمد
كلية الزراعة/ جامعة الانبار

- ١- زراعة الأنسجة والخلايا: ويستخدم وسيلة الإنتاج السريع المواد نباتية موحدة الصفات، وعالية الجودة، وخلالية من الأمراض، بطريقة فعالة ومنخفضة التكلفة؛ ويمكن بعد ذلك إثمار النباتات في أي بيئه أخرى في ظروف محكمة بصرف النظر عن موسم النمو والمناخ.
- ٢- تضخيم المادة الوراثية: وهي تقنية تستخدم المضاعفة الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) للحصول على البصمات الوراثية التعريف بعض الأصناف والسلالات النباتية والحيوانية ودراسة العلاقات التطورية بينها. ويمكن استخدام نفس التقنية في تشخيص الميكروبات في الأغذية والأعلاف، ويتم إجراء هذه التقنية بجهاز يدوران الحراري والدوران الصوئي.
- ٣- الدلائل الجزيئية: وهي الحصول على نمط وراثي يميز النبات أو الحيوان. وتستخدم الدلائل الجزيئية بأشكال مختلفة في رسم العلاقات التطورية بين أنواع النباتية أو الحيوانية ، كما يمكن استخدامها في الإسراع بعملية الانتخاب وعمليات التربية التقليدية والتحسين الوراثي.
- ٤- إنزيمات القطع وتحديد المورثات المرغوبة: وهي إنزيمات متخصصة في قطع الدنا حيث تستخدم تلك الإنزيمات لقطع الدنا ، وتسهل عزل بعض المورثات المرغوبة من مصادر نباتية لاستخدامها في التحوير الوراثي للحصول على صفات مرغوبة .
- ٥- تعقيم الحمض النووي في الخلية: ويقصد به دمج مورثات من مصادر مخالفيين ، ويمكن تطبيقها في إنتاج محاصيل، أو حيوانات أو أسماك محورة وراثيا بإضافة عوامل وراثية أو صفات جديدة معينة، مثل مقاومة الأمراض .
- ٦- الاستنساخ: يستخدم لإنتاج أعداد متطابقة وراثيا من الخلايا والأفراد في النباتات والحيوانات.
- ٧- التحوير الوراثي: وهي عملية شائعة في النبات، يحدث بنقل المورثات من نوع نباتي إلى آخر بهدف الحصول على صفات مرغوبة .
- ٨- التلقيح الصناعي ونقل الأجنة: ويقصد بالتلقيح الصناعي نقل الحيوانات المنوية من الذكر إلى رحم الأنثى بعد حثها على التبويض باستخدام هرمونات محفزة . أما نقل الأجنة فيتم فيه إنتاج الأجنة خارج الرحم ، ويتبع ذلك انتخاب أفضلها ومن ثم نقلها للرحم حتى مرحلة الولادة، وهاتين الطريقتين تستخدمان قطاعي الثروة الحيوانية والأسماك للإسراع ببرامج التربية، وتشخيص الأمراض وإنتاج لقاحات عالية الكفاءة.
- ٩- هندسة البروتينات: وتعتمد على مفهوم التحوير الوراثي من أجل إنتاج بروتينات محددة أو بروتينات جديدة، ويتم ذلك عن طريق تعديل تركيب البروتين بتعديل أو إزالة أو إضافة أحماض أمينية أو تعديل الشكل الفراغي للبروتين، ويتبع ذلك تفسير الوظيفة التي يقوم بها هذا البروتين، وهي تقنية لها تطبيقات مفيدة، مثل: الإنزيمات والمحفزات الحيوية (Biocatalysts) التي تسهل إتمام التفاعلات الكيميائية.
- ١٠- تسلسل المادة الوراثية: وتعتمد على قراءة التقنية الزراعية تسلسل النيوكليوتيدات المكونة للمورثات، وبها تم إنجاز مشروع الجينوم البشري، وهي وسيلة لكشف عن الطفرات، وتشخيص بعض الأمراض الوراثية والبيئية.

أهم تطبيقات التقنية الحيوية الزراعية:

تركزت اهداف تطبيقات التقنية الحيوية الزراعية على تحسين الخصائص العامة للمحاصيل وجعلها مقاومة للعديد من الآفات سواء الحشرات أو المبيدات أو الظروف المناخية السيئة ، وذلك عن طريق نقل وإدخال مورث أو أكثر يعمل على تفعيل تلك الخصائص المحسنة أو التعديل على تلك المورثات بما يزيد من نشاط أو تثبيط مادة معينة الثبات، ومن أهم تلك التطبيقات ما يلي:

١- نباتات غير بقولية مثبتة للنيتروجين الجوي: تتم عن طريق عزل المورثات المسئولة عن إفراز الإنزيمات المثبتة للنيتروجين الجوي وتحوله إلى نيتروجين عضوي-تلك المورثات موجودة في النباتات البقولية، مثل الفول والفااصولياء والعدل ومن ثم نقل تلك المورثات إلى نباتات الحبوب، مثل الذرة والقمح، والأرز، والشعير بحيث يمكن لهذه النباتات الاستغناء عن إضافة المواد السمادية النيتروجينية.

٢- نباتات مقاومة للحشرات والأمراض والحسائش:

يعد إنتاجها ذو أهمية كبيرة في الحفاظ على البيئة وزيادة إنتاجية المحصول، وقد تم استخدام مورثات معزولة من البكتيريا (*Bacillus thuringiensis*) لإنتاج بروتينات فتاكة بالحشرات، حيث تحتوي على مورث ينتج بروتيناً ساماً يؤدي إلى تمزيق القناة الهضمية للحشرة، وقد نجحت تلك التجربة في إنتاج العديد من النباتات المقاومة للحشرات مثل: القطن، والذرة، والأرز، وفول الصويا، ولا تزال المساحات المزروعة من تلك المحاصيل في تزايد مستمر .

كما يعد إنتاج نباتات مقاومة للمبيدات الحشائش باستخدام التقنية الحيوية أول تطبيق لهذه التقنية على النطاق التجاري، وتحتوي مبيدات الحشائش على مادة فوسفينوثريسين (Phosphinothricin) الذي يقتل النباتات بإعاقة الإنزيم المسؤول عن عملية تمثيل النيتروجين وإزالة سمية الأمونيا ، وتحتوي النباتات المقاومة للمبيدات الحشائش على مورث بكتيري ينتج إنزيم يتخلص من سمية مادة الفوسفينوثريسين، ومن أشهر تلك النباتات التي تم تحويرها نبات فول الصويا، والقطن، والذرة . ومن الجدير بالذكر أن استخدام التقنية الحيوية أصبح مهماً في مقاومة مختلف الأمراض، حيث نتجت محاصيل تحمل صفة المقاومة للأمراض الفيروسية أو البكتيرية أو الفطرية، ومثال ذلك المورث (Xa21) الذي منح نبات الأرز مقاومة لمرض اللفة البكتيرية.

٣- نباتات مقاومة للظروف القاسية:

تتطلب توفير إمكانيات وتجهيزات وكفاءات عالية، وقد تم إنتاج نباتات كثيرة مقاومة للظروف البيئية القاسية، مثل: الحرارة المائية، والصقيع الجاف، والملوحة، والعناصر الثقيلة ومن تلك النباتات القمع، الشعير الذرة، فول الصويا، القطن، الطماطم.

٤- إنتاج البلاستيك :

حيث يتم عزل أو استنساخ المورثات المسئولة عن إنتاج إنزيم يحث على تكوين بعض المركبات الأولية لإنتاج البلاستيك والموجود نبات (*Arabidopsis*)، ومن ثم نقله إلى المادة الوراثية للنبات المطلوب إنتاجه للبلاستيك.

٥ - إنتاج ألياف حيوانية وبرية ذات مثانة عالية:

يتم عن طريق عل المورثات المسئولة عن إنتاج الخيوط المتينة الموجودة لدى العنكبوت، ومن ثم نقلها إلى الماعز لإنتاج خيوط وبرية ذات قوة ومتانة عالية (أقوى من الفولاذ - ٥٠ مرة) ، لكن تطبيق هذه التجربة يتم على المستوى العملي فقط أما على المستوى التجاري يتطلب الكثير من العمل والجهد الضبط العديد من المتغيرات المتعلقة بإجراء التجربة للحصول على نتائج مشجعة.

٦ - إنتاج بروتين أحادي الخلية: يجب أن يمتاز بنسبة عالية من البروتين الخام والأحماض الأمينية المتوازنة ونسب منخفضة للأحماض الأمينية غير المرغوب فيها. ومن فوائد هذا البروتين رفع كفاءة الإنتاج الحيواني، واختزال مساحة الأراضي الزراعية المخصصة لإنتاج المحاصيل الأخرى.

٧ - نباتات أخرى ذات خصائص أخرى مهمة:

تمثل فيما يلي:

١ - زيادة الإنتاج كما ونوعاً، مثل إنتاج الأرز الذهبي المحتوي على مورث والبيتا كاروتين، للتغلب على مشكلة نقص الحديد، كذلك إنتاج البطاطس ذات المحتوى العالي من النشا.

٢ - تحسين خصائص الشكل واللون والطعم في الثمار والبذور، مثل: الطماطم، والتفاح، والفراولة.

