



الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة حماة
كلية الزراعة

التقانات الحيوية الميكروبية Microbial Biotechnology (الجزء النظري)

المحاضرة السادسة

إعداد

الدكتور عبد الواحد الطحلي



جامعة حماة 2019 – 2020

التقانات الحيوية الميكروبية

Microbial Biotechnology

• مقدمة:



خلق الله الكائنات الحية من الخلايا التي فيها جميع أسرار الكائن الحي لما تحتويه نواتها من آلاف المورثات فقد كشفت الأبحاث العلمية أهمية الحمض النووي DNA الذي يحمل أسرار الكائنات الحية، والمورثات أو الجينات Genes هي جزء من DNA لها لغة تخاطب فيها الخلية تتألف من أربعة حروف هي

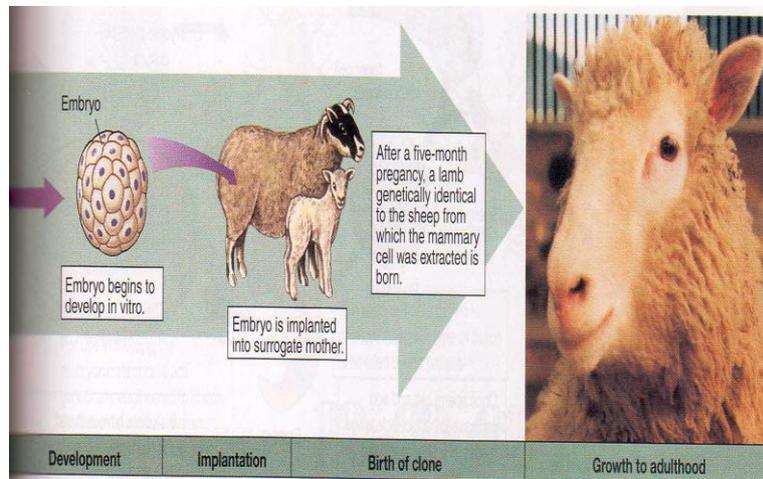
A, C, T, G، أما كلماتها فتتألف من ثلاثة حروف فقط من تلك الحروف الأربعة ولتلك اللغة شيفرات Codons لكي تفهمها الخلية كعلامات الترقيم والفواصل بمعنى ابدأ من هنا وتوقف هنا، كما أنّ بعض الشيفرات تعمل كأقواس بين الجمل يمكن حذفها تسمى الإنترونات.

ظهر علم جديد يبحث في مكونات الخلية الحية ويفك أسرارها أطلق عليه اسم التقنية الحيوية، وعرف العلماء التقنية الحيوية بأنها مجموعة من الوسائل والتقنيات العلمية التي تستخدم الكائنات الحية أو مواد منها لصنع أو تعديل منتج معين أو تحويل كائنات حية لاستخدامات معينة ذات فائدة للإنسان. كان لابد من وجود التقنية الحيوية بعد أن جربت البشرية العمليات الصناعية الكيميائية التي أدت إلى كوارث التلوث البيئي والتغيير المناخي وزيادة التصحر وتدمير الأنظمة الحيوية الذي أدى إلى قلة التنوع الحيوي وغيرها من المشاكل. لقد بدأت ثورة التقنيات الحيوية وهندسة الجينات عام 1953 وهو العام الذي اكتشف فيه تركيب المادة الوراثية DNA من الباحثين واطسن وكريك، وتطورت التقانة الحيوية الحديثة نتيجة التقدم الكبير الذي حدث في فروع العلم المختلفة فهي عبارة عن مجموعة من التقانات المختلفة تشمل الهندسة الوراثية، ورسم الخريطة الجينية، ونقل الجينات، وزراعة الأنسجة، والتخميرات، والاستنساخ الحيواني، وقد أصبح العصر الحالي هو عصر التقنية الحيوية التي دخلت في مجال الصناعة والطب والزراعة والبيئة وغيرها من المجالات، فقد استُخدمت تقانات الهندسة الوراثية في البحوث الطبية لتشخيص الأمراض والكشف عن الكائنات الحية الدقيقة ومعرفة الاختلال الوراثي المرتبط ببعض الأمراض كالسكري والسرطان، وإنتاج الطرز النباتية

المقاومة للمبيدات والحشرات والفطريات مما أدى إلى تحسين الإنتاج الزراعي، إضافة إلى المحاولات الناجحة في مجال تحسين الثروة الحيوانية.

نظراً للتقدم السريع في مجال التقنية الحيوية فقد بادرت كثير من الدول إلى وضع خطط استراتيجية لخوض غمار هذه التقنية وتحصيل أكبر قدر من فوائدها، فقد تم بيع الأنسولين الذي تنتجه الجراثيم في عام 1982 بينما بدأ بيع الغذاء المعدل وراثياً منذ عام 1994، وتجاوز مجموع مبيعات البروتينات العلاجية المأشوبة 10 بليون دولار في عام 1999.

نشأ اسم التقانة الحيوية Biotechnology مع الزراعة منذ فجر التاريخ حين بدأ الإنسان يستشعر تجربة تلف الطعام نتيجة الفساد الميكروبي وحفظه بالتجفيف أو التمليح أو إضافة السكر، ثم تطورت الحضارة للوصول إلى تحضير الخبز والجبن ودبغ الجلود باستخدام مبادئ التقانة الحيوية، والتقانات الحيوية الحديثة هي وليدة علم الأحياء الدقيقة فمنذ عام 1920 تمت صناعة حمض الليمون عن طريق تخمير الأحياء الدقيقة وباستخدام الفطر *Aspergillus niger*، وفي عام 1929 اكتشف الكسندر فليمينغ البنسلين، وفي عام 1943 اكتشف سيلمان ويكسمان المضاد الحيوي الستربتومايسين، وفي عام 1965 استعملت المنفحة المستخرجة من الجراثيم للتجبين (الرينيت أو الرينين)، وكانت الجراثيم أول الكائنات التي تم تعديلها وراثياً في عام 1973، ثم تلاها الفئران في عام 1974، ومنذ عام 1977 أصبحت إمكانية تصنيع بروتينات مأشوبة عن طريق التخمير باستخدام الجراثيم، وفي عام 1985 اكتشف كاري موليس تفاعل البلمرة المتسلسل PCR، ومنذ عام 1990 بدء مشروع الجينوم البشري، وفي عام 1996 تم معرفة الجينوم الكامل للخميرة، وفي عام 1998 جرى استنساخ أول حيوان وهي النعجة دوللي Dolly.



- تمتاز الأحياء الدقيقة المجهرية بعدة ميزات تؤهلها للاستعمال في عمليات التقنية الحيوية منها:
- 1- سريعة النمو ذات تنوع حيوي كبير ويمكن إنتاج أعداد كبيرة منها وهذه الإمكانية غير متوفرة في الأحياء متعددة الخلايا مثل النباتات والحيوانات.
 - 2- الأنظمة الوراثية فيها أقل تعقيداً من الأحياء الراقية مما يسهل عمليات التطفير والنسخ.
 - 3- تحوي العديد من المسارات الاستقلابية الأيضية للمادة الواحدة عكس الخلايا الراقية التي تكون فيها هذه المسارات محدودة.
 - 4- تستطيع التأقلم السريع لاستهلاك مواد رخيصة متوفرة في الطبيعة.
 - 5- معظمها لا يعاني من الشيخوخة بعد عدة أجيال وإن كان ذلك فلا بد من أن تنشأ مجموعة من الخلايا تحافظ على النوع.

تُستخدَم الكائنات الحية الدقيقة على نطاق واسع في مشاريع التقنية الحيوية على سبيل المثال إنتاج البروتينات كالأنسولين، والتخمير كإنتاج الخبز واللبن والجبن والمخللات والسيلاج والأغذية العلاجية، واستخدام الجراثيم في إنتاج الأسمدة الحيوية بدلاً من استخدام الأسمدة الكيميائية، وفي تنقية المياه من الملوثات، والتخلص من المخلفات العضوية، وتصنيع المركبات الكيميائية كالإنزيمات والكحول والحموض العضوية، والمضادات الحيوية واللقاح واستخدام الكائن الدقيق كناقل لبعض الجينات التي تحمل الصفات المرغوبة، ومن أهم المنتجات الميكروبية التي نحصل عليها بالتقانات الحيوية ما يلي:

- 1- المذيبات العضوية مثل الأسيتون والكحول. 2- الحموض الأمينية مثل اللايسين والغلوتامين.
- 3- الحموض العضوية مثل حمض الليمون وحمض اللاكتيك. 4- الأنزيمات مثل الأنفرتاز والبكتاز.
- 5- مواد غذائية مثل الجبن والخبز والمخلل. 6- الخمائر مثل خمائر الخبز والعلف. 7- مواد غازية مثل غاز ثنائي أكسيد الكربون والنتروجين. 8- المضادات الحيوية مثل البنسلين والستربتومايسين.
- 9 - الفيتامينات مثل الريبوفلافين Vit B12. 10- مواد مكسبة للطعم والنكهة، ومواد أخرى مثل الغليسيرين والكورتيزون والمطاط وغيرها.

هناك بعض الجراثيم ذات أهمية مميزة في التقنية الحيوية مثل:

Streptomyces ، *Bacillus subtilis* ، *Pseudomonas putida* ، *Escherichia coli*
Streptococci ، *Lactobacilli* ، *Corynebacterium glutamicum* ، *coelicolor*

تعدّ الأجناس الفطرية التالية ذات أهمية كبيرة في التقنية الحيوية هي:

Basidiomycetes، *Mucor*، *Rhizopus*، *Aspergillus*، *Penicillium*

تضم الخمائر المهمة في التقنية الحيوية مايلي:

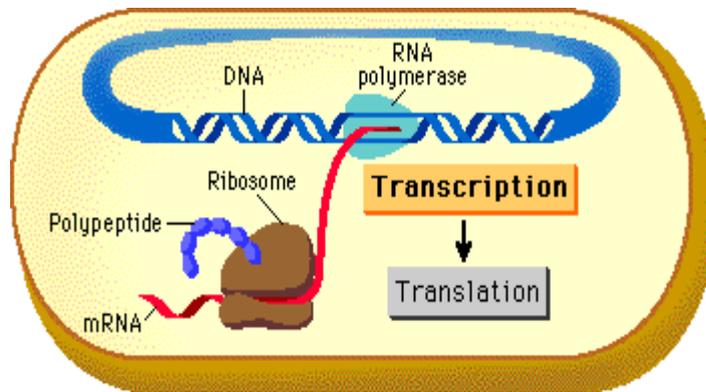
Candida albican، *Candida utilis*، *Sacharomyces cervisiae*

Pichia pastoris و *Hansenula polymorpha*، *Schizosaccharmyces pombe*

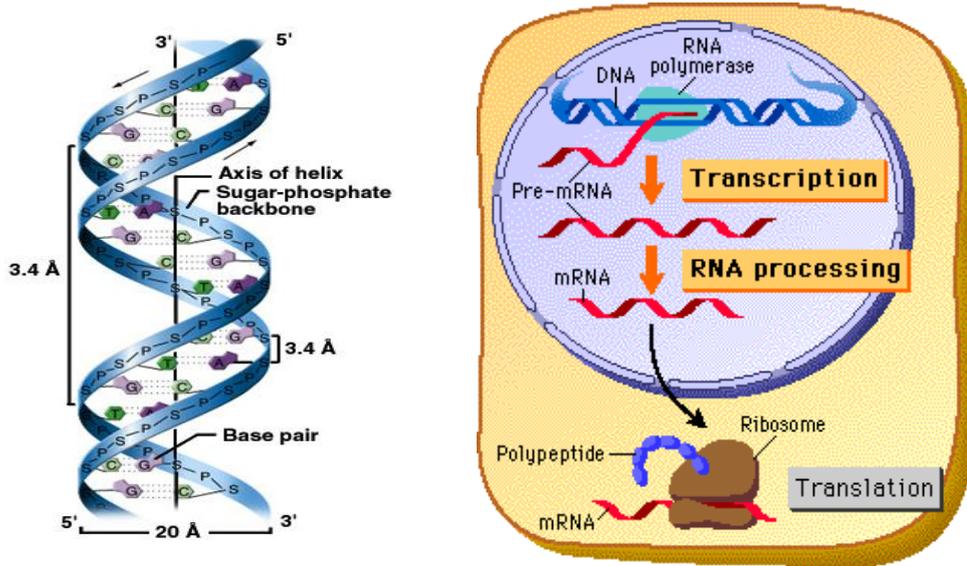
• وراثة الأحياء الدقيقة:

تقسم الأحياء إلى قسمين رئيسيين هما الأحياء بدائية النواة والأحياء حقيقية النواة، وتضم المجموعة الأولى الجراثيم والأركيا *Archaea*، بينما تضم المجموعة الثانية باقي الأحياء من الفطريات والنباتات والحيوانات. تتألف المادة النووية في بدائية النواة مثل البكتريا من DNA الخالي من بروتينات الهيستونات، وهي جزيئات منفردة تأخذ شكل دائري عبارة عن سلسلتين ملتفتين حول بعضهما مرتبطين بقواعد هيدروجينية توجد في أغلب الجراثيم، والجينوم Genome غير محاط بغشاء نووي (لا توجد نواة حقيقية) لذلك صنفت الجراثيم مع ثلاثيات النوى، والجراثيم لا تملك مقدرات (جسيمات كوندرية) لكنها تحوي خمائر تنفسية خاصة في الغشاء السيتوبلازمي مسؤولة عن إنتاج الطاقة، ولا يوجد في هيولى الجراثيم جهاز غولجي لكنها تحوي أجسام ريبية (ريبوزومات).

تتميز الأركيا وهي المجموعة الثانية من الأحياء بدائية النواة بالعيش في ظروف متطرفة كما تعيش في القناة الهضمية للحيوانات المجترة بشكل تعايشي مع أحياء أخرى متباينة التخمر، وهذه المجموعة ذات أهمية كبيرة في التقنية الحيوية نظراً لأن بعضها يستطيع العيش في درجات حرارية أكثر من 100°م لذلك تكون إنزيماتها ثابتة حرارياً كما في استخدام إنزيم إكثار الحمض النووي (DNA Taq polymerase) في تقنيات PCR المنتج من جراثيم *Thermus aquaticus*.



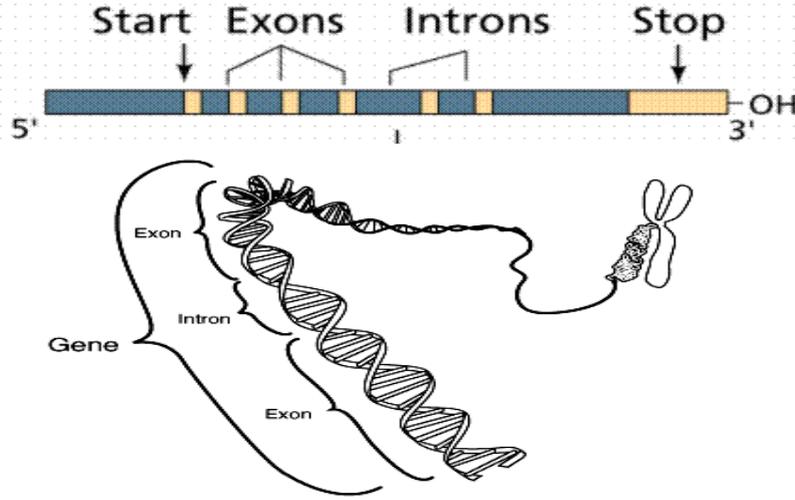
تتميز الأحياء حقيقية النواة باحتوائها على النواة أي أن مادتها الوراثية محاطة بغشاء يُظهر نضوجية انتقائية بسبب وجود ثقب تتكون من معقدات بروتينية تسيطر على دخول المواد وخروجها من النواة، وتتركب مادتها النووية من DNA الذي يترتب بشكل حلزوني مزدوج متصل بالهستونات (وهي بروتينات قاعدية)، وتحتوي حقيقيات النواة على النوية الغنية بالحمض النووي RNA وهي مكان تركيب RNA الريبوزومي.



إن كمية DNA قد تحدد كمية المعلومات التي يمكن أن تشفر لها لذلك فإن جينات الخلايا حقيقية النواة تحوي على الإكسونات Exons التي تمثل مناطق مشفرة، والإنترونات Introns التي تمثل مناطق غير مشفرة لكنها تساهم في عمليات تنظيم التعبير الجيني ونسخ RNA، وبما أن المورثات في حقيقيات النوى تحوي على الإنترونات والإكسونات فلا يمكن استنساخها وربطها بناقل كالبلاسميد وإدخالها للخلية الهدف لذلك يجب التخلص من الإنترونات وهذا الإجراء يحدث ضمن الخلية الحية فقط وبالتالي نلجأ إلى تقنية DNA المتمم Complement DNA التي تعتمد على استخلاص RNA المرسل ثم تحضير DNA باستخدام إنزيم النسخ العكسي Reverstranscriptase، ومن الأحياء الدقيقة حقيقية النواة التي لها دور مهم في التقنية الحيوية هي الخمائر والفطريات التي تنتج العديد من المواد مثل الكحولات والحموض العضوية والأمينية وغيرها.

يجب أن تمتلك الأحياء الدقيقة أنظمة إصلاح لمادتها الوراثية لأن أي ضرر يصيب الجينوم يؤدي إلى كارثة على الخلايا إن لم تكن مميتة لذلك تحاول الأحياء التأقلم لتستمر بالحياة، وهناك العديد من العوامل البيئية التي تؤثر على الخلايا أهمها دخولها في طور الاستقرار حيث تزداد الأعداد

والفضلات مما يؤدي إلى ظهور الطفرات إضافة إلى عوامل بيئية أخرى كالأشعة والجفاف والتعرض للمواد الكيميائية والمضادات الحيوية وغيرها.



ومن أهم عمليات إصلاح المادة الوراثية ما يلي:

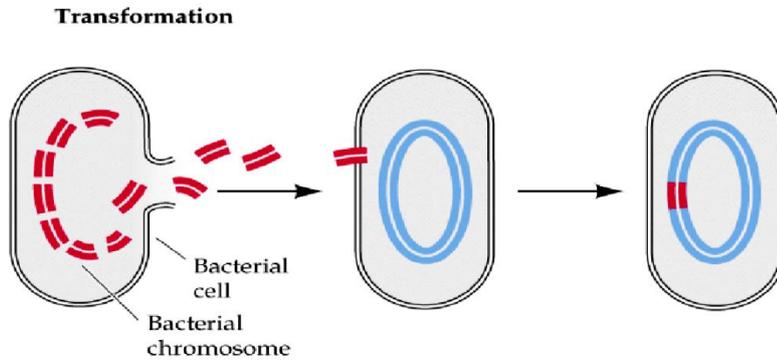
- 1- الإصلاح الضوئي Photoreactivation بمساعدة حمض الفوليك كمتمم إنزيمي.
- 2- الإصلاح الاستئصالي Excision repair بمساعدة الإنزيمات القاطعة المصححة.
- 3- نظام إصلاح عدم التلاؤم Mismatch repair system (MMR): يتكون من عدة جينات وهو مسؤول عن الإصلاح بعد التضاعف ويساهم في عملية التطور وتجنب الطفرات.
- 4- نظام الاستغاثة Save Our Souls (SOS): وهو منظم كبير عام يستجيب للضرر الذي يحصل في DNA مؤدياً إلى تحفيز حوالي 20 جين تعمل في مسارات مختلفة للإصلاح، وعندما يتعطل هذا النظام بالطفرات تموت الخلايا.

• تبادل المعلومات الوراثية عند الأحياء الدقيقة:

تنتقل الصفات الوراثية في الأحياء بنوعين من الانتقال هما العامودي والأفقي أو الجانبي ويمثل الانتقال العامودي توارث المواد الوراثية من الآباء إلى الأبناء بينما يمثل الانتقال الجانبي Lateral gene transfer تبادل المعلومات وإعادة ترتيب جينومات الأحياء وهو المستعمل في الهندسة الوراثية وتحسين السلالات ويمكن أن يحصل طبيعياً يساعد في تطور الأحياء بسرعة أكبر من حدوث الطفرات، وهذا أدى إلى ظهور البلاسميدات المسؤولة عن مقاومة الأدوية والمضادات الحيوية وزيادة ضراوة بعض الجراثيم الممرضة كالسالمونيلا *Salmonella*. إن الكائنات الحية الدقيقة في الطبيعة تتبادل المعلومات الوراثية فيما بينها بأساليب وطرائق مختلفة هي:

1- التحويل Transformation:

تتحلل الأحياء الدقيقة بعد موتها ويتجزأ الحمض النووي DNA إلى قطع صغيرة تنتقل إلى خلية جرثومية ثانية مندمجة مع الدنا الخاص بها مانحة الخلية الصفات الوراثية المحمولة عليها، وقد لوحظت هذه الظاهرة في عدد كبير من جراثيم *Bacillus*، واكتشفت عملية التحويل في جراثيم *Streptococcus pneumonia* (الشكل 6-1). تُعد عملية التحويل من الطرائق الأولى المستخدمة لإدخال قطع من الحمض النووي DNA داخل الخلايا المضيفة، لكن من سلبيات هذه الطريقة أنها عشوائية لذلك حاول الباحثون تحسينها وتطوير طرائق أخرى منها استخدام ناقلات طبيعية قادرة على التضاعف في الخلايا المضيفة.



الشكل (6-1): عملية التحويل Transformation عند الجراثيم

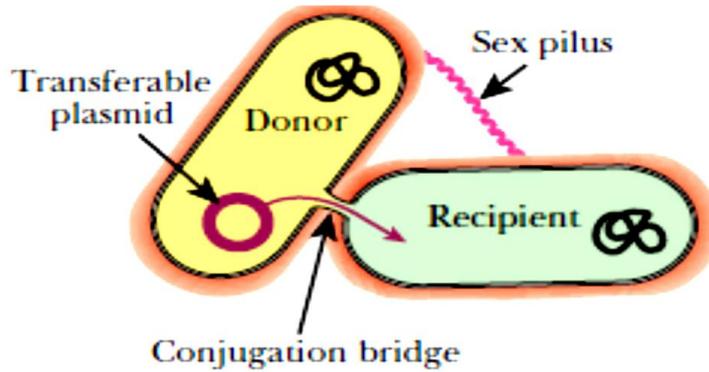
2- التوصيل أو التمرير Transduction:

هو انتقال جزء من الدنا من جراثيم إلى أخرى بواسطة العاثي الجرثومي Bacteriophage عند إصابة خلية جرثومية جديدة بهذا العاثي وبذلك تكون الجراثيم قد اكتسبت الصفات الجديدة، وليس بالضرورة أن تكون القطعة المنقولة من الدنا الجرثومي فقد تكون جزء من البلازميد ولاسيما البلازميدات المقاومة للمضادات الحيوية كما يحدث في جراثيم *Staphylococcus aureus* التي اكتسبت صفة المقاومة للبنسيلين بهذه الطريقة.

3- الاقتران Conjugation:

هي عملية اقتران خليتين من الجراثيم تسمى أحدهما الواهبة Donor لاحتوائها على بلاسميد الخصوبة يرمز لها (F^+)، أما الخلية الجرثومية الثانية فتدعى بالخلية المستلمة Recipient التي تكون خالية من بلاسميد الخصوبة يرمز لها (F^-)، وعند انتقال البلاسميد تصبح الخليتين من نوع (F^+)، وشوهدت هذه الظاهرة في جراثيم *E. coli*، *Pseudomonas*، و *Vibrio*. يحدد التزاوج

الجرثومي وجود أهداب جنسية Sex pili على سطح الخلية، وعند تلامس الهدبة الجنسية مع جدار الخلية المستقبلية تبدأ العمليات الآتية: ينكسر أحد خيوط DNA للبلازميد وينحل الازدواج ويدخل الخيط إلى الخلية المستقبلية بدءاً من النهاية 5، ثم يبدأ بناء خيط متمم من DNA بواسطة إنزيم DNA-polymeras في كلا الخليتين بشكل يشبه النسخ (النكاث) الطبيعي مع اختلاف في النهاية حيث توضع أحد النسخ في الخلية المستقبلية وتبقى النسخة الثانية في الخلية الواهبة، وبعد ذلك تحصل استدارة البلازميد في الخلية المستقبلية (الشكل 6-2).



الشكل (6-2): عملية الاقتران Conjugation عند الجراثيم

ترتبط المادة الوراثية لأي كائن حي مع قطعة من DNA لكائن حي آخر (من النوع نفسه أو من نوع آخر) بإحدى الآليات الثلاث (التحويل والتوصيل والإقتران) بشكل طبيعي أو عبر طرائق مخبرية مقصودة تسمى الدنا المطعوم Recombinant DNA، والخلية الحاوية على مادة وراثية من هذا النوع تسمى خلية ذات توليفة وراثية جديدة (معدلة وراثياً).

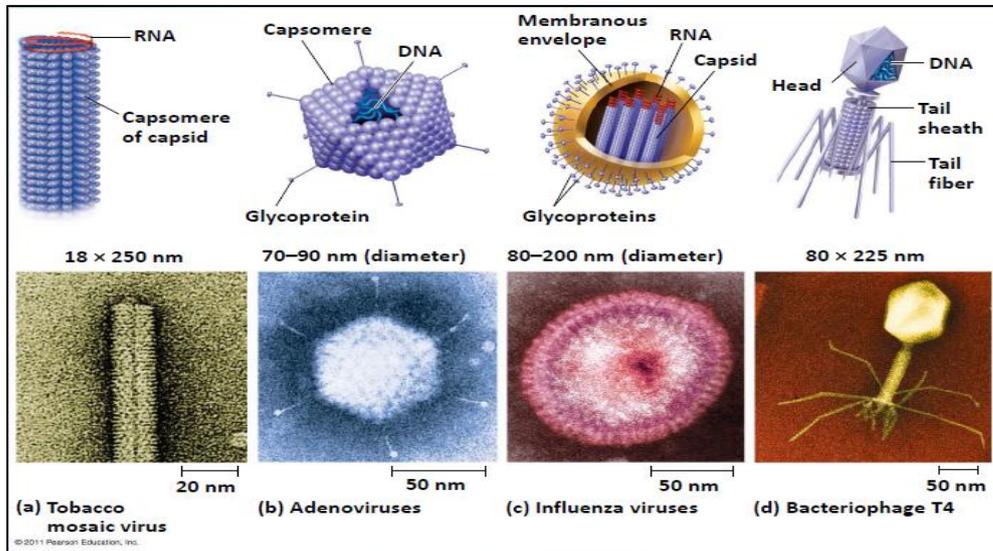


الشكل (6-3): الذرة ذات القيمة الغذائية العالية من الأحماض الأمينية، والرز الذهبي

إنّ تكوين توليفات وراثية جديدة بين الكائنات الحية يشكل أساس علم الهندسة الوراثية الذي يتخطى حاجز النوع والجنس فقد ساعدت الهندسة الوراثية في تحسين النباتات والمحاصيل كالرز الذهبي الذي تمّ تعديله لزيادة محتواه من فيتامين A والحديد، وإنتاج الذرة الشامية ذات القيمة الغذائية العالية من الأحماض الأمينية المشابهة من حيث القيمة الغذائية للبروتين الحيواني لإنقاذ ملايين البشر والحيوانات (الشكل 3-6).

❖ ناقلات الهندسة الوراثية:

الناقل هو حمض نووي له قابلية التضاعف بشكل مستقل عن المضيف، ويوجد أنواع كثيرة من الناقلات أهمها العاثيات والبلازميدات والكوزميدات (الشكل 4-6). تقوم الناقلات بإدخال جزيئات الدنا DNA ضمن خلايا حية أو نقل جينات طبيعية إلى خلايا حاوية على جينات غير طبيعية، وتكمن الطريقة بإدخال قطع من DNA الناتجة عن الهضم الأنزيمي أو وصلها ضمن الناقلات التي تم تقطيعها بأنزيمات التقطيع نفسها وينتج عن ذلك العديد من الناقلات المؤشبة التي يتم إدخالها ضمن الخلايا المضيفة لتتكاثر.



الشكل (4-6): بعض الفيروسات المستخدمة كناقل في العلاج الوراثي

يتم اختيار ناقل الجين الملائم بالاعتماد على الأهداف المراد تحقيقها وتبعاً لطول قطع الدنا DNA المراد إدخالها في هذه الناقلات. يوجد خمس استخدامات أساسية للنواقل (نواقل الاستساخ) هي:

- 1- عزل وتضخيم قطعة من DNA وإنتاج أكبر عدد من النسخ المتطابقة منها.
- 2- إدخال المورثات داخل الخلايا (إنتاج حيوانات أو نباتات محورة وراثياً)

3- دراسة الآليات التي تتحكم بالتعبير المورثي

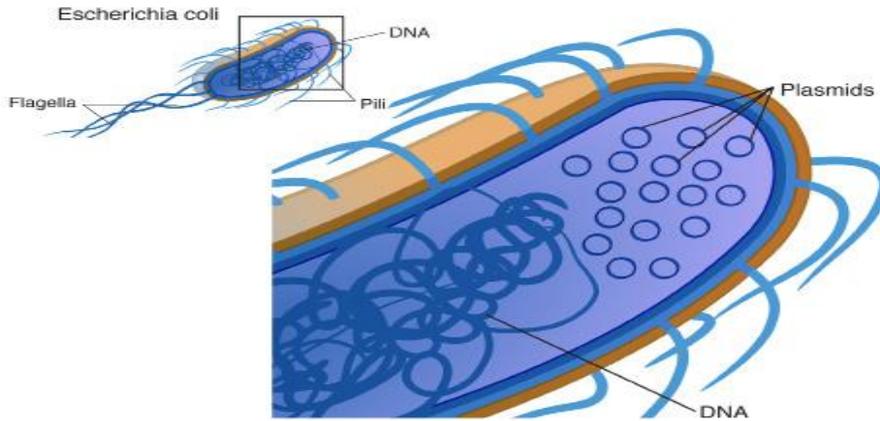
4- إنتاج جزيئات من الحمض النووي RNA

5- إنتاج البروتينات المشفرة من الجينات بكميات غير محدودة على المستوى الصناعي.

• البلازميدات Plasmids:

عبارة عن دنا بلازميدي غير دنا الصبغيات وهو ليس ضروري لحياة الجراثيم يتضاعف باستقلالية ويحمل صفات وراثية إضافية فهو من النواقل المهمة في تجارب الاستنساخ. هناك عدة أنواع من البلازميدات كما يلي:

- 1- بلازميدات المقاومة وهي تحتوي على جينات مقاومة المضادات الحيوية.
- 2- بلازميدات سامة وهي تحتوي على جينات تكوين البروتينات التي تقتل الكائنات الحية الأخرى.
- 3- بلازميدات ممرضة وهي تحتوي على جينات تسبب الأمراض.
- 4- بلازميدات محللة وهي تحتوي جينات لها القدرة على تكسير البوليميرات مثل الهيدروكربونات.



- وظيفة البلازميدات:

- 1- مقاومة المضادات الحيوية.
- 2- تساعد الجراثيم في إنتاج الإنزيمات وإفراز بعض السموم كالبكتريوسينات Bacteriocins وهي بروتينات تعمل على تحطيم الجراثيم المنافسة.
- 3- تجعل الجراثيم مقاومة لدرجات الحرارة المتطرفة وفيها جينات تكوين العقد الجذرية وتثبيت الآزوت في البقوليات، وجينات تخمير اللاكتوز وتحليل البروتين في جراثيم حمض اللاكتيك.
- 4- تحمل صفة التزاوج كالجينات المسؤولة عن اقتران خلايا الجراثيم وتبادل المعلومات الوراثية.

يجب أن تتوفر في البلازميدات بعض الصفات الضرورية لكي تكون مؤهلة لأبحاث الهندسة الوراثية منها:

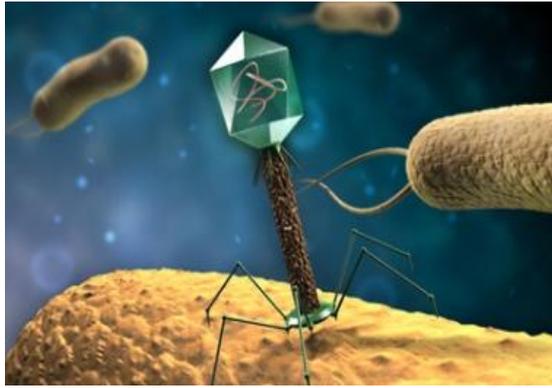
أ- احتواؤها على موقع واحد فقط للقطع بأي أنزيم تقطيع حصري، ويجب ألا يكون موقع التقطيع في نقطة منشأ تضاعف الدنا DNA البلازميدي.

ب- احتواؤها على مورثة واحدة أو مورثتين لمقاومة المضادات الحيوية.

ت- مزودة بمجموعة عناصر وراثية مساعدة لعملية انتساخ الرنا المرسال mRNA وترجمته إلى بروتين خصوصاً في البلازميدات المستخدمة في التعبير الجيني (تسمى النواقل التعبيرية).

• العاثيات الجرثومية Bacteriophages (آكلات الجراثيم):

هي فيروسات تتضاعف داخل خلايا الجراثيم كطفيليات مجبرة فهي خاملة خارج الخلايا، وتعد من الوسائل الفعالة في دراسة الفيروسات وفي الهندسة الوراثية والتقنية الحيوية منها العاثي لمدا (λ).



تتكون العاثيات من غلاف بروتيني يحوي داخله الحموض النووية RNA أو DNA، ويتراوح جينوم العاثي من 2-200 كيلو قاعدة على شكل أشرطة مفردة أو مزدوجة، وهو مثل البلازميدات لكنه يشفر لبروتينات الغلاف الفيروسي وبروتينات أخرى غير تركيبية ضرورية لتجمع جزيئات العاثي.

تصنف العاثيات إلى مجموعتين هي الضارية Virulent والمعتدلة Temperate، وهناك اختلاف في سلوك العاثي داخل المضيف فالعاثي Phage 1 الذي يصيب الجراثيم *E. coli* يندمج مع صبغي الخلية ويتضاعف معه بينما العاثي الأولي Prophage P1 الذي يصيب الجراثيم نفسها يتضاعف كبلازميد بشكل مستقل. من الجدير بالذكر أن العاثيات يمكن أن تمتلك جينات ليس لها علاقة بتحليل الخلايا ويسمى التعبير عن هذه الجينات بتحول العاثي Phage conversion ومن هذه الحالات المهمة ما يحدث في إنتاج سم الخناق في جراثيم *Corynebacterium diphtheriae*، وإنتاج سم البوتولينوم في جراثيم *Clostridium botulinum*، وإنتاج سموم الشيغا Shiga – toxins في جراثيم *E. coli*.

تتميز الملتهمات التي استخدمت في تجارب الهندسة الوراثية بأنها تقبل قطعاً كبيرة في الحجم من DNA الغريب يتراوح طولها ما بين 10-20 كيلو زوج من الأسس الأزوتية، على عكس البلازميدات الجرثومية التي تقبل قطعاً صغيرة في الحجم من DNA الخلية المعطية لا يزيد طولها عن 9 كيلو زوج من الأسس الأزوتية.

• الكوزميدات Cosmids:

الكوزميدات عبارة عن نواقل اصطناعية تتألف من تسلسلات البلازميدات وتسلسلات الملتهمات حيث يتم تجميع DNA الكوزميدات المؤشبة داخل رؤوس الملتهمات لنحصل على ملتهمات كاذبة لا تحلل الخلية الجرثومية، ويسلك الكوزميد سلوك البلازميد عندما يكون داخل الخلية الجرثومية. تستخدم الكوزميدات من أجل إنشاء مكتبات مجينية لأنها تستوعب كميات كبيرة من الدنا DNA المنقول طولها تقريباً 50 كيلو زوج من الأسس الأزوتية.

تقدم التقنية الحيوية بسلاحها الفعال وهو الهندسة الوراثية والدنا المأشوب الكثير للجوانب الزراعية منها هندسة النباتات لإنتاج محاصيل حبوب متكاملة القيمة الغذائية، كما تحاول نقل جينات تثبيت النتروجين إلى النبات نفسه وبذلك تحصل استقلالية للنباتات عن الجراثيم المثبتة للنتروجين إضافة إلى محاولة نقل هذه الفعاليات للنباتات التي لا تتعايش مع الجراثيم المثبتة للنتروجين مثل نقل الجينات إلى العائلة النجيلية التي تضم محاصيل الحبوب، وتقدم التقنية الحيوية المبيدات الحيوية Biopesticides لحماية النباتات، والأدوية لمعالجة الحيوانات، وقد تمكن العلماء من تحسين الأعلاف وزيادة كفاءتها بعد الحصول على إنزيم الفيتاز من الفطر *Aspergillus niger* وهذا الإنزيم يساعد على تلافى مجموعة من المشاكل مثل عدم قدرة الحيوان على هضم العلف وامتصاص المعادن لتأثير بعض المركبات التي تنتج أثر عصبي على الحيوان أو قد تحدث أمراضاً أو تقلل من وضع البيض في الدواجن.

انتهت المحاضرة