التقنية الحيوية ١ Biotechnology 1

المحاضرة : ٢ Lecture : 2

الاحياء المستعملة في التقنية الحيوية Organisms Used in Biotechnology

المرحلة الرابعة - قسم علوم الاغذية

.....

ملخص المحاضرة

تقسم الخلايا بصورة عامة الى نوعين: بدائية النواة وحقيقية النواة، وهناك العديد من الفروق بينهما ابرزها وجود نواة متميزة بغشاء نووي في الخلايا حقيقية النواة. من اهم المصادر المستخدمة في عمليات التقنية الحيوية هي الخلايا النباتية التي تكون هي المفضلة على النبات الكامل في الاستخدام في عمليات التقنية الحيوية، وتستخدم ثلاثة انواع من مزارع الخلايا النباتية هي الخلايا الجسمية والخلايا المفردة والبروتوبلاست. وتعد الخلايا الحيوانية من الانواع الصعبة في التعامل بسبب تعدد احتياجاتها وحساسيتها العالية تجاه المتغيرات، وتستخدم بصورة خطوط خلوية، وهذه تكون على نوعين الخط الخلوي الطبيعي والخط الخلوي السرطاني.والطحالب كائنات حقيقية النواة تعتمد في تغذيتها على التركيب الضوئي لكنها اقل رقيا من النباتات لها استخدامات متعددة في التقنية الحيوية، وتعد الاحياء المجهرية، ومنها البكتريا من اهم الكائنات المستخدمة في عمليات الانتاج والتحويل الحيوي لقصر وقت الجيل وسهولة التعامل معها ومميزات اخرى، والفطريات هي كائنات حقيقية النواة خالية من الكلوروفيل اي انها لاتستطيع ان تصنع غذائها بنفسها، وتضم مجموعتين هما الخمائر والاعفان، والابتدائيات كائنات حقيقية النواة لها تطبيقات محدودة جدا في التقنية الحيوية.الفايروسات كائنات لاخلوية متطفلة اجبارا داخل خلايا المضيف، وتتكون من شريط من الحامض النووي الدي اوكسي رايبوزي او الرايبوزي وليس كليهما، ويكون هذا الشريط محاطا بغلاف بروتيني، وللفايروسات اهمية سلبية كونها عوامل مرضية وايجابية لها تطبيقات مفيدة في حقول مختلفة.

محتويات المحاضرة

١- مقدمة عن انواع الخلايا والفروق بينها

٢- الخلية النباتية

٣- الخلية الحيوانية

٤- الطحالب

٥- الاحياء المجهرية - البكتريا

٦- الفطريات

٧- الابتدائيات

٨- الفايروسات

١- مقدمة عن انواع الخلايا والفروق بينها

تقسم الخلايا الى نوعين: بدائية النواة (Prokaryotic) وحقيقية النواة (Eukaryotic)، وهناك فروق كبيرة بينهما الا ان ابرز هذه الفروق هي وجود نواة متميزة بغشاء في الحقيقية بينما تكون المادة النووية سائبة في السايتوبلازم في البدائية.

ملاحظة: تراجع التراكيب الحية وغير الحية لانواع الخلايا بدائية وحقيقية النواة في المصادر ومحاضرات السنوات السابقة.

فيما يلي بعض الفروق الهامة بين نوعي الخلايا :

الصفة	بدائية النواة	حقيقية النواة
النواة	لاتوجد نواة متميزة	توجد نواة متميزة بغشاء نووي
المادة الوراثية	بشكل حلقة واحدة مغلقة سائبة في السايتوبلازم	بشكل كروموسومات مرتبة موجودة في النواة
الهستونات	غير موجودة	موجودة
نوعية الشفرات	لاتوجد اكزونات وانترونات، اي ان الشريط كله فعال	توجد اكزونات (مناطق فعالة) وانترونات (مناطق غير فعالة) ضمن الشريط
العضيات	بسيطة التركيب	معقدة التركيب
المايتوكوندريا	غير موجودة، ويكون انتاج الطاقة في الاغشية	موجودة، وهي الموقع الرئيس لانتاج الطاقة
الرايبوسومات	من نوع 80 S	من نوع 70 S
اعادة الارتباط الوراثي	تحصل خلال عملية التكاثر الجنسي عند حدوث الاخصاب	تحصل احيانا في البكتريا اثناء عمليات الاقتران والتحول

٢- الخلية النباتية

هي خلية حقيقية النواة تتميز بانها محاطة بجدار خلوي صلب يتكون من السليلوز مع مكونات اخرى كالبكتين واللكنين والهيميسيليلوز، وتحوي الخلية النباتية ايضا على بلاستيدات (وهي ثلاث انواع خضراء و ملونة وعديمة اللون)، وهذا مايميزها عن الخلية الحيوانية.

يعد النبات المفتاح الاول للحياة في الارض وذلك لوجوده في قاعدة السلسلة الغذائية فهو يقوم بصنع الكاربوهيدرات من عناصر اولية لاعضوية (ثاني اوكسيد الكاربون وماء بوجود اشعة الشمس).

اهمية الخلايا النباتية

تتلخص اهمية النباتات والخلايا النباتية بالنقاط الاتية:

أ. مصدر مباشر وغير مباشر لغذاء الانسان.

ب. مصدر متجدد للطاقة لاينضب.

ج. مصدر للزيوت.

د. مصدر للعديد من المواد الكيميائية النباتية (Phytochemicals) مثل الفينولات المتعددة والقلويدات والكلايكوسيدات والانثراكوينونات والستيرويدات.

ه. مصدر للبايرثرينات (Pyrithrins)، وهي من المبيدات الحشرية عالية الفعالية.

و. مصدر للصبغات والصموغ والشموع.

ز. مصدر لبعض الانزيمات مثل البابايين (Papain) المستخدم لتطرية اللحوم.

ح. يمكن استعمال النباتات والخلايا النباتية في عمليات التحويل الحيوي المختلفة.

يفضل استخدام مزرعة الخلايا النباتية العالقة على النبات الكامل للاسباب الاتية :

١- يمكن تنمية الخلايا في المختبر لتكون متوفرة على مدار السنة.

٢- تشغل حجوم صغيرة.

٣- تكون بعيدة عن المؤثرات البيئية.

٤- ان معظم النواتج النباتية هي مواد ايض ثانوي (Secondary metabolites)، لذلك فان تربية النبات تصبح غير مجدية لتاخر الحصول على هذه المركبات.

٥- تكون فرص اجراء التحسينات الوراثية على الخلايا اعلى مقارنة مع استخدام النبات.

مشاكل زراعة الخلايا النباتية

أ. ميل الخلايا النباتية الى التكتل (Agglomeration).

ب. انها تفرز مواد سكرية عالية اللزوجة تسبب صعوبة التقليب والخلط.

ج. بعض الايونات الموجودة في وسط النمو لها تاثير سلبي على نمو الخلايا.

انواع مزارع الخلايا النباتية

١- مزارع الخلايا الجسمية (Somatic cells): يزرع جزء (Explant) من نسيج نباتي على وسط صلب فتعاني الخلايا من انقسامات ليتكون الكالس (Callus)، والذي هو عبارة عن كتلة نامية من جزء نباتي نتيجة حدوث انقسامات عند زراعته على وسط صلب او شبه صلب ويكون بهيئة سهلة التفتت. يؤخذ الكالس ويفتت وينقل الى وسط سائل للحصول على المزرعة العالقة.

٢- مزارع الخلية المفردة (Haploid cells): تحضر هذه المزارع من المتوك الحاوية على حبوب اللقاح حيث تحوي خلاياها على نصف العدد الكروموسومي الموجود في الخلايا الطبيعية.

٣- مزارع البروتوبلاست (Protoplast): تحضر البروتوبلاستات (وهي خلايا منزوعة الجدار الخلوي) من النسيج الحشوي (البارانكيمي) للعروق وذلك باستعمال بعض الانزيمات التي تحلل الجدار الخلوي، ويجب الاعتناء بالضغط الازموزي لمثل هذه المزارع لانه سيكون شديد التاثير عليها.

٣- الخلية الحيوانية

الفرق الاساسي بين الخليتين الحيوانية والنباتية هو ان الخلية الحيوانية لاتمتلك جدارا خلويا، وتمتاز الخلايا الحيوانية بصعوبة تنميتها لكثرة احتياجاتها الغذائية وحساسيتها العالية للمؤثرات الخارجية.

اهمية الخلايا الحيوانية

أ. انتاج بعض الهرمونات مثل هرمونات النمو والهرمونات الجنسية.

ب. انتاج عامل تخثر الدم.

ج. انتاج بعض الانزيمات.

د. انتاج اللقاحات.

ه. انتاج انواع خاصة من المضادات الحيوية.

و. انتاج بعض المبيدات الحشرية الحيوية (لاسيما الفايروسات المستخدمة في مكافحة بعض الافات الزراعية).

انواع مزارع الخلايا الحيوانية

١- الخط الخلوي الطبيعي (Natural cell line): الخط الخلوي هو مجموعة من الخلايا الناتجة من انقسامات متعددة لخلية واحدة، وعادة تشتق الخطوط الخلوية الطبيعية من الانسجة الطلائية.

٢- الخط الخلوي السرطاني (Cancer cell line): الخلايا السرطانية هي خلايا فقدت مقدرتها على اليطرة على الانقسام بسبب حدوث ضرر معين في الجينات، وعادة تفضل الخلايا السرطانية على الطبيعية لطول عمرها بسبب استمرار الانقسام، ومن الامثلة المهمة على هذا النوع من الخطوط الخلوية:

Hella Cells : هي خلايا سرطانية تحتوي على ٤ نسخ من الكروموسوم، ويتم الحصول عليها بتهجين الخلايا.

Hybridoma : احد انواع الخطوط الخلوية السرطانية يشتق من تهجين خلايا سرطانية مع خلايا الطحال ومثل هذه الخطوط تكون ذات اهمية كبيرة في التقنية الحيوية.

٤- الطحالب

كائنات حقيقية النواة (باستثناء مجموعة الطحالب الخضر المزرقة) تعتمد في تغذيتها على التركيب الضوئي، لذلك فهي من نوع الكائنات ذاتية التغذية (Autotroph)، وتقسم الطحالب الى عدة شعب:

١- اليوغلينات Euglenophycophyta

٢- الطحالب الخضراء Chlorophycophyta

٣- الطحالب الثنائية Pyrrophycophyta

٤- الطحالب الحمراء Rhodophycophyta

٥- الطحالب البنية Phaephycophyta

٦- الطحالب الذهبية Chrysophycophyta

يعتمد تقسيم الطحالب الى مجاميع استنادا الى عدة صفات اهمها :

أ. تركيب الجدار الخلوي: فمثلا اليوغلينات لايوجد فيها جدار خلوي، بينما الدايتومات تتميز بانها ذات غلاف مكون من صفائح سليكونية.

ب. نوع الصبغات: صبغات التركيب الضوئي في الطحالب ثلاثة انواع هي a, b, and c ، وهناك صبغات اخرى مثل Phycobillins ذات اللون الاحمر،وبعض الطحالب تفقد الصبغة الخضراء مع تقدم العمر فتتحول الى طحالب عديمة اللون تسمى Leucophyta .

ج. نوعية المواد المخزونة: تقوم الطحالب بخزن الزيوت والنشا، ويخزن النشا بصورة مركبات اهمها Leucosin و Laminarin و Paramylum .

د. وسيلة الحركة: معظم الطحالب غير متحركة، لكن بعضها يمتلك اسواطا للحركة، ويطلق على هذه المجموعة مصطلح السوطيات (Flagellates).

ه. وجود الطحالب: اغلب الطحالب تكون حرة المعيشة وتصنع غذائها بنفسها، وبعضها تتعايش مع الفطريات مكونة الاشنات (Lichens) المسؤولة عن انسداد الانابيب، وبصورة عامة تفضل الطحالب البيئة المائية لكن بعضها يمكن ان يوجد على اليابسة.

التكاثر في الطحالب

اولا. التكاثر اللاجنسي (Asexual reproduction)، ويتم بطريقتين:

أ. التجزؤ (Fragmentation)، اذ يتجزأ خيط الطحلب وتنمو هذه الاجزاء الى طحالب كاملة.

ب. السبورات اللاجنسية (Asexual spores)هي طريقة حماية اكثر من كونها طريقة للتكاثر، اذ تضاف بكتات الكالسيوم لتسميك الجدار الخلوي لزيادة مقاومة الطحالب للظروف البيئية فينتج السبور اللاجنسي.

ثانيا. التكاثر الجنسي (Sexual reproduction): تتكاثر الطحالب احادية المسكن (Monoeious)، وتسمى ايضا Homothalic ، بتكوين كميتات ذكرية وانثوية، ويحصل الاخصاب في الكائن نفسه، وهناك طحالب تقوم بتكوين اما كميتات ذكرية او انثوية وليس كلا النوعين ويطلق عليها ثنائية المسكن (Dioecious)، وتسمى ايضا Heterothalic ، وتتكون الكميتات الذكرية في التراكيب التكاثرية الذكرية (Antheridium)، وتتكون الكميتات الانثوية في التراكيب التكاثرية الانثوية (Oogonium).

دورة حياة الطحالب

يمكن تمييز اربعة انواع من دورات الحياة في الطحالب:

١- يكون الطحلب حاويا على عدد زوجي (2n) من الكروموسومات (اي diploid) في اغلب فترات حياته، وقد يعاني انقساما اختزاليا لتكوين كميتات مفردة العدد الكروموسومي (1n) اي haploid ، وهي عادة فترة قصيرة سرعان ماتتحد لتكوين الكائن الجديد.

٢- عكس النوع الاول حيث ان معظم حياة الطحلب تكون هابلويد، اذ يعاني الطحلب بعد حدوث الاخصاب بفترة قصيرة انقساما اختزاليا لتكوين خلايا هابلويدية تمثل معظم فترة الحياة.

٣- تتساوى تقريبا الفترات التي يكون فيها الطحلب بالصورتين هابلويدية ودايبلويدية، حيث يكون الكائن 1n والكميت 2n ودائما نجد النوعين في مزرعة الطحلب عند اي وقت.

٤- تكون دورة الحياة غير متماثلة، اذ توجد فيها خلايا صغيرة الحجم من نوع 1n وخلايا كبيرة الحجم من نوع 2n تحمل السبورات الناتجة عن اتحاد تلك الكميتات، وهذا النوع هو الاقل شيوعا في الطحالب.

اهمية الطحالب

أ. الطحالب كائنات منتجة تقوم بعملية التركيب الضوئي.

ب. تشكل كتلة حيوية جيدة.

ج. تستخدم في انتاج البروتين مثل طحلب Chlorella الذي تصل نسبة البروتين فيه الى ٦٠%، وطحلب Sceedesmus .

د. تستخدم بعض الطحالب كغذاء مباشر للانسان مثل طحلب Spirulina .

ه. تستخدم بعض الطحالب في معالجة الفضلات، فقد نجح استخدام الدايتومات (Diatoms) في ازالة بعض انواع التلوث.

و. انتاج بعض المواد المثخنة والمصلبة، الاكر مثلا ينتج من عدة انواع من الطحالب اهمها Gelidium و Gracilaria و Euchenma ، وتنتج الالجينات (Alginates)، وهي من المواد المثخنة من Laminaria و Macrocystis و Ascophyllum .

ز. انتاج الكليسيرول، وهو من التطبيقات الهامة والواسعة للطحالب، اذ يستخدم الطحلب Dunaliella في انتاجه اذ يشكل الكليسيرول حوالي ٦٠% من وزنه.

ح. انتاج الهيدروكاربونات: يمتاز الطحلب Botryococcus بمقدرته على تجميع الهيدروكاربونات حيث يمكن ان تصل نسبتها الى حوالي ٧٥% من وزنه.

٥- الاحياء المجهرية - البكتريا

تعد الاحياء المجهرية هي المفضلة على غيرها من الكائنات الحية في التقنية الحيوية لعدة اسباب اهمها:

١- سريعة النمو بسبب ارتفاع نسبة السطح الى الحجم مما يسبب زيادة في كفاءة نقل المواد الغذائية، كما ان وقت الجيل (Generation time)، وهو المدة اللازمة لتصبح الخلية الواحدة خليتين، قصير نسبيا وبمعدل لايتجاوز ٦٠ دقيقة، بينما وقت الجيل للخلية الحيوانية يتجاوز اسبوعين.

٢- يمكن زراعة اعدا كبيرة من الخلايا في حيز صغير ودون مشاكل.

٣- تستهلك الاحياء المجهرية مواد رخيصة الثمن ومتوفرة كالمخلفات.

٤- تمتلك مسارات ايضية مختلفة مما يضمن الحصول على انواع مختلفة من المنتجات.

٥- تتميز بنظام راقي لاجهزة التنظيم، وتتصف بسرعة تجاوبها مع المتغيرات البيئية.

٦- انظمتها الوراثية بسيطة، ومن السهل اجراء التحسينات الوراثية عليها.

٧- لاتخضع الى قانون الشيخوخة، اذ انها تستمر بالانقسام الى مالانهاية طالما كانت المواد الغذائية متوفرة.

اهمية الاحياء المجهرية

أ. الصناعات الغذائية: تستخدم كغذاء مباشر، وفي تصنيع المنتجات مثل الالبان المتخمرة والمعجنات والمخللات، وتستخدم لانتاج مواد صناعية كالانزيمات والحوامض ومواد النكهة.

ب. المجالات الطبية: مثل المضادات الحيوية واللقاحات.

ج. المجالات الزراعية: مثل تحضير المبيدات الحيوية والاسمدة الحيوية ومنظمات النمو وتخمير العلف الحيواني.

د. الصناعات الكيميائية: تنتج الاحياء المجهرية مركبات مختلفة كالكحولات والسكريات والانزيمات والحوامض وغيرها من المواد المستخدمة في التطبيقات الصناعية، كما في استخدام اللايبيز في صناعة المنظفات ذات الجودة العالية.

ه. التعدين والتنقيب عن النفط: تستخدم بعض الاحياء المجهرية للكشف عن النفط وبعض المعادن، وتساعد في انتاج المستحلبات الحيوية الضرورية في عملية استخلاص المعادن.

و. البيئة: تستخدم بعض الاحياء المجهرية في معالجة التلوث، كما في حالة معالجة البقع النفطية في البحار ومعالجة الفضلات الزراعية والصناعية.

٦- الفطريات

احياء حقيقية النواة خالية من الكلوروفيل بعضها احادي الخلية ومعظمها متعددة الخلايا تضم مجموعتين الخمائر (Yeasts) والاعفان (Molds).

الخمائر كائنات احادية الخلية تنتمي الى مجموعة الفطريات الكيسية تتكاثر لاجنسيا بالتبرعم، وتقسم الى:

١- خمائر حقيقية (True yeasts): تكون سبورات كيسية وتتكاثر جنسيا.

٢- خمائر كاذبة (False yeasts): لا تكون سبورات كيسية لعدم وجود التكاثر الجنسي فيها.

تتميز الخمائر بعدم تكوينها للغزل الفطري (Hyphae او Mycellium)، اما الاعفان فتتميز بوجود الغزل الفطري. ان غياب الكلوروفيل يجعل الفطريات غير ذاتية التغذية اي انها مجبرة على استخدام الكاربون العضوي.

هايفات الاعفان قد تكون مقسمة بحواجز عرضية (septums) كما في الفطريات الراقية او غير مقسمة كما في الفطريات الناقصة. ويحيط بالهايفا جدار مكون من الكايتين والسليلوز الملتفين على بعضهما وبصورة مطمورة في مزيج من السكريات المتعددة اهمها المانان والكالاكتان مع وجود مواد بروتينية ضمن تركيب الجدار. وهذا الجدار يحيط بالغشاء الخلوي الذي يحوي بداخله سائل كثيف هو السايتوبلازم الذي توجد فيه التراكيب الخلوية ومن ضمنها نواة واجدة او اكثر.

تقسيم الفطريات

تقسم الفطريات الى اربع مجاميع رئيسية هي:

١- الفطريات الواطئة Phycomycotina : تكون سبورات، تعيش في بيئة مائية وعلى سطوح النباتات المتحللة، تكون هايفا تتغلغل داخل جسم المضيف لتمتص الغذاء منه، او تعيش على اليابسة بشكل خيطي.

امثلة: Mucor و Rhizopus .

يمكن تمييز الفطريات الواطئة عن الراقية حيث تكون الهايفا غير مقسمة في الواطئة والسبورات تكون في علب.

٢- الفطريات الكيسية Ascomycotina: من الفطريات الراقية لكن السبورات تكون في اكياس، وهي ناتجة من اتحاد كميتات ذكرية وانثوية، وهي من اوسع مجاميع الكائنات الحية على الارض، مثال: الخمائر.

٣- الفطريات البازيدية Basidiomycotina: وهي فطريات اكثر تطورا، وتتميز باحتوائها على تراكيب خاصة تسمى البازيديوم تحمل نوعا خاصا من السبورات تسمى السبورات البازيدية. مثال فطر الاكل (المشروم).

٤- الفطريات الناقصة Deutromycotina: تشمل انواع الفطريات ذات الهايفا المقسمة التي لم يعرف لها طور جنسي في التكاثر، ويطلق عليها ايضا Fungi Imperfecti ، مثل Penicillium و Aspergillus و Botrytis.

اهمية الفطريات

أ. مصدر غذائي مباشر مثل العرهون *Agaricus bisporus* والكمأ *Tuber melanosporus* وانواع اخرى مثل *Marchella esculenta* و *Volvoriella pleurotes* ، وبعض الفطريات تستخدم كعلف للحيوانات.

ب. انتاج الحوامض العضوية مثل حامض الستريك.

ج. انتاج بعض المواد الصيدلانية كالمضادات الحيوية والقلويدات.

د. انتاج الهرمونات ومنظمات النمو النباتية، فالجبريلين ينتج من فطر *Gibberella fujikurii* .

٧- الابتدائيات

القليل من الابتدائيات يسبب الامراض، ومعظمها حر المعيشة في الماء والتربة، واستعمالاتها محدودة في التقنية الحيوية، ومن ابرزها استخدام الطفيلي Tetrahymena priformis لتعيين القيمة الغذائية للمواد حيث ان الاحتياجات الغذائية لهذا الطفيلي تشابه كثيرا اختياجات الانسان.

٨- الفايروسات

هي كائنات لاخلوية تتكون من حامض نووي دون وجود سايتوبلازم او غشاء خلوي، وهي اجبارية التطفل اذ انها لاتنمو مطلقا خارج الخلايا، ويطلق عليها الرواشح لانها تمر من ورق الترشيح.

تتألف الفايروسات من DNA او RNA ولاتحوي على الاثنين معا، ويطلق على الشريط المكون للفايروس مصطلح الفايرون (Viron) الذي قد يكون عاريا (naked) او محاطا بغلاف بروتيني يسمى قفيصة (Capsid) يتكون من وحدات تدعى كابسوميرات (Capsomers) يتراوح طول الواحدة منها بين ٢٠ و ٣٠٠ نانومتر، ومن وظائف القفيصة المساعدة على التصاق الفايروس على سطوح الخلايا واختراق الغشاء الخلوي.

تسمى الفايروسات التي تصيب الاحياء المجهرية عاثيات (Phages)، فالتي تصيب البكتريا هي بكتريوفاج (Bacteriophage) والتي تصيب الفطريات هي مايكوفاج (Mycophage).

النمو والتكاثر في الفايروسات

يعني التكاثر في الفايروسات تضاعف المادة الوراثية، وتتالف دورة حياة الفايروس من ٤ مراحل هي:

١- الامتزاز او الادمصاص او الالتصاق او الارتباط Adsorption / Binding

يرتبط الفايروس الى مستلمات خاصة في الغشاء الخلوي او الجدار او الاسواط.

٢- الاختراق Penetration

بعد الارتباط يخترق الذنب (Tail) الغشاء الخلوي ثم تتقلص القفيصة مسببة حقن الحامض النووي الفايروسي داخل الخلية.

٣- التضاعف Replication

تتم هذه العملية بطريقة مشابهة لتضاعف الحامض النووي الخلوي (DNA).

هناك فايروسات من نوع RNA يتم اولا تحويلها الى صورة DNA بعملية خاصة تسمى الاستنساخ العكسي (Reverse Transcription) ليتمكن بعدها الفايروس من التضاعف بطريقة اعتيادية. في نهاية هذه المرحلة يتم بناء القفيصة والذنب بالقرب من الغشاء الخلوي.

٤- التحلل والانطلاق Lysis

تزداد فعالية انزيم Lysozyme فيحلل مناطق من الغشاء الخلوي وينطلق ١٠ – ١٠٠ فايروس من كل خلية، ويحدث احيانا ان يعبأ DNA خلوي مقتطع من الخلية بدل DNA الفايروس فتكون هذه العملية وسيلة لنقل المعلومات الوراثية تدعى التنبيغ (Transduction).

تتصف بعض الفايروسات بظاهرة التحلحل (Lysogeny)، وهي اندماج DNA الفايروس مع DNA الخلية ويبقى معه مدة من الزمن، ثم يمكن للفايروس ان يستأصل نفسه ويعود لاكمال دورة حياته.

اهمية الفايروسات

للفايروسات جوانب سلبية وايجابية وكما يأتي:

اولا. الجوانب السلبية:

١- تسبب الامراض باعتبارها عوامل مرضية.

٢- تضعف نشاط بكتريا البادیء.

ثانيا. الجوانب الايجابية:

١- تحضير اللقاحات.

٢- المكافحة الحيوية.

٣- الهندسة الوراثية (نواقل للجينات).

٤- انتاج بعض الانزيمات مثل انزيم الاستنساخ العكسي Reverse Transcriptase الذي يبني DNA من RNA.

المصادر

١- الخفاجي، زهرة محمود. (١٩٩٠). التقنية الحيوية. مطابع جامعة الموصل، الموصل، العراق.

٢- العاني، فائز. (١٩٩٦). التكنولوجيا الحيوية. مطابع دار الحكمة، الموصل، العراق.

٣- Naz,Z. (2015). Introduction to Biotechnology. DOI: 10.13140/RG.2.1.3517.8968. University of Punjab.