٣ - تأخير نضج بعض الثمار وزيادة قدرة بعض النباتات لإعطاء إشارات عند نقص المياه أو بعض العناصر.

٤ - تطهير البيئة من المخلفات الكيميائية باستخدام بكتيريا محورة وراثياً لها القدرة على تشكيل المركبات المعقدة الضارة إلى مواد بسيطة غير ضارة .

٥ - استخدام النبات أو الحيوان كمفاعلات حيوية للإنتاج اللقاحات في ثمار بعض الفواكه وألبان الحيوان، ويتم فيها إدخال المورثات الخاصة بالفيروس المسبب لمرض شلل الأطفال مثلاً في الموز، أو إدخال مورثات تحسين إنتاج الألبان إلى الحيوان.

٦ - رفع إنتاجية الحيوان من اللحم واللبن، بإدخال مورثات مسؤولة عن تقليل الدهون، ومن ثم زيادة كمية اللحم على حساب الدهون.

الوحدة البنائية للكائن الحي:

يتكون جسم الكائن الحي في النبات والحيوان والإنسان من عدة أعضاء (Organs) وكل عضو يتكون من عدة أنسجة (Tissues)، وكل نسيج يتكون من عدة خلايا (Cells): وعليه فإن الخلية (Cell) هي وحدة التركيب والوظيفة في الكائن الحي. تحتوي الخلية بشكل عام على عدد من العضيات (Cell Organelles)، وهي عبارة عن تركيب محدد توجد داخل خلية الكائن الحي تقوم بجميع الوظائف الحيوية التي تخصه. ومن أهم العضيات التي توجد فيها المادة الوراثية في الخلية الحيوانية والنباتية هي: النواة (Nucleus). يبلغ عدد الخلايا المكونة لجسم الكائن الحي ملايين أو بلايين الخلايا بجسمها بحسب نوع الكائن ويوجد منها نوعان، هما

١- الخلايا الجسدية (Somatic Cells)، ويطلق عليها كذلك الخلايا الجسمية حيث تمثل كافة أنواع الخلايا الجسم فيما عدا الحيوان (الحيوانين) في الرجل، والمبيض في رحم المرأة، وكذلك الأسدية (Statens)، والمبيض في النبات، تحتوي نواة الخلية الجسدية على العدد الكامل من الصبغيات (Chromosomes) في صورة زوجية (Diploid)، حيث يوجد في نواة الخلية الجسدية للإنسان على سبيل المثال ٤٦ صبغي (٢٣ زوج).

٢ - الخلايا الجنسية أو التناسلية (Germ Cells): وهي عبارة عن وحدات التكاثر الجنسي في الكائن الحي، مثل: البويضة في المرأة والحيوان المنوي في الرجل. وتحتوي نواة الخلية التناسلية على نصف عدد الصبغيات في صورة فردية (Haploid)، حيث يوجد في نواة الخلية التناسلية للإنسان ٢٣ صبغي فقط ، وبذلك يتجلّى إبداع الخالق سبحانه وتعالى حين ينبع العدد الكامل من الصبغيات مرة أخرى بتزاوج الأمشاج المذكورة مع المؤنثة. وهي وسيلة للمحافظة على النوع عبر الأجيال المتعاقبة.

النواة : تعد النواة البنك المركزي للمعلومات الوراثية في الخلية، وتتوزع المعلومات الوراثية على عدد من التركيب داخل النواة تسمى الكروموسومات والتي تمثل الوحدات الحاملة للصفات الوراثية في الكائن الحي. ومن الناحية الشكلية يتكون الكروموسوم من كروماتيدتين (Chromatids) يرتبطان عن طريق السنتمورمير (Centromere)، أما من الناحية الكيميائية فإن الكروموسوم يتكون من الحمض النووي منقوص الأكسجين (Deoxyribonucleic Acid) DNA وبروتين.

المادة الوراثية Genetic Material

اثبتت الدراسات العلمية أن الأحماض النووية هي المادة الوراثية في الخلية والمسئولة عن نقل الصفات الوراثية عبر الأجيال المتتابعة لجميع الكائنات الحية . وهناك أدلة كثيرة على ذلك و من الدلائل النظرية أن الأحماض النووية في المركبات البيو-كيميائية الوحيدة التي لا تتحول إلى مركبات أخرى أثناء عمليات الأيض، كما أن كمية الأحماض النووية الموجودة في خلايا الكائن الواحد ثابتة ، وأن الخلية الجسدية تحتوي على اضعف محتوى الخلايا التناسلية منها واثبت العلماء ان DNA هو المادة الوراثية المعظم الكائنات الحية ويمثل RNA المادة الوراثية في بعض الفيروسات. ومن الدلائل العملية لإثبات أن DNA هو المادة الوراثية الأساسية للكائنات الحية ما قام به العالم كريفت عام ١٩٢٨ من حقن مجموعة من الفئران بخلايا بكتيريا غير مميتة حية ممزوجة

محاضرات التقنيات الاحيائية
د. محمد عبد الغفور محمد
كلية الزراعة/ جامعة الانبار

مع خلايا بكتيريا مميتة غير حية ادى الى وفاة بعض الفئران مما دل على انتقال المادة الوراثية للبكتيريا المميتة الى المادة الوراثية للبكتيريا غير المميتة مما غير من خصائصها الوراثية. كما قام العالم افري عام ١٩٤٤ بالتعرف على المادة الوراثية ضمن مكونات البكتيريا المميتة وهى دهون وكربوهيدرات وبروتينات وDNA و RNA والتي قام بتجزئتها الى مكوناتها ثم خلطها مع بكتيريا غير مميتة ثم قام بحقن الفئران بها فلاحظ موت الفئران التي حقنت بالحمض النووي DNA مما اثبت ان DNA هو المادة الوراثية التي نقلت الصفة المميتة وتتميز المادة الوراثية بقدرتها على تخزين المعلومات الوراثية ونقل هذه المعلومات بدقة الى الاباء الى الابناء جيلا بعد جيل كما انها تتميز بدقة التعبير عن نفسها في الوقت والمكان المناسب مما يسمح بتطور تكوين الشكل الظاهري الكائن الحي من الزيكوت وحيد الخلية الى الكائن الكامل البالغ ويمكن تلخيص صفات المادة الوراثية في الاتي:

١. الثبات كي تحافظ المادة الوراثية على صفات النوع.
٢. المقدرة على التضاعف الذاتي لكي تنتقل من خلية الى خلية ثم من جيل إلى جيل عبر الأجيال المختلفة.
- ٣ . المقدرة على تخزين المعلومات الوراثية في صورة مادة كيميائية هي DNA المقدرة على ترجمة هذه المعلومات المخزنة لتوصيل البروتينات هو القابلية للتغير الوراثي المسؤول عن التنوع والاختلاف في الكائنات الحية .

تقسم الكائنات الحية على حسب وجود الكروموسومات داخل النواة من عدمه إلى:

- ١- كائنات حقيقيات النواة (Eukaryotes): وهي مجموعة الكائنات الحية التي توجد كروموسوماتها داخل النواة ويحيطها غلاف نووي ، وتشمل النباتات الراقية والحيوان والإنسان .
- ٢- كائنات أوليات النواة (Prokaryotes): وهي مجموعة الكائنات الحية التي توجد كروموسوماتها حرّة في ساقية الغلاف الخلية، أي لا يفصلها عنه غلاف نووي، ومنها البكتيريا (Bacteria)، والطحالب الخضراء المزرقة (Blue Green Algae).

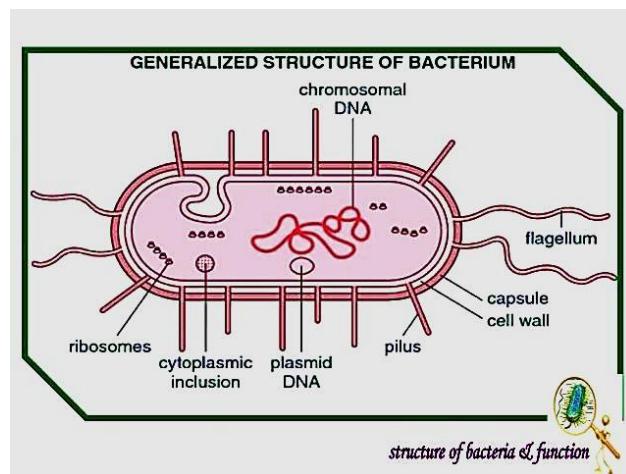
تركيب المادة الوراثية في الكائنات بدائية النواة Prokaryotes

تشمل البكتيريا Bacteria والطحالب الخضراء المزرقة Blue green algae حيث تفتقر هذه الكائنات الى الغلاف النووي كما تكون مادتها الوراثية من كروموسوم منفرد Haploid يتكون من جزيء DNA دائري التي يكون موقعها في المجال النووي Nucleoid (نيوكليود). يعتقد من الناحية التطورية أن الكائنات بدائية النواة تُعد اسلاف الكائنات حقيقة النواة.

أن المادة الوراثية للخلايا بدائية النواة Prokaryotic cells والمتمثلة بالحامض النووي DNA المسؤول عن حزن المعلومات الوراثية ونقلها تكون موزعة في بروتوبلازم الخلية المسمى Nucleoplasm وهي غير مفصولة بنظام غشائي عن الساقيات ، وترتبط بدرجة عالية من الالتفاف Supercoiled الذي يعتمد على نوع البروتين والحمض النووي أو كلاهما، ويعتقد اشتراك التلافيق الفائقة في عمليات الاتحادات الجديدة Recombination والتعبير الجيني Gene expression وتنظيمه. فمن خلال توسط ملتهمات البكتيريا Bacteriophage في الاتحادات الجديدة يمكن الاستعاضة عن حلقات معينة من المادة الوراثية في البكتيريا وبذلك يمكن الحصول على التحول البكتيري Transformation والذي يتم خلاله إدخال DNA عاري مثل

البلازميد Plasmid ضمن خلية محولة والمحافظة على ذلك التحول. وتستعمل غشاء البلازمما plasma والتراكيب النامية منه لإنجاز معظم الوظائف الحيوية دون تجزئة هذه الوظائف إلى عمليات صغرى . فمثلاً العمليات الحيوية المتعلقة بالتنفس والتركيب الضوئي تحدث في الأغشية المتصلة بالغشاء الخلوي (غشاء البلازمما) إن حجم خلية البكتيريا يقارب (٤-٦) ميكرون أي بقدر حجم المايتوكوندريا في الخلايا النباتية والحيوانية، يتميز فيها مناطق نوية خفيفة Nucleoid والمتمثلة بالكروموسوم وهو جزء من الـ DNA الدائرية المفردة وتحتوي على جميع المعلومات الوراثية للبكتيريا. أن المعلومات الوراثية الموجودة في الـ DNA للبكتيريا كافية لتشفيه وبناء ٢٠٠٠ - ٣٠٠٠ نوع من البروتينات. فضلاً عن وجود الكروموسوم فان قسمًا من البكتيريا التي تولد مقاومة للمضادات تحتوي على DNA حلقي (او دائري صغير تسمى البلازميدات Plasmids وهي مادة وراثية بشكل جزيئات من الـ DNA تكون خارج الكروموسوم الرئيسي ، وباستطاعتها التكرار الذاتي Replicon بصورة مستقلة ، وتعود أغلب البلازميدات غير ضرورية لبقاء الخلية التي تتواجد فيها لكن وجودها ضروري في العديد من الحالات وجود المضادات الحيوية (معنى آخر تعد كروموسومات إضافية صغيرة يمكن عزلها وإعادة دمجها مرة ثانية) . وهناك ثلاثة أشكال من البلازميدات البكتيرية هي :

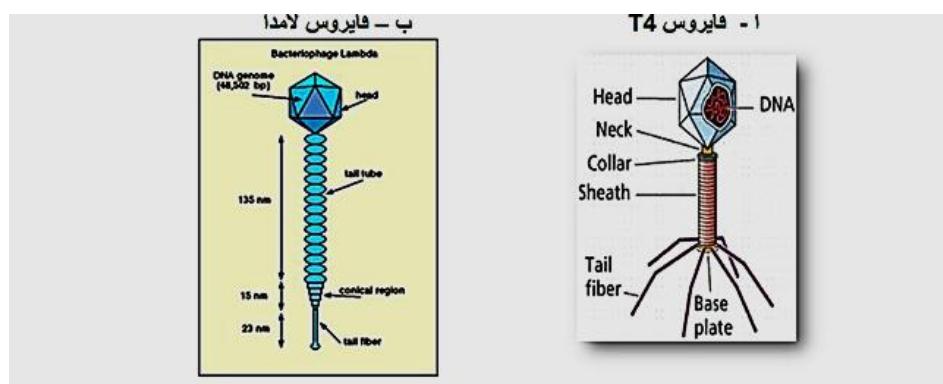
- ١ - بلازميدات عوامل الخصوبة . ٢ - بلازميدات مقاومة المضادات الحيوية . ٣ - بلازميدات الكوليسين والبكتريوسين . وفضلاً عن ما ذكرناه من عوامل وراثية في البكتيريا هناك عناصر وراثية تستطيع التكرار بأحد الطريقتين التاليتين - أولاً - بشكلها المتكامل مع الكروموسوم البكتيري الرئيسي . ثانياً - بشكل عناصر وراثية مستقلة عن الكروموسوم الرئيسي يطلق على هذه العناصر الوراثية Episomes و منها عناصر تواليات الاچام DNA Insertion Sequences Elements (IS elements) وهي تواليت قصيرة من الحامض النووي تتوسط الكروموسوم الرئيسي للاحادات الجديدة التي تحصل بين العناصر الوراثية غير المتماثلة وعناصر Transposon elements منها العناصر المسؤولة عن إحداث الورم Tumor - inducing Ti element (elements للبكتيريا *Agrobacterium tumefaciens* وقد أمكن استخدامها في إدخال جينات جديدة ومن ثم نقلها داخل الخلية النباتية لذلك فهي عناصر وراثية تشارك في ترتيب جينوم الكائن الحي وتساهم في حذف ودمج المتضاعفات وتستعمل بكثرة في الهندسة الوراثية.



(الرواشح) Viruses

تُعد العاثيات (الرواشح) مجموعة مختلفة فهي لا تأتي ضمن الكائنات بدائية النواة ولا حقيقة النواة، وعلى الرغم من التباين الكبير بين الفايروسات المختلفة إلا أن جميعها تشتراك في مميزات أساسية فجميعها طفيليات

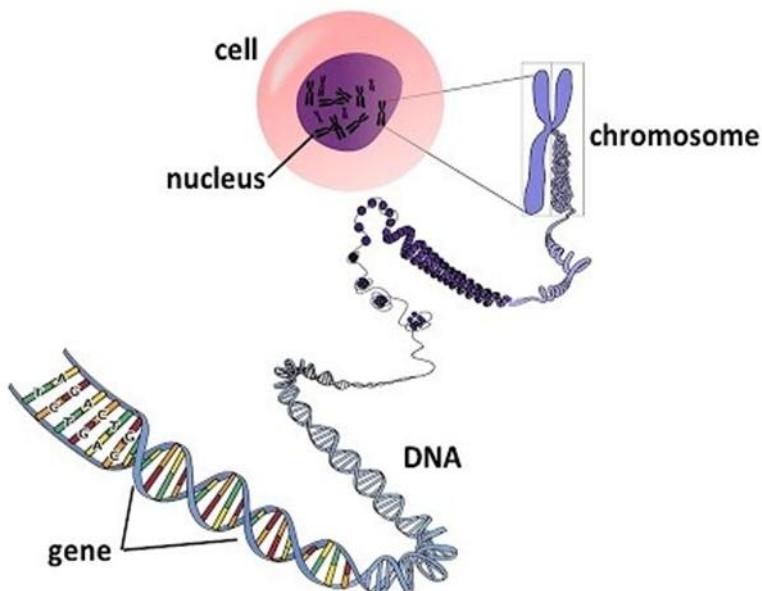
مجبرة Obligate parasite لا تستطيع التكاثر ما لم تكن موجودة في خلية مضيفة خاصة بها ، لأن تكون بكتيريا أو خلية حيوانية أو نباتية . فضلاً عن ذلك فإن الفايروسات قد توجد في حالة مختلفة عن ذلك تماماً وهي وجودها خارج حدود الخلية وفي هذه الحالة تكون الفايروسات بصورة جسيمات تسمى Virions . والفايروسات لا تملك نواة أو سايتوبلازم او غشاء خلوي، وبدلاً عن ذلك تحتوي على جزيئية مفردة من واحد من الحامضين النوويين الـ RNA و DNA وليس كليهما الذي يحتل لب الـ Virion ، وان امتلاك الفايروسات نوعاً واحداً فقط من الحوامض النوويةميزها عن جميع الخلايا الحية التي تحتوي على كلا النوعين من الحوامض النووية يختلف المظهر الخارجي للفايروسات باختلاف أنواعها المختلفة ، فمنها تكون عصوياً فايروسات التي تصيب الخلايا النباتية ومنها دائيرية او قد تكون متعددة السطوح . يبلغ طول او قطر الفايروس بين (٣٠٠) نانومتر، وهكذا فإن اصغر الخلايا الحية (البكتيريا والميكوبلازم . . . الخ) تتعرض للإصابة بالفايروسات . وتدعى تلك التي تهاجم البكتيريا ملتهمات البكتيريا (Bacteriophages) ولل اختصار تسمى phages . والشكل التالي يوضح بعض انواع الفايروسات .



تركيب المادة الوراثية في الكائنات حقيقة النواة Eukaryotes

تحتوي الكائنات حقيقة النواة على كتلة صغيرة من المادة الأولية Protoplasm محاطة بغشاء البلازمما Plasma membrane وتكون من السايتوبلازم والنواة والعضيات . تضم هذه الكائنات الحية مجموعة كبيرة من الأحياء مثل الابتدائيات Protozoa والفطريات Fungi والطحالب Algae والحيوانات ومنها الإنسان والنباتات الراقية إن المادة الوراثية للكائنات حقيقة النواة تكون ثنائية المجموعة الكروموسومية Diploid معنى أن لها مجموعتين كاملتين من الجينات (كل مجموعة تأتي من أحد الأبوين) وهنالك العديد من النباتات الراقية يتضاعف فيها المجاميع الكروموسومية Polyploid وهذا يعني أنها تحمل عدة نسخ من الجينوم Genome (مصطلح يطلق على المجموعة الكاملة من المادة الوراثية للكائن الحي) . والクロموسوم Trakrib أسطواني الشكل يوجد في نواة الخلية . يطلق على كل زوج من الكروموسوم عادة تسمية كروماتيد واعتمد استعمال مصطلح الكروموسوم لوصف الكروماتيدين المتضدين . كل كروماتيد يترتب بشكل حلزوني ويحمل في طياته على عشرات الآلاف من المورثات Genes حيث يحمل كل كروموسوم في طياته ما يقارب ٦٠ . ١٠٠ . ١٠٠٠ مورثة وكل مورثة لها موقع خاص بها على التركيب الحلزوني للكرוםاتيد مشابه بالضبط موقع نفس المورثة على الكروماتيد المقابل . كل مورثة بدورها تتتألف من سلسلة من النيوكليوتيدات Nucleotides وأظهر التحليل الكيميائي للكروماتين Chromatin المعزول من نواة خلية في الطور البني Interphase بأنه يحتوي على حامض نووي رايبوزي منقوص الأوكسجين DNA وبروتينات هيكلية وكمية أقل من الحامض النووي الرايبوزي RNA . ترتبط أنواع معينة من البروتينات مع الـ DNA لتكوين الوحدات

الثانوية من الكروماتين والتي تسمى Nucleosomes. والبروتينات فنتين هما : ١ - بروتينات القاعدة Basic proteins وهي ذات شحنة موجبة عند درجة الحموسة المتعادلة تدعى Histones . توجد في كروماتين جميع الكائنات الراقية حقيقة النواة وبكمية تكافئ الحامض النووي DNA وزن وزن ويلعب هذا النوع من البروتينات دوراً رئيسياً في تكوين الوحدات الثانوية للكروماتين ٢ - بروتينات غير متجانسة Heterogeneous proteins وهي ذات شحنة سالبة و غالباً تكون حامضية في درجة الحموسة المتعادلة يطلق عليها Non - histones . وأكيد فحص المجهر الإلكتروني للكروماتين احتواه على سلسلة من حبات أهليجية ترتبط بخيط دقيق ، وعند هضم الكروماتين باستعمال انزيمات Nuclease أعطى قطع من الـ DNA يبلغ طولها ١٤٦ نيوكلويوتايد ، وهذه القطع تكون محمية بطريقة ما من استمرار فعل انزيمات الهضم ، كما أن الهضم الجزيئي للكروماتين بهذا النوع من الانزيمات يعطي قطع من الـ DNA بطول ٢٠٠ زوج من النيوكلويوتيدات Nucleotides من كل نيوكلويوسوم Nucleosome تكون متضاغفات كاملة من قطع أصغر حجماً ، وهذا يدل على أن الكروماتين تركيب متكرر من وحدات متشابهة. مما سبق يتضح لنا أن الحامض النووي الـ DNA هو المادة المكونة للمورثات والتي تعد المسؤولة عن وراثه الصفات في الكائنات الحية عدي بعض الحالات النادرة لبعض الكائنات يكون فيها الحامض النووي RNA هو المادة الوراثية كما في بعض الرواشح .



تقسم الخلايا الحقيقة النواة الى ما يأتي:

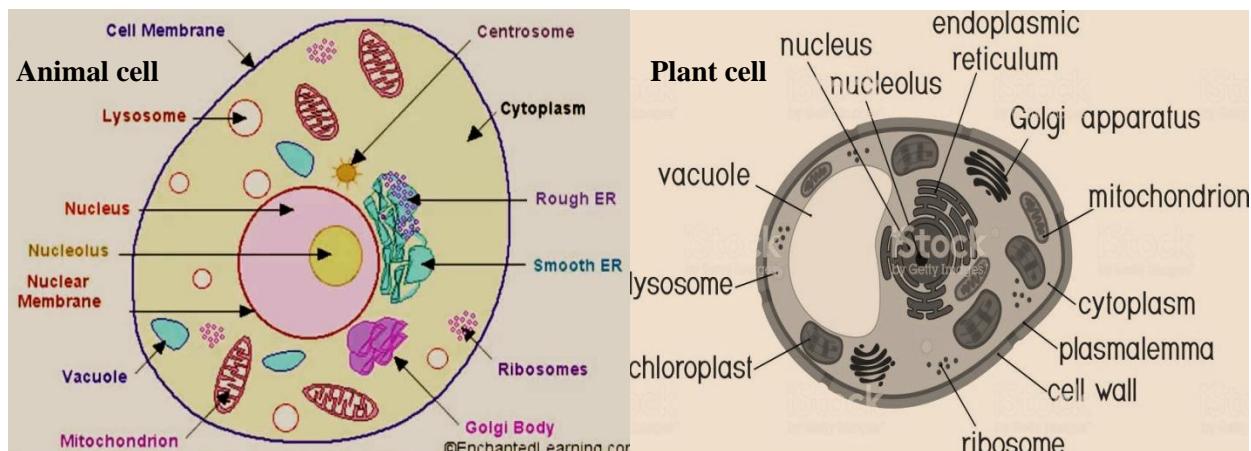
١ - خلايا حقيقة النواة نباتية :Plant cell

في هذه الخلايا تترتب وتتنظم الأجزاء الخلوية بحيث يختص كل جزء ثانوي بوظيفة باليولوجية معينة وتسمى هذه الأجزاء الخلوية الثانوية المحكمة التنظيم باسم العضيات الخلوية Cell organelles . فالتركيب الضوئي Photosynthesis يجري في البلاستيدات الخضراء Chloroplasts والفعالية التنفسية Respiratory والفسرة التاكسيدية Oxidative phosphorylation تحدث في المايتوكوندريا Mitochondria والمادة الوراثية تتركز في النواة كما تحتوي الخلية النباتية على فجوات Vacuoles لخزن المواد المغذية أو لإجراء

التفاعلات مهدمة degradative reactions الفضلات الخلوية. وبعبارة أخرى فان الوظائف الحيوية المختلفة تحدث في عضيات الخلوية المنفصلة المنتظمة التركيب والتعاونية مع بقية أجزاء الخلية

٢ - خلايا حقيقية النواة حيوانية : Animal cells

الخلية الحيوانية عبارة عن كتلة من البروتوبلازم المحاط بغشاء محدد وبداخله السايتوبلازم Cytoplasm ويحتوي على نواة واحدة أو أكثر، يمثل السايتوبلازم الجزء السائل الموجود داخل الخلية ويحتوي على عدة عضيات خلوية Cell organelles أكثر كثافة من السايتوبلازم مثل اجسام كولجي والمایتوکندریا والنواة وبعض الأجسام الكروية مثل جسيمات البيروكسومات Peroxisomes التي يحدث فيها تحطيم الأحماض الأمينية Amino acids والأحماض الدهنية Fatty acids وكذلك الجسيمات الحالة Lysosomes التي تعمل على تحطيم المواد الغريبة الداخلة إلى الخلايا ، هذا فضلاً عن احتواء الخلية على بروتينات ليفية fibrous proteins يطلق عليها اسم Cytoskeleton، كما يحتوي السايتوبلازم على تركيب رقيق غشائي يعرف بالشبكة الاندوبلازمية endoplasmic reticulum ومحتويات ناشئة عن فعالية البروتوبلازم تسمى بالمواد البروتوبلازمية المؤقتة مثل المشتملات Inclusions والتي تشمل مواد دهنية وحببات مفرزة. وفي بعض الخلايا على نشا حيواني Glycogen وكذلك حبيبات صبغية وبلورات. كما أن بعض الخلايا المسنة Old cells قد تحتوي على فجوات مختلفة الأحجام يوضح الجدول التالي الفرق بين الخلية النباتية الحقيقية النواة والخلية الحيوانية الحقيقة النواة .



• الأحماض النووية:

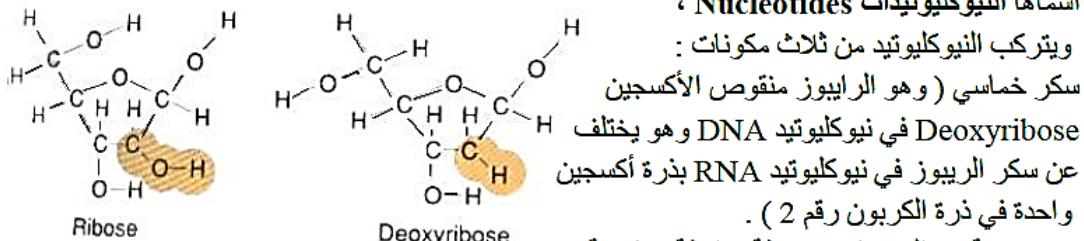
يوجد الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) على امتداد الكروموسومات في الخلايا مشكلاً أساس الوراثة. وهو اسم مختصر مشتق من اسمه، وذلك نسبة النوع السكر الخماسي الذي يدخل في تركيب وحداته البنائية. ويوجد داخل كروموسومات الخلية في شكل حلزون مزدوج - أي خيطين يتلmann على بعضهما والوحدة البنائية له هي النيوكليوتيديه (Nucleotide) والتي تتكون من سكر خماسي، وقاعدة نيتروجينية، ومجموعة فوسفات. وكل مجموعة من النيوكليوتيدات على امتداد الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) تكون وحدة مستقلة تسمى مورث (Gene)، ويمكن اعتبار الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) مقسم لعدد من العقل كل منها يسمى مورث، وهو أساس تصنيع البروتين الموجود في الخلية، ويتم تصنيعه عن طريق حلقة وصل بينهما هو الحمض النووي الريبوزي (Ribonucleic Acid) RNA.

(DeoxyriboNucleic Acid) DNA تركيب

توصل العالم إرون شارجاف Erwin Chargaff ومساعده أن حمض DNA يتكون من وحدات بنائية

أسمها النيوكلويوتيدات Nucleotides ،

ويترکب النيوكلويوتيد من ثلاثة مكونات :



سكر خماسي (وهو الرايوز منقوص الأكسجين

Deoxyribose في نيوكلويوتيد DNA وهو مختلف

عن سكر الريوز في نيوكلويوتيد RNA بذرة أكسجين

واحدة في ذرة الكربون رقم 2) .

ومجموعة من الفوسفات مرتبطة برابطة تساهمية

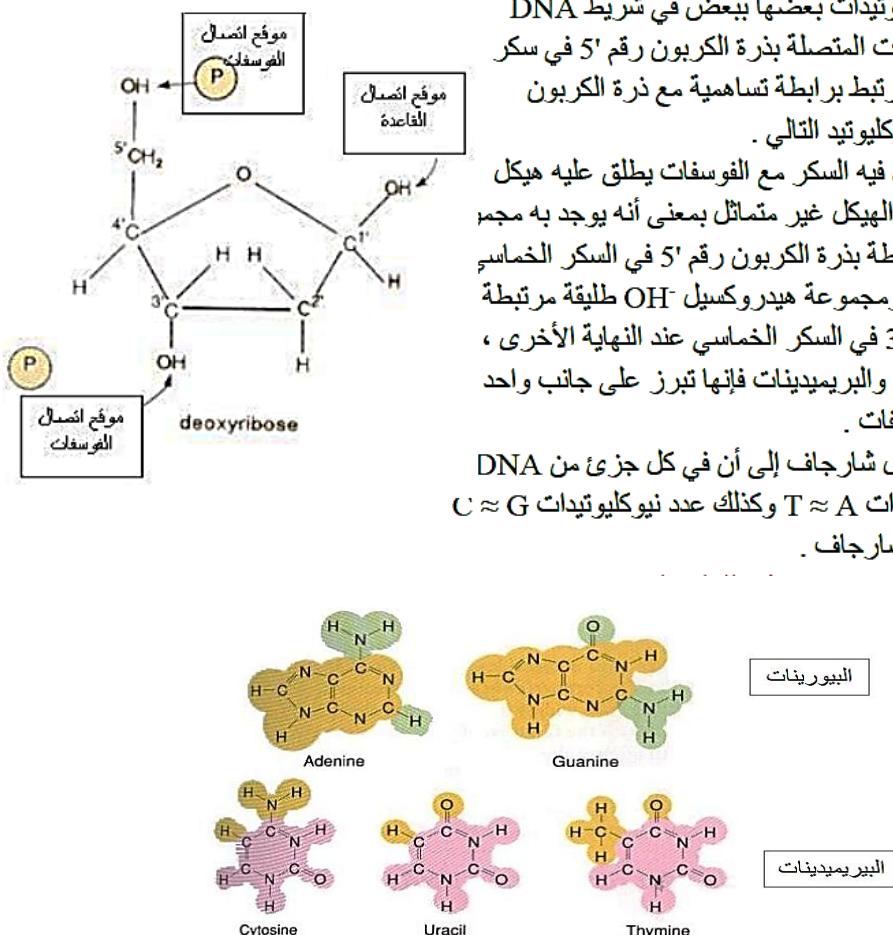
بذرة الكربون الخامسة في السكر ، واحدة من القواعد النيتروجينية الأربع ترتبط برابطة تساهمية بذرة الكربون الأولى في السكر الخماسي والقاعدة النيتروجينية قد تكون أحد مشتقات البيريميدين Pyrimidine الحقيقة المفردة ثايمين (C) أو سايتوسين (T) أو أحد مشتقات البيورين Cytokine .

الحقيقة المزدوجة أدنин (A) أو جوانين (G) Guanine .

عندما ترتبط النيوكلويوتيدات بعضها ببعض في شريط DNA فإن مجموعة الفوسفات المتصلة بذرة الكربون رقم 5 في سكر أحد النيوكلويوتيدات ترتبط برابطة تساهمية مع ذرة الكربون رقم 3 في سكر النيوكلويوتيد التالي .

والشريط الذي يتبدل فيه السكر مع الفوسفات يطلق عليه هيكل سكر - فوسفات وهذا هيكل غير متمايل بمعنى أنه يوجد به مجموعة فوسفات طليقة مرتبطة بذرة الكربون رقم 5 في السكر الخماسي عند إحدى نهاياته ، ومجموعة هيدروكسيل OH طليقة مرتبطة بذرة الكربون رقم 3 في السكر الخماسي عند النهاية الأخرى ، أما قواعد البيورينات والبيريميدينات فإنها تبرز على جانب واحد من الهيكل سكر فوسفات .

وكما علمنا فقد توصل شارجاف إلى أن في كل جزء من DNA يكون عدد نوكليوتيدات $T \approx A$ وكذلك عدد نوكليوتيدات $G \approx C$ وعرف ذلك بقانون شارجاف .



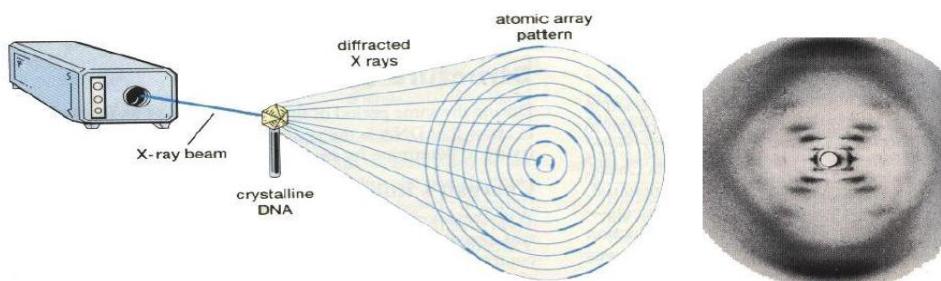
(The Double Helix) اكتشاف التوبل المزدوج

لقد جاء الدليل المباشر على تركيب DNA من دراسات قامت بها روزالين فرانكلين Rosalind Franklin حيث استخدمت تقنية حيدر أشعة X في الحصول على صور بلورات من DNA عالي النقاوة ، حيث تمر

(م. ٣)

محاضرات التقنيات الاحيائية
د. محمد عبد الغفور محمد
كلية الزراعة/ جامعة الانبار

أشعة X خلال بلورات من جزيئات ذات تركيب منتظم مما ينشأ عنه تشتت أشعة X فيظهر طراز من توزيع نقطي يعطي تحليلاً معلومات عن شكل الجزيء .

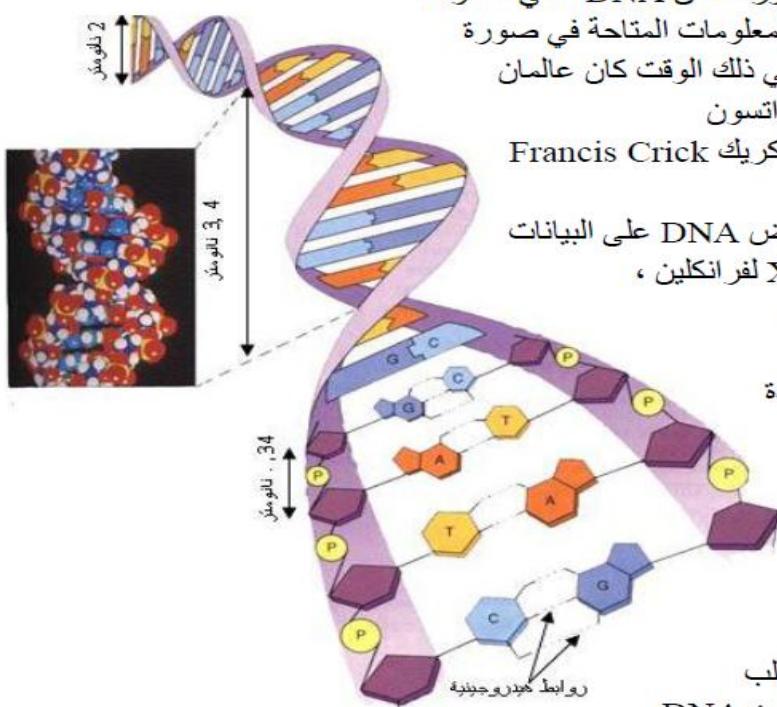


لفرانكلين DNA لحمض حبود أشعة X صورة

وفي عام 1952م نشرت فرانكلين صور بلورات من DNA على النقاوة ، حيث بدأ سباق رهيب بين العلماء لوضع المعلومات المتاحة في صورة نموذج لتركيب جزء DNA . وفي ذلك الوقت كان عالمان غير معروفيين جيداً هماالأمريكي جيمس واتسون Francis Crick والإنجليزي فرانتسيس كريك James Watson قد حلوا لغز DNA .

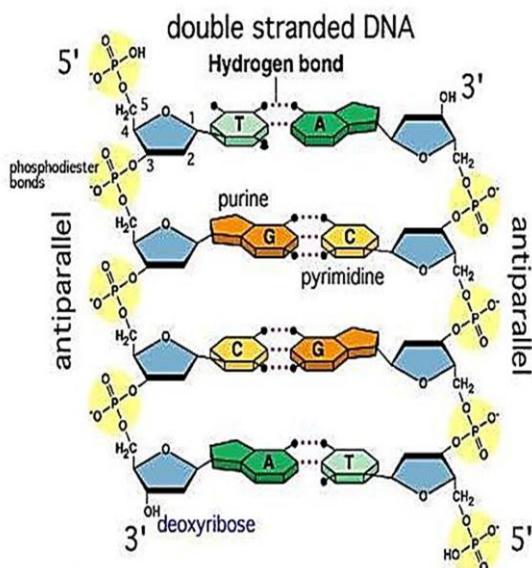
اعتمد واتسون وكريك في أنموذجيهما لحمض DNA على البيانات التي استخلصاها من صورة حبود الأشعة X لفرانكلين ، وفسراً نمط البقع على صورة الأشعة لتدل على أن جزء DNA ملتف على شكل حلزون أو لولب Helix معتمدين على إعادة

جمع واتسون للصورة ، حيث استنتاج أن عرض اللولب 2نانومتر بحيث تكون القواعد متعمدة على طول الخيط ، كما وفرت هذه الصورة دليلاً على أن هيكل سكر - فوسفات يوجد في الجهة الخارجية من اللولب وتوجد القواعد النيتروجينية جهة الداخل ، كما أن قطر اللولب دل على أنه يتكون من سلسلتين من شريط من DNA



والذي أصبح معروفاً باللولب المزدوج ، كما تم استنتاج أن اللولب يعمل لفة كاملة 3.4 نانومتر من طوله ، وأن القواعد النيتروجينية يفصل بينها 34 . نانومتر ، لذلك توجد عشر طبقات من القواعد النيتروجينية ، أو درجات على السلم في كل لفة من اللولب ، وقد حدد هذا التركيب وضع القواعد النيتروجينية الأكثر كثافة للماء داخل الجزيء ، وبذلك فهي بعيدة عن الوسط المائي الخارجي .

ولعمل قطر 2 نانومتر للولب المزدوج فالحل هو ازدواج ببورين مع بريميدين ، كما أن كل قاعدة نيتروجينية يمكنها تكوين روابط هيدروجينية مع التريوكاليلون المناسب لها ، فيمكن للأدينين عمل رابطة هيدروجينية ثنائية مع التايمين فقط ، كما يمكن للجوانين عمل رابطة هيدروجينية ثلاثة مع السايتوسين فقط .



ولكي تكون الروابط الهيدروجينية بشكل سليم بين زوجي القواعد النيتروجينية وحتى يتساوى قطر اللولب المزدوج رأى واتسون وكريك أن شريطي النيوكليوتيد في جزء DNA يكون أحدهما معاكلاً للأخر بمعنى أن مجموعة الفوسفات الطرفية المتصلة بندرة الكربون 5' في السكر الخامس في شريطي DNA ، كما أن مجموعة الفوسفات في إحدى النيوكليوتيدات ترتبط مع ذرة الكربون 3' للنيوكليوتيد المجاور .
والترجمة مسلسلة DNA نقطية واضحة Distinct polarity . والكربون الطرفي في إحدى نهايتي هيكيل السكر - فوسفات ذرة الكربون 3' ، ولا يرتبط هذا الطرف مع مجموعة الفوسفات ويرتبط مع مجموعة OH ويسمى النهاية 3' لسلسلة ، وفي الطرف المقابل ينتهي هيكيل السكر - فوسفات بمجموعة فوسفات ترتبط مع الكربون 5' للنيوكليوتيد الآخر ويسمى النهاية 5' لسلسلة DNA في اللولب المزدوج ، وبذلك فمن الضوري أن يكون المودان القريان لسلسلتي DNA مقلوبين بالنسبة لبعضهما ، وأن السلاسلتين متعاكستان ، لهذا نجد أنه إذا كان اتجاه إحدى السلاسلتين 5' 3' (القطبية) ، يكون اتجاه السلاسلة المكملة لها 3' 5' .

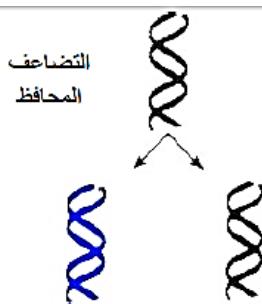
سلسلتا DNA المتعاكستان

وقد نموذج واتسون وكريك قانون شارجاف ، وفي عام 1953م فاجأ واتسون وكريك العالم بمقالة موجزة في مجلة الطبيعة Nature البريطانية أوضحا فيها نموذج جزء لحمض DNA اللولب المزدوج .
والجيد في هذا النموذج أنه أقترح الآلية الأساسية لتضاعف DNA .

تضاعف DNA

قبل أن تبدأ الخلية في انقسامها تتضاعف كمية DNA بها حتى تستقبل كل خلية جديدة طبق الأصل من المعلومات الوراثية الخاصة بالخلية الأم ، وقد أشار واتسون وكريك إلى أن تركيب الشريط المزدوج ذي القواعد المتزاوجة لجزئي DNA يحتوي على وسيلة يمكن بها مضاعفة المعلومات الوراثية بدقة . فحيث أن الشريطين يحتويان على قواعد متكاملة ، فإن تتابع النيوكليوتيدات في كل شريط يوفر المعلومات اللازمة لإنتاج الشريط المقابل ن فمثلاً إذا كان تتابع القواعد النيتروجينية في جزء من الشريط 3' - T - C - C - 5' (فإن قطعة الشريط التي تتكون معها يكون ترتيب قواعدها النيتروجينية 5' - A - G - G - 3') ، فإذا تم فصل شريطي DNA عن بعضهما البعض فإن أي منها يمكن أن يعمل ك قالب لإنتاج شريط يتكامل معه ، أي لكل جزء ابن من DNA سلسلة قديمة (ال قالب) وسلسلة جديدة ، وهو ما يعرف بالتضاعف شبه المحافظ وقام العديد من العلماء بإجراء تجرب للتأكد من ذلك .

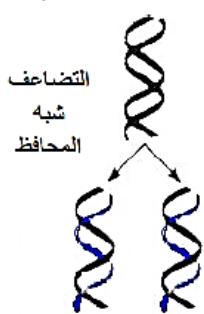
فقد فرض كل من العالمان ماثيو ميسلسون Mathew Messelson وفرانكلين ستال Franklin Stahl



أن هناك ثلاثة طرق محتملة لتضاعف DNA :

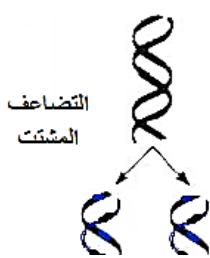
1- التضاعف المحافظ (Conservative model) :

يعمل DNA بعضهما مع بعض كقالب لبناء جزء DNA جديد مزدوج الشريط حيث يستمر جزء DNA الأصلي على حاله ويدرك إلى إحدى الخلتين الجديدين بينما يذهب الجزء الجديد للخلية الأخرى.



2- التضاعف شبه المحافظ (Semi Conservative model) :

ينفصل شريطا DNA بعضهما عن بعض بكسر الروابط الهيدروجينية التي تربط القواعد النيتروجينية المترادفة ويعمل كل شريط من الشريطين كقالب لبناء شريط جديد ثم يتم تكوين روابط بين القواعد المترادفة للربط بين شريطين أحدهما جديد والأخر قديم ، وعند انقسام الخلية ترث كل خلية جديدة DNA هجين أي يتكون من شريط قديم وأخر جديد .



3- التضاعف المتشتت (Dispersive model) :

يقطع جزء DNA كل إلى قطع صغيرة يستخدم كل منها كقالب لبناء لولبين جديدين يرتبط أن بعضهما ببعض بطريقة ما .

وباستخدام سلسلة من التجارب على بكتيريا القولون تمكّن ميسلون وستال من إثبات

رسـ

أن الطريقيتين الأولى والثالثة لا يمكن حدوتها ، ووفرتا دليلاً قوياً على صدق الطريقة الثانية وهي التضاعف شبه المحافظ .

الإنزيمات وتضاعف DNA :

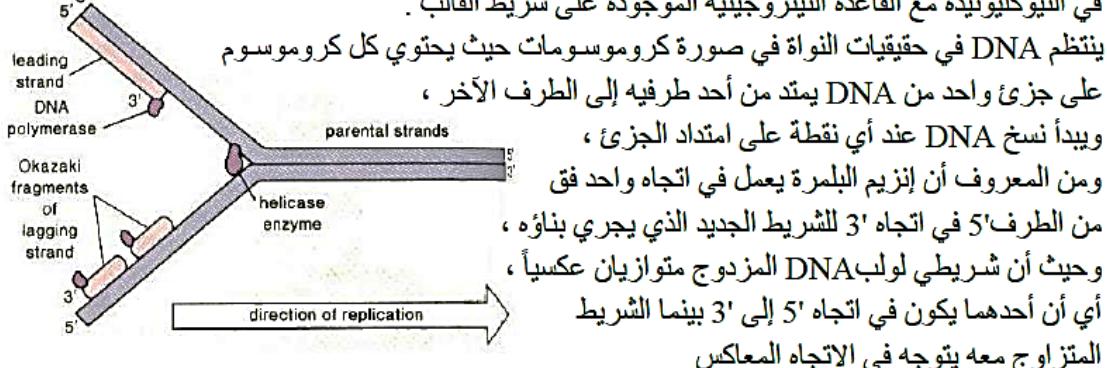
يتطلب نسخ DNA تكامل نشاط عدد من الإنزيمات والبروتينات في الخلية ، ولكي يتم النسخ يتطلب حدوث ما يلي :

1- ينفك التكافل اللولب المزدوج .

2- ينفصل الشريطان بعضهما عن بعض بكسر الروابط الهيدروجينية الموجودة بين القواعد المترادفة في الشريطين .

3- يبتعد الشريطان بعضهما عن بعض لتعريف القواعد لتتمكن من تكوين روابط هيدروجينية مع نيوكلويوتيلات جديدة .

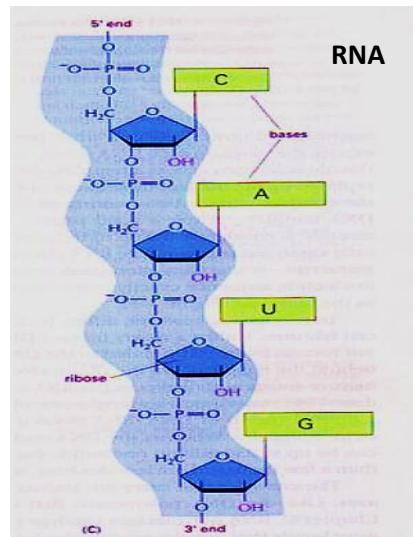
ومن المعروف الان أن إنزيمات اللولب DNA - helicases تتحرك على امتداد اللولب المزدوج فاصلة الشريطين عن بعضهما البعض ، أما البناء الفعلي لأشرطة DNA الجديدة فتقوم به إنزيمات البلمرة DNA-Polymerases والتي تساعد على إضافة النيوكليوتيدات واحدة بعد الأخرى إلى النهاية' 3 لشريط DNA الجديد ، ولكن يتم إضافة النيوكليوتيدة إلى الشريط الجديد لا بد أولاً أن تتزاوج القاعدة النيتروجينية في النيوكليوتيدة مع القاعدة النيتروجينية الموجودة على شريط القالب .



ومن المعروف أن إنزيم البلمرة يعمل في اتجاه واحد فقط من الطرف' 5 في اتجاه' 3 للشريط الجديد الذي يجري بناؤه ، وحيث أن شريطي لولب DNA المزدوج متوازيان عكسياً ، أي أن أحدهما يكون في اتجاه' 5 إلى' 3 بينما الشريط المترافق معه يتوجه في الاتجاه المعاكس أي في اتجاه' 3 إلى' 5 ، وعلى ذلك فعندما يعمل إنزيم اللولب على فصل شريطي جزء DNA يتم ذلك في اتجاه النهاية' 3 لأحد الشريطين والنهاية' 5 للشريط الآخر . وبالنسبة للشريط' 3 - 5 ليست هناك مشكلة حيث أن إنزيم البلمرة يتبع إنزيم اللولب مباشرة مضيفة نيوكلويوتيدات جديدة إلى النهاية' 3 . إلا أن ذلك لا يحدث بالنسبة للشريط الآخر المعاكس ، وذلك لن إنزيم البلمرة لا يعمل في اتجاه' 3 - 5 ولذا فإن هذا الشريط يتم بناؤه على شكل قطع صغيرة (قطع أوكاناكى) في اتجاه' 5 - 3 ثم ترتبط هذه القطع الصغيرة مع بعضها البعض بواسطة إنزيم الرابط DNA-ligase .

حامض النووي الريبوزي RNA

يمثل الحمض النووي الريبوزي RNA المادة الوراثية لبعض انواع الفيروسات كما انه يمثل الأحماض النووية الغالبة في معظم الخلايا الحية والتي تقوم أساسا بعملية تكوين البروتين الخلوي، ويكون الحمض RNA من شريط مفرد من القواعد النيوكليوتيدية غير المتفرع الذي له نفس تركيب الحمض النووي الديوكسي ريبوزي ماعدا ان السكر الخامسي الريبوزي يدخل في تركيبه بدلا من السكر الديوكسي ريبوزي الذي يدخل في تركيب DNA، كما أنه على هيئة شريط مفرد من النيوكليوتيدات التي تحل فيه قاعدة البيراسيل محل قاعدة الثايمين التي تتكامل مع قاعدة الأدينين عليه.



يوجد الحمض النووي الريبوزي RNA في ثلاثة أنواع هم:

- **الحمض النووي الريبوزي الرسول mRNA:** الذي يقوم بحمل الشفرة الوراثية التي تحدد تتابع الأحماض الأمينية في سلسلة عديد الببتيد.
- **والحمض النووي الريبوزي الناقل tRNA:** الذي يحمل الأحماض الأمينية إلى الريبوسومات ويضعها في المكان الصحيح في سلسلة عديد الببتيد النامي حيث تترجم الشفرة .
- **الحمض النووي الريبوزي الريبوسوم rRNA:** الذي يدخل في تركيب الريبوسومات.

أهم الفروقات بين أنواع الرنا RNA

tRNA	rRNA	mRNA
جزء قصير جداً	جزء قصير	جزء طويل
غير مدحوم بالبروتين (عاري)	مدحوم بالبروتين	غير مدحوم بالبروتين (عاري)
متخصص في نقل الأحماض الأمينية	يساهم في تكوين الريبوسوم وربط الأحماض الأمينية (بروتين)	يساهم في بناء سلسلة عديد الببتيد
يحمل الشفرة الضدية	----	يحمل الشفرة الوراثية
يمثل 15% من أنواع الرنا	يمثل 80% من أنواع الرنا	يمثل 5% من أنواع الرنا

مقارنة بين الحامض النووي RNA و DNA

جزء الرنا RNA	جزء الدنا DNA
يتكون من شريط حلزوني مزدوج من النيوكليوتيدات	يتكون من شريط حلزوني مزدوج من النيوكليوتيدات
يحتوي على القواعد النيتروجينية A, U, G, C	A, T, G, C
يحتوي على سكر خماسي رابيوزي الأكسجين	يحتوي على سكر خماسي رابيوزي منزوع الأكسجين
يحمل المورثات في بعض الفيروسات فقط بالإضافة إلى بناء البروتينات	يحمل مورثات جميع الكائنات الحية وبعض الفيروسات
يوجد في النواة (النووية) والسايتوبلازم (الريبوسومات)	يوجد في النواة (الكروموسومات) والبلاستيدات والماليتوكوندريا
قصير جداً مقارن بالدنا	طويل جداً مقارنة بالرنا
لا يستطيع تكوين الـ DNA	يستطيع تكوين الـ RNA

الموروث هو تتبع النيوكلويتيدات بنظام معين ضمن الكروموسوم والذي سوف يحدد تتبع تكوين الأحماض الأمينية في جزيئه البروتين. ولكي تؤدي الموراثات نشاطها وعملها لا بد من نشاط يتم خلاله تحويل المعلومات الوراثية المخزونة في المورث الى بروتين داخل الخلية، وهذه العملية تدعى بالتعبير الجيني Gene expression، والتي تتجزء خلال مراحلتين أساسيتين هما :

اولا - عملية الاستنساخ :Transcription

في الكائنات ذات النواة الحقيقية تبقى الجينات الكروموسومية التي تحتوي على DNA في النواة بينما تصنع البروتينات في السيتوبلازم لذلك لا يستطيع الـ DNA ان يعمل مباشرة ك قالب لتصنيع البروتين وعوضاً عن ذلك يستعمل احد اشرطة الـ DNA الذي يدعى بالشريط الحساس strand sastrand whose الذي يستخدم ك قالب لتصنيع شريط مكمل من الـ RNA والذي اطلقنا عليه اسم المرسل Transcription ان الشريط المستنسخ (الحساس) لاثنين من الجينات المختلفة، وفي الجينات المجاورة لا يكون دائما نفس الشريط ، وعلى كل حال يستنسخ احد الاشرطة فقط في جين معين ، بعد ذلك يقوم المرسل بنقل المعلومات الوراثية من موقع تصنيعها في النواة الى موقع تصنيع البروتين في الرابيوبوسمات الواقعة في السيتوبلازم.

و يمكن تلخيص آلية الاستنساخ بالشكل الآتي :

- 1 . يقوم انزيم Helicase بفك التواه الشريط DNA جزئياً .
- 2- يرتبط انزيم بلمرة الـ RNA Polymerase بأحد اشرطة الـ DNA الذي يدعى بالشريط الحساس.
- تبدأ عملية بناء الـ mRNA بواسطة انزيم RNA Polymerase وذلك من خلال اضافة القواعد النيتروجينية على طول احد سلاسل الـ DNA (شريط الحساس)
- كلما انفك سلسلة الـ DNA يقوم انزيم بلمرة RNA Polymerase بالإضافة ويستمر الانزيم بالبناء الـ mRNA على طول الـ DNA (الأساسية) في الاتجاه من 5' ← 3'
- 5- يتم صنع الـ mRNA في الاتجاه من 3' ← 5'
- عند بناء الـ mRNA يحل اليوراسييل محل الثايمين
- يتم انتاج الـ mRNA وتتوقف عملية البناء عند وصول الانزيم البلمرة الى شفرات التوقف .
- 8- ينفصل انزيم بلمرة الـ RNA عن الـ DNA .

٩- تلتحم سلسلتي DNA مع بعض ومن ثم خروج جزئية الـ mRNA من النواة الى السيتوبلازم عبر الثقوب النووية .

وهناك فرق بين mRNA قبل خروجه من النواة وبعدها يتم معالجته بعملية تدعى splicing

mRNA الأولى (غير المعالج) ويطلق عليه immature mRNA

١- له نفس طول ٢ DNA - يحوي شفرة DNA كلها (جميع تسلسل القواعد) . mRNA النهائي

(المعالج قبل خروجه من النواة) ويطلق عليه mature mRNA

١- يتم التخلص من الأنترونات (intron) : المناطق الغير مشفرة والموجودة على DNA

٢- تبقى عليه الإكسونات (Exon) : المناطق المشفرة وهي القطع الفعالة

٣- إضافة غلاف (Cap) واقي على النهاية ٥ من mRNA (يساعد على تعرف الريبوسومات) -

إضافة ذيل (tail) مكون من نيوكلويوتيدات الأدينين على النهاية ٣ من mRNA

ثانياً : الترجمة : Translation

عملية الترجمة وهي العملية التي تترجم من خلالها المعلومات الوراثية (المخزونة في متواлиات النيوكليوتيدات في جزئية المرسال) بعد املاء الشفرة الوراثية الى متواالية من الأحماض الامينية في السلسلة البروتينية .

ويشترك في عملية الترجمة ثلاثة انواع من الـ RNA وجميعها يستنسخ من الـ DNA ومنها :

١ - الـ mRNA وهي الجزيئة الحاملة للمعلومة الوراثية الخاصة ببناء البروتين ستصبح جاهزة للترجمة بعد اكمال استنساخها واجراء بعض تحورات عليها كما هو الحال في الخلايا حقيقة النواة و التي ذكرت سابقاً في مرحلة الاستنساخ.

٢ - الـ tRNA وهذه الجزيئات ستتوسط عملية الترجمة عبر التعرف على الشفرة على جزئية الكودونات الموجودة على الـ mRNA من خلال موقع يقع tRNA يحتوي على ما يعرف بالشفرة المضادة (anticodon) وتحتوي اي خلية على عدة أنواع الناقل tRNA يتراوح عددها ما بين ٤٠ - ٦٠ نوعاً.

محاضرات التقنيات الاحيائية
د. محمد عبد الغفور محمد
كلية الزراعة/جامعة الانبار

(م. ٤)

٣- rRNA : وهي تراكيب جزيئات كبيرة معقدة وتقع في السيتوبلازم تعمل كمنصة لتصنيع السلسلة البروتينية.

وتتشتمل عملية تخليق البروتين على ثلاثة خطوات هي :

أ - بدء عملية الترجمة (القراءة الشفرة وترجمتها لبناء بروتين) .

ب - استطالة سلسلة عديد الببتيد Elongation of the polypeptide chain (تفاعل بناء البروتين)

ج - إنتهاء تكوين سلسلة عديد الببتيد Termination of polypeptide (إنتهاء بناء البروتين) .

الخطوة الأولى (أ) : بدء عملية الترجمة ترتبط تحت وحدة ريبوسوم صغيرة بجزء m RNA الذي أول كودون به هو AUG ويكون متوجها ١ - إلى أعلى . ٢ ء تتزاوج قواعد مضاد الكولون لجزء tRNA الخاص بالميثيونين مع كونون AUG وبذلك يصبح الحمض الأميني ميثيونين Methionine أول حمض أميني في سلسلة عديد الببتيد التي تبني ٣ - ترتبط وحدة ريبوسوم كبيرة بالمركب السابق ليكون كودون البدء AUG أو أول جزء tRNA في موقع الببتيديل (p) . ملاحظة : يوجد على واحدة الربيسوم الكبيرة موقعان يمكن أن ترتبط بهما جزيئات tRNA - الموقع الأول (P) : يطلق عليه موقع الببتيديل Peptidyl . - الموقع الآخر (A) : يطلق عليه أمينو اسيل Amino – aeyl

(ب) : استطالة سلسلة عديد الببتيد أو تفاعل بناء البروتين:

١ - يرتبط مضاد كودون tRNA الثاني بالكodon التالي على جزء m RNA في الموقع A لوحدة الربيسوم الكبيرة وبالتالي يصبح الحمض الأميني الذي يحمله هذا tRNA هو الحمض الأميني التالي في سلسلة عديد الببتيد.

٢ - يحدث تفاعل نقل الببتيديل Peptidyl transferase reaction الذي ينتج عنه انكoin رابطة ببتيدية بين الحمض الأميني الأول والثاني - والإنزيم الذي ينشط هذا التفاعل عبارة عن جزء من تحت وحدة الربيسوم الكبيرة ، ونتيجة لذلك يتحرر الحمض الأميني الأول ويصبح tRNA الأول فارغاً ويترك الربيسوم وقد يتلقى ميثيونين آخر أما tRNA الثاني فيحمل الحمضين الأمينيين معاً.

٣ - يتحرك الربيسوم على امتداد mRNA ، وهذه العملية تأتي بـ tRNA الثاني إلى الموقع P على الربيسوم ويصبح A فارغاً ثم تبدأ الدورة مرة أخرى حيث يرتبط مضاد كودون ثالث على tRNA مناسب يكونون

mRNA جالياً الحمض الأميني الثالث إلى الموضع المناسب على الموقع ، وترتبط سلسلة عديد الببتيد النامية بالحمض الأميني الجديد القادم على هذا الجزء من tRNA الثالث ، ثم يتكرر التتابع.

الخطوة الثالثة (ج) : إنتهاء تكوين سلسلة عديد الببتيد عندما يصل الريبيوسوم إلى كودون وقف على mRNA فإن عامل الإطلاق Release factor يرتبط بـ كودون الوقف مما يجعل الريبيوسوم يتراكم حيث تفصل وحدتا الريبيوسوم عن بعضهما البعض وتوقف عملية بناء البروتين .

قد يكون الحمض الأميني أكثر من شفرة . كذلك يوجد شفرة لباء البروتين هو AUG هناك U GA - UAA ثلاثة شفرة التوقف بناء البروتين هي (UAG) ويلاحظ أن الشفرة الوراثية عامة : واحدة بمعنى أن الشفرات التي تدل على الأحماض الأمينية في الفيروسات والبكتيريا والفطريات والنبات والحيوان.

الشفرة الوراثية Genetic Code

هي مجموعة من الكودونات ويتكون كل كودون من تتابع من ثلاثة قواعد نتروجينيه متتابعة على جزئي الرسول والتي تشفر لتكوين حمض أميني واحد ، ويشفر كل كودون لحمض أميني واحد و هناك ٦٤ كودون ممكن و ٢٠ حمض اميني (جدول ١) ويكون ترتيب تتابع الكودونات بنظام معين في الجين هو المحدد للتتابع للأحماض الأمينية المكونة لنوع البروتين المراد بنائه حيث يتكون البروتين من مجموعة من الأحماض الأمينية المحددة.

جدول الشفرة الوراثية

		Second Letter					
		U	C	A	G		
1st letter	U	UUU Phe UUC UUA UUG	UCU Ser UCC UCA UCG	UAU Tyr UAC UAA UAG	UGU Cys UGC UGA UGG	Stop Stop Trp	
	C	CUU Leu CUC CUA CUG	CCU Pro CCC CCA CCG	CAU His CAC CAA CAG	CGU Arg CCG CGA CGG	Arg	
	A	AUU Ile AUC AUA AUG Met	ACU Thr ACC ACA ACG	AAU Asn AAC AAA AAG	AGU Ser AGC AGA AGG	Ser Arg	
	G	GUU Val GUC GUA GUG	GCU Ala GCC GCA GCG	GAU Asp GAC GAA GAG	GGU Gly GGC GGA GGG	Gly	
						3rd letter	