الوحدة السابعة

المادة الوراثية فى البكتيريا ودورة حياة الفيروسات المتطفلة على البكتيريا

الأهداف :- من المتوقع في نهاية دراسة هذه الوحدة أن يكون الطالب قادرا علي أن :

١ - يتعرف علي تركيب المادة الوراثية فى البكتيريا ومحتواها البلازميدي وعلاقته ببعض الصفات فى خلايا البكتيريا .

٢ - يشرح دورة حياة الفيروسات النباتية ودور الفيروس فى نقل المادة الوراثية من خلية بكتيرية إلي أخري .

٣ - يحدد أهمية الTi - plasmid الموجود فى خلايا الأجروبكتيريم ودوره فى نقل الجينات للخلايا النباتية .

٤- يشرح دورة الحياة الجنسية لخلايا البكتيريا ودورها فى نشأة تراكيب وراثية جديدة من البكتيريا .

٥- يفهم خطأ كيرنز (**Qairns , 1963**) الذى أوضح أن الكرموسوم البكتيري دائري بإستخدام تكنيك قياس الإشعاع الذاتي **Autoradiography** فى تصور حدوث تضاعف الكروموسوم البكتيري من نقطة البداية فى إتجاه واحد وإنما يمكن أن يحدث التضاعف فى كلا الإتجاهين من نقطة بداية واحدة .

٦- يستوعب دور **Tatum and Lederberg** عام ١٩٤٨ والذين يعتبروا أول من إكتشفوا **Conjugation** فى البكتريا وحصلوا بذلك الإكتشاف على جائزة نوبل فى عام ١٩٥٨ والذين أثبتوا أن بعض البكتيريا على الأقل تمر بعملية جنسية بالرغم من أنه لم يشاهد الإتحاد الجنسى مباشرة تحت الميكروسكوب الإلكترونى إلا حديثاً فى عام ١٩٥٧ بواسطة **Anderson, Wollman and Jacob** .

٧- يحدد دور **Brenner** فى عام ١٩٥٩ بأنه هو أول من تعرف على تركيب الفاج .

٨- يستوعب الوسائل الرئيسية للسيطرة على الأمراض الفيروسية وبأعلي مستوى فى تقسيم الفيروسات حتى الآن والذى يعتمد على طبيعة المادة الوراثية .

٩- يحدد خصائص جينوم الفيروس وإستراتيجية ترجمة الجينات للجينوم الفيروسي فى الأجناس المختلفة .

١٠- يجري التزاوج الجنسي فى البكتيريا للحصول على تراكيب وراثية جديدة منها .

المادة الوراثية فى خلايا البكتيريا والفيروس

تتكون المادة الوراثية فى البكتريا من كرموسوم واحد رئيسى ، وفى العديد من الحالات ، يوجد من واحد إلى العديد من جزيئات **DNA** التى تقع خارج الكرموسوم الرئيسى للخلية البكتيرية والتى تسمى بالبلازميدات .

- البلازميدات هى عبارة عن وحدات من المادة الوراثية لها القدرة على التضاعف مستقلة عن الكروموسوم الرئيسى للخلية وهى فى تلك الحالة اللاكروموسومية .

- تعد بعض البلازميدات **Plasmids** شظايا من الكرموسوم البكتيرى ويعد البعض الآخر تراكيب متحدة من شظايا **DNA**.

أغلب البلازميدات غير ضرورية لعوائلها إلا أن بعضها يتحكم فى تفاعلات خاصة بالمضادات الحيوية ٠ ولها القدرة على التكرار المستقل والإتحاد مع DNA الغريب وتفيد فى مجال الهندسة الوراثية Genetic engineering

تسبب بكتيريا ***Agrobacterium tumefaciens*** مرض التدرن التاجي وهو مرض خطير لمحاصيل الفاكهة والمشاتل بالذات ويظهر المرض عند دخول البكتريا الحية من الأسطح المجروحة فى النبات وفى منطقة التاج عادة (منطقة الإلتقاء بين الساق والتربة) .

فى حالة إصابة النبات بالأجروبكتيريم تتحد شظية من **DNA** للبلازميد **Ti** مع مقطع من **DNA** الخلية النباتية المتعرضة للعدوى، تشفر الجينات الآتية من البلازميد والمندمجة فى الخلايا النباتية للإنزيمات التى تشجع على النمو المستمر وغير المنضبط للورم الذى بدأ من التدرن الناجم عن الإصابة البكتيرية.

البلازميدات والإيبوسومات كعناصر وراثية

Plasmids and Episomes as Genetic Elements

تندرج البكتيريا تحت مجموعة الكائنات غير مميزة النواة **Procaryotes** ومن أوضح المميزات فى هذه الكائنات أن المحتويات النووية غير محاطة بغشاء نووي كما فى حالة الكائنات مميزة النواة **Eucaryotes** كما أنها تفتقد بعض التراكيب الموجودة فى خلايا الكائنات مميزة النواة كالميتوكوندريا والشبكة الإندوبلازمية ومعقد حولجي والليسوزمات.

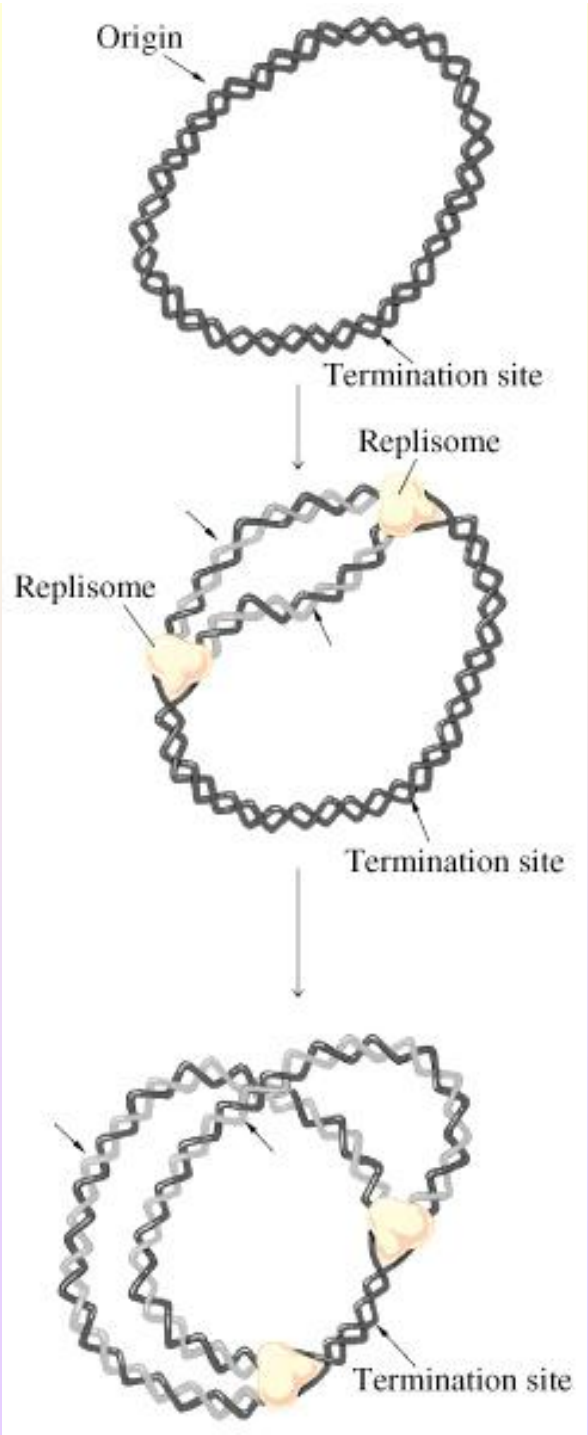
عند تضاعف الكرموسوم البكتيري فإنه ينشق إلى نصفين ينفصلان عن بعضهما ، وكل دورة تضاعف تحدث من نقطة بداية **Initial point** ، وقد أخطأ كيرنز (**Qairns , 1963**) الذى أوضح أن الكرموسوم البكتيري دائري بإستخدام تكنيك قياس الإشعاع الذاتي **Autoradiography** فى تصور حدوث التكرار من نقطة البداية فى إتجاه واحد ، فلقد أوضحت تجارب عديدة منذ ذلك الحين فى كل من ***E. coli , Salmonella typhimurium , Bacillus subtilis*** أن تضاعف الكروموسوم يتم فى إتجاه ثنائي ولكنه لم يستبعد بشكل قاطع إحتمال حدوث التضاعف فى إتجاه واحد فى بعض كرموسومات العشيرة.

ففي العشيرة النامية تكون الكرموسومات كلها فى حالة تكرار، وبما أن التكرار يبدأ من نقطة ثابتة (i) فأغلب الخلايا ستكون بها الجينات المتكررة القريبة من (i) بينما الجينات البعيدة عن (i) ستكون أقل تكرارا فى العشيرة حيث يحدث تكرارها فى نهاية الدورة .

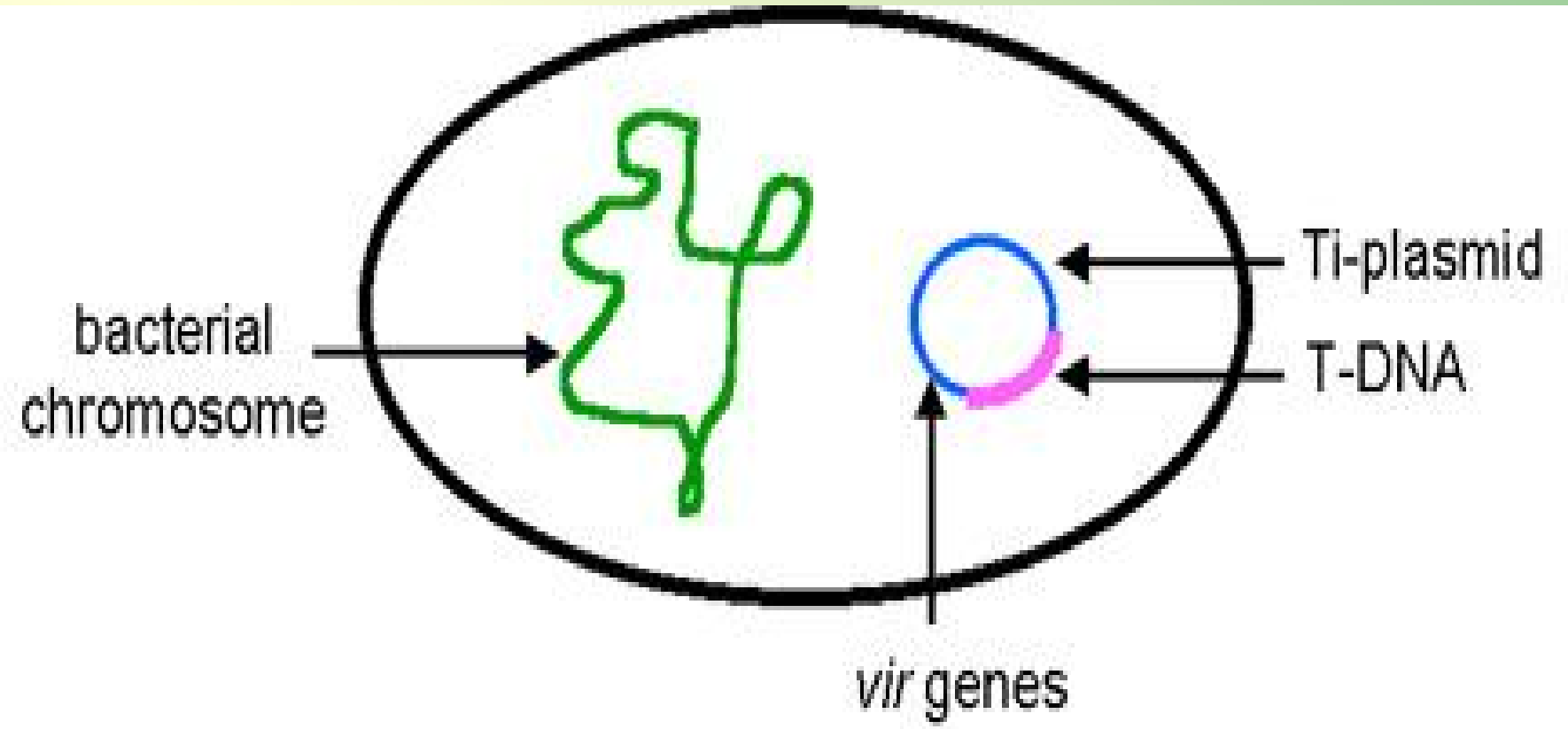
فإذا كان التكرار أحادي الإتجاه Unidirectional replication فسيتناسب تكرار الجينات مع البعد عن نقطة البداية (i) فى إتجاه واحد وسيكون أقلها تكرارا الجينات المجاورة لنقطة البداية من الإتجاه الأخر .

أما إذا كان التكرار ثنائي الإتجاه **Bidirectional replication** فتظهر درجات من تكرار الجينات على جانبي نقطة البداية **(i)** متساوية على مستوى الإتجاهين وتكون أقل الجينات تكرارا هى الجينات المقابلة لنقطة بداية التضاعف **(i)** على الكروموسوم. يبدأ التضاعف عند منطقة معينة من الكروموسوم هى منطقة البداية **origin** ، ومنطقة بداية التضاعف هى عبارة عن تتابع معين من النيوكليتيدات يرتبط بها عدد من البروتينات لبدء عملية التضاعف ، موقع الشريحة التالية هو :

- (http://www.chembio.uoguelph.ca/educmat/chm258/replicat.htm)


Origin
Termination site
Replisome
Replisome
Termination site
Termination site

معظم البلازميدات وليست كلها تعد غير ضرورية للخلايا التى تحملها وذلك لأنها تلزم لحياة وبقاء الخلية بينما فى بعض الحالات تعتبر ضرورية تحت ظروف بيئية خاصة وذلك فى حالة وجود مضادات حيوية فى البيئة.



المحتوى الكروموسومي ومكونات المحتوى البلازميدي فى بكتيريا *Agrobacterium tumefaciens* المسببة لمرض التدرن التاجي فى النباتات ذوات الفلقتين

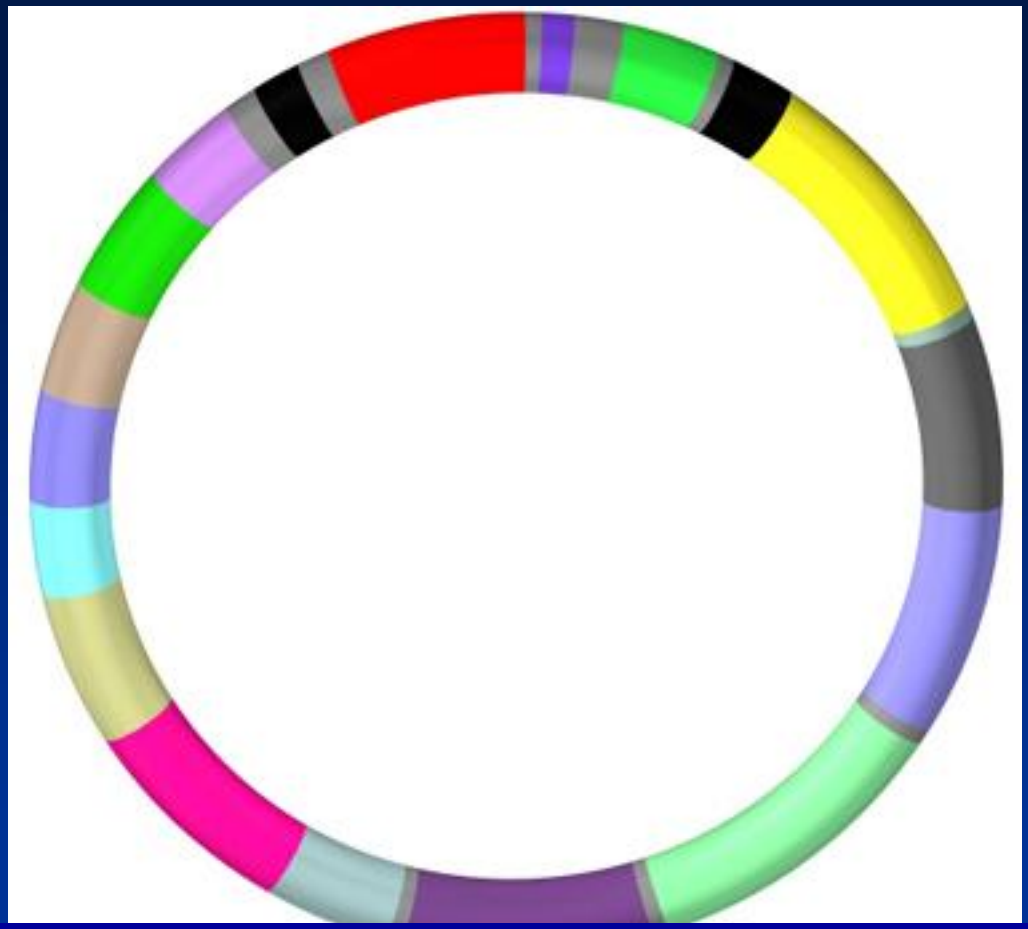
http://courses.washington.edu/z490/gmo/natural.html

الإيبوسومات Episomes

هى عبارة عن عناصر وراثية يمكن أن تتضاعف بإحدى الطريقتين التاليتين :

- كجزء يدخل فى الكروموسوم الرئيسى للخلية.
- أو كعنصر وراثى له القدرة على التضاعف الذاتى مستقلا عن الكروموسوم الرئيسى للخلية.

الكلمات **Episome, plasmid** ليست كلمات مترادفة لأن العديد من البلازميدات لا توجد فى حالة **Integrated states** وفى ذات الوقت ليست **Episomes** . كروموسومات العديد من الفاجات التى توجد فى الصورة المعتدلة فى الخلية **Temperate phage** مثل جينوم الفاج لمبدا **Phage genome** تعتبر **Episomes** وليست بلازميدات .



Ti – plasmid

Ti – plasmid فى بكتيريا ***Agrobacterium tumefaciens*** المسببة لمرض التدرن التاجي فى النباتات ذوات الفلقتين .

http://www.ppws.vt.edu/~sforza/prokaryote.html

تسمى الخلايا البكتيرية التى تحمل العامل F فى صورة إستقلال ذاتى عن كروموسوم الخلية بالخلايا المعطية F+ وخلال عملية التزاوج بين الخلايا المعطية F+ والخلايا المستقبلة F– ينتقل فقط العامل F وتسمى الخلايا التى تحمل العامل F فى صورته التى يتصل فيها بالكرِوموسوم البكتيرى Integrated state بالسلالات التى تعطى تكرار مرتفع جداً من العبور الوراثى Hfr.

Conjugation and recombination in *E. coli*

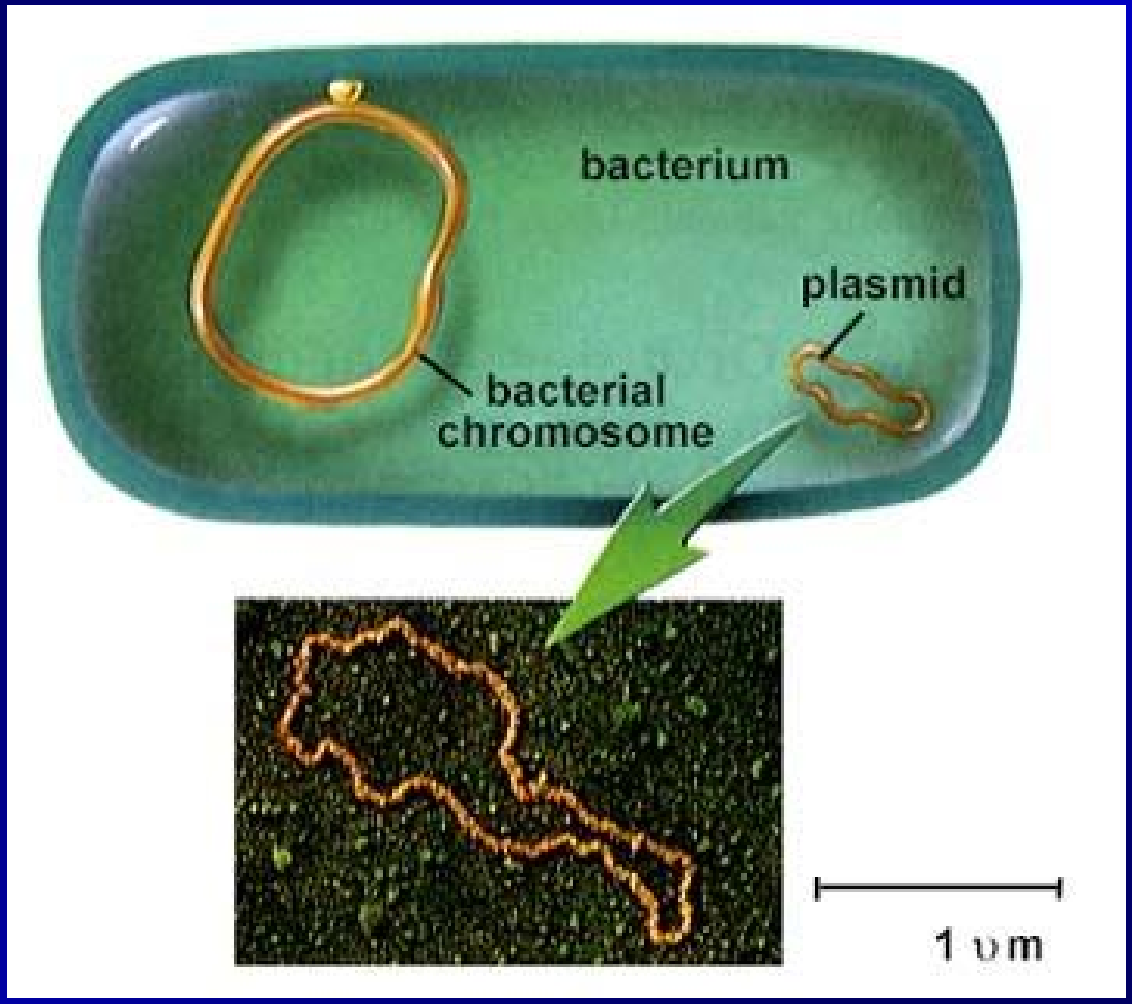
أوضح Lederberg and Tatum عام ١٩٤٨ أن بعض البكتيريا على الأقل تمر بعملية جنسية بالرغم من أنه لم يشاهد الإتحاد الجنسى مباشرة تحت الميكروسكوب الإلكترونى إلا حديثاً فى عام ١٩٥٧ بواسطة Anderson, Wollman and Jacob ، وبذلك يعد Lederberg and Tatum فى عام ١٩٤٦ هم أول من إكتشفوا Conjugation فى البكتريا وحصلوا بذلك الإكتشاف على جائزة نوبل فى عام ١٩٥٨ .

عامل الجنس The F factor فى البكتيريا

عامل الجنس هو عبارة عن جزىء صغير من DNA طوله يوازى ٢٪ من طول كروموسوم *E. coli* ويمكن أن يتواجد فى حالتين :

– الأولى منهما هى Autonomous self-replicating circular molecule والخلية التى تحتوى على هذا العامل بهذه الصورة تسمى F^+.

– أما الحالة الثانية وفيها يحدث عبور فردى بين العامل الحلقى F والكروموسوم البكتيرى الحلقى فيترتب على ذلك إندماج العامل F فى الكروموسوم وتعرف هذه بسلالات Hfr وهى سلالات غير ثابته حيث يمكن أن تتحول إلى F^+ بواسطة Similar recombination event ويترتب على ذلك إنفصال عامل الجنس عن الكروموسوم البكتيرى ، ويمكن للخلايا F^+ أن تتحول إلى F^- بفقد عامل الجنس .



العلاقة بين البلازميد والكروموسوم فى نفس الخلية البكتيرية.

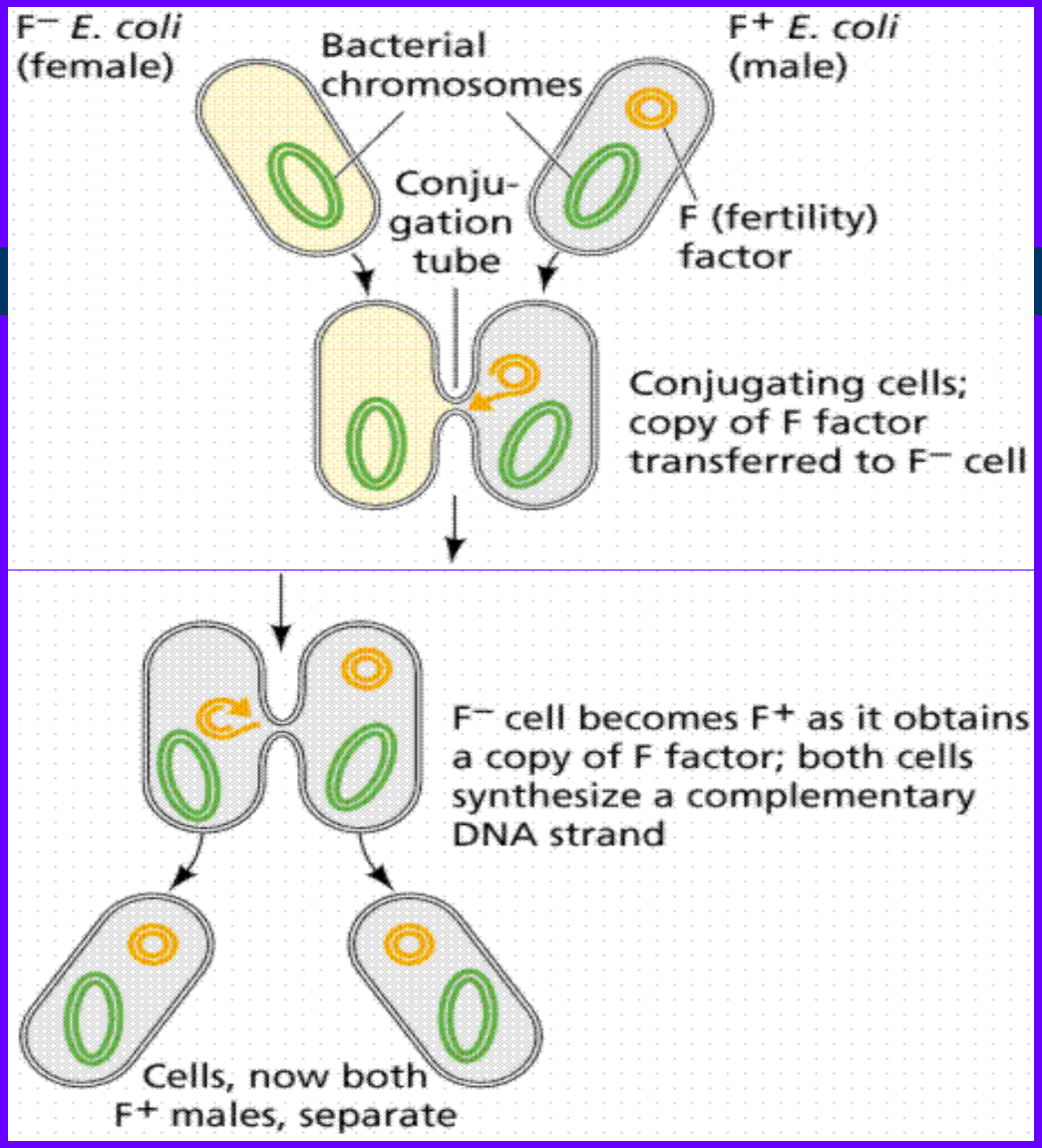
http://www.estrellamountain.edu/faculty/farabee/biobk/BioBookDNAMOLGEN.html

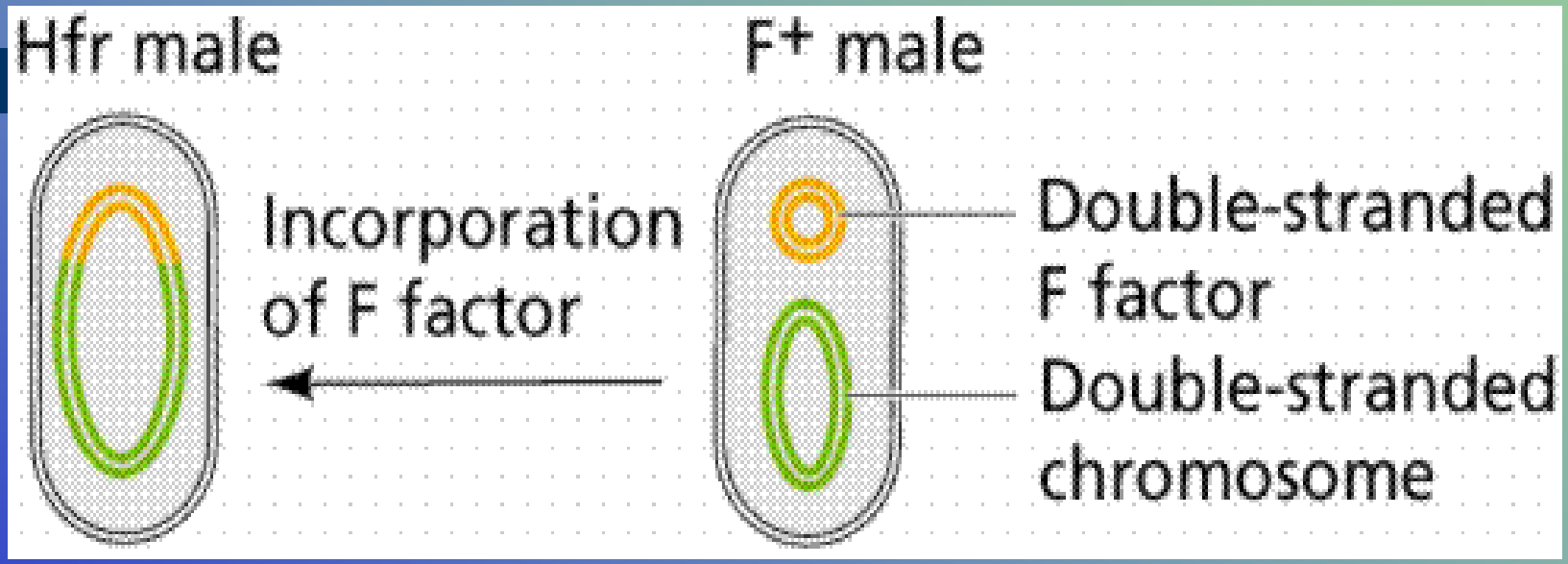
- الإيبيسوم هو عبارة عن بلازميد يندمج فى الكروموسوم البكتيري، والبلازميدات لها القدرة على التضاعف بأسلوب مشابه لتضاعف الكروموسوم البكتيري.

- عامل الجنس يحتوى على ٢٥ جين بعضها يتحكم فى إنتاج F pili وهى عبارة عن بروتينات تمتد من سطح الخلايا المذكرة F^+ إلى سطح الخلايا المؤنثة F^-.

-موقع الصورة التالية هو :

http://www.biologie.uni-hamburg.de/b- online/library/onlinebio/BioBookGENCTRL.html


F⁻ *E. coli* (female)
Bacterial chromosomes
F⁺ *E. coli* (male)
Conju-gation tube
F (fertility) factor
Conjugating cells; copy of F factor transferred to F⁻ cell
F⁻ cell becomes F⁺ as it obtains a copy of F factor; both cells synthesize a complementary DNA strand
Cells, now both F⁺ males, separate



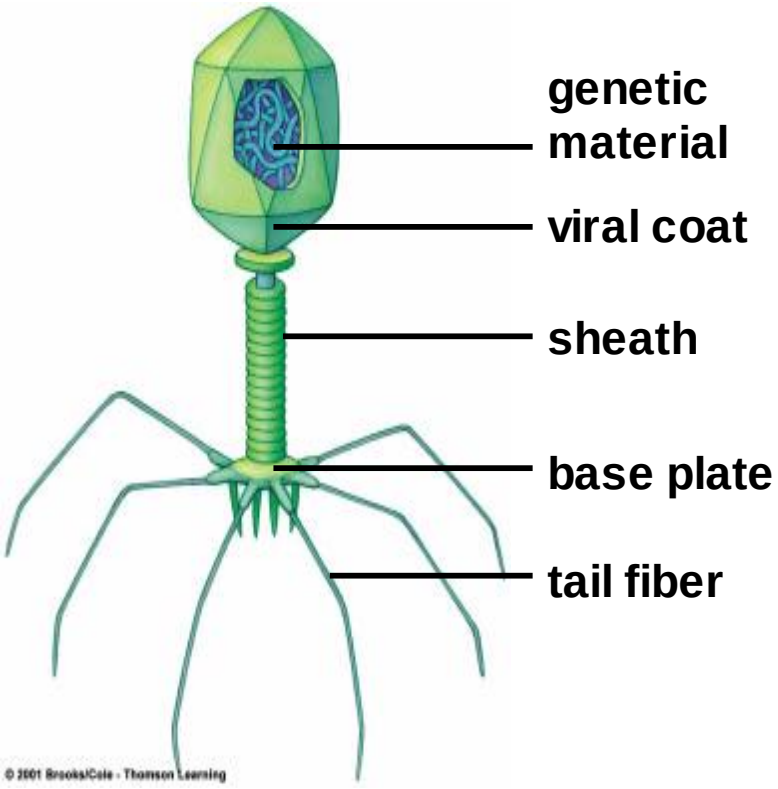
شكل يوضح تبادل المادة الوراثية فى البكتيريا

http://www.biologie.uni-hamburg.de/b- online/library/onlinebio/BioBookGENCTRL.html

دورة حياة الفيروسات البكتيرية
Bacterial viruses (Bacteriophages)

تحتوي الفيروسات النباتية عادة علي RNA بينما تحتوى الفيروسات الحيوانية والفيروسات البكتيرية على DNA عادة كمادة للوراثة ، وإن كانت بعض الفيروسات الحيوانية مثل فيروس الإنفلونزا يحتوى على RNA.

أغلب الفيروسات التى يوجد بها مادة الوراثة RNA كفيروس تبقع أوراق الدخان وفيروس الإنفلونزا تحتوى على خيط واحد مزدوج من RNA.



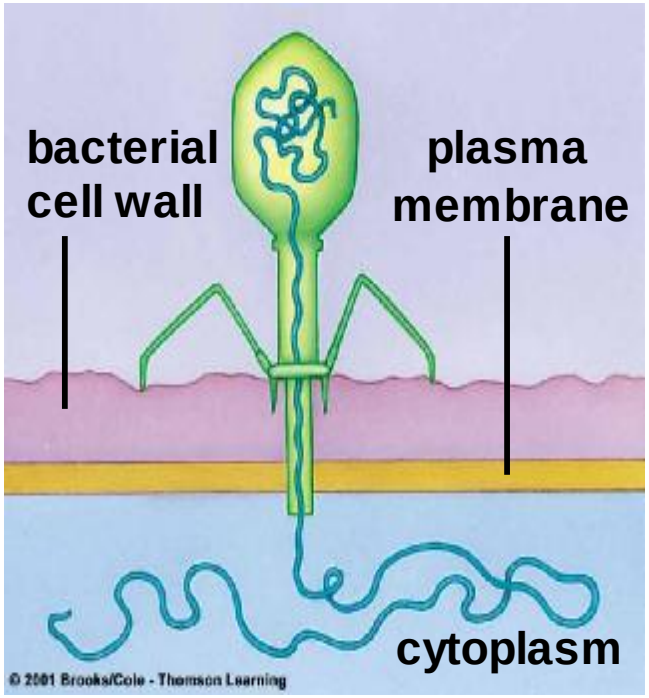


Figure 13.4a,b
Page 218-219

Slide ٣

شكل يوضح تركيب الفاج.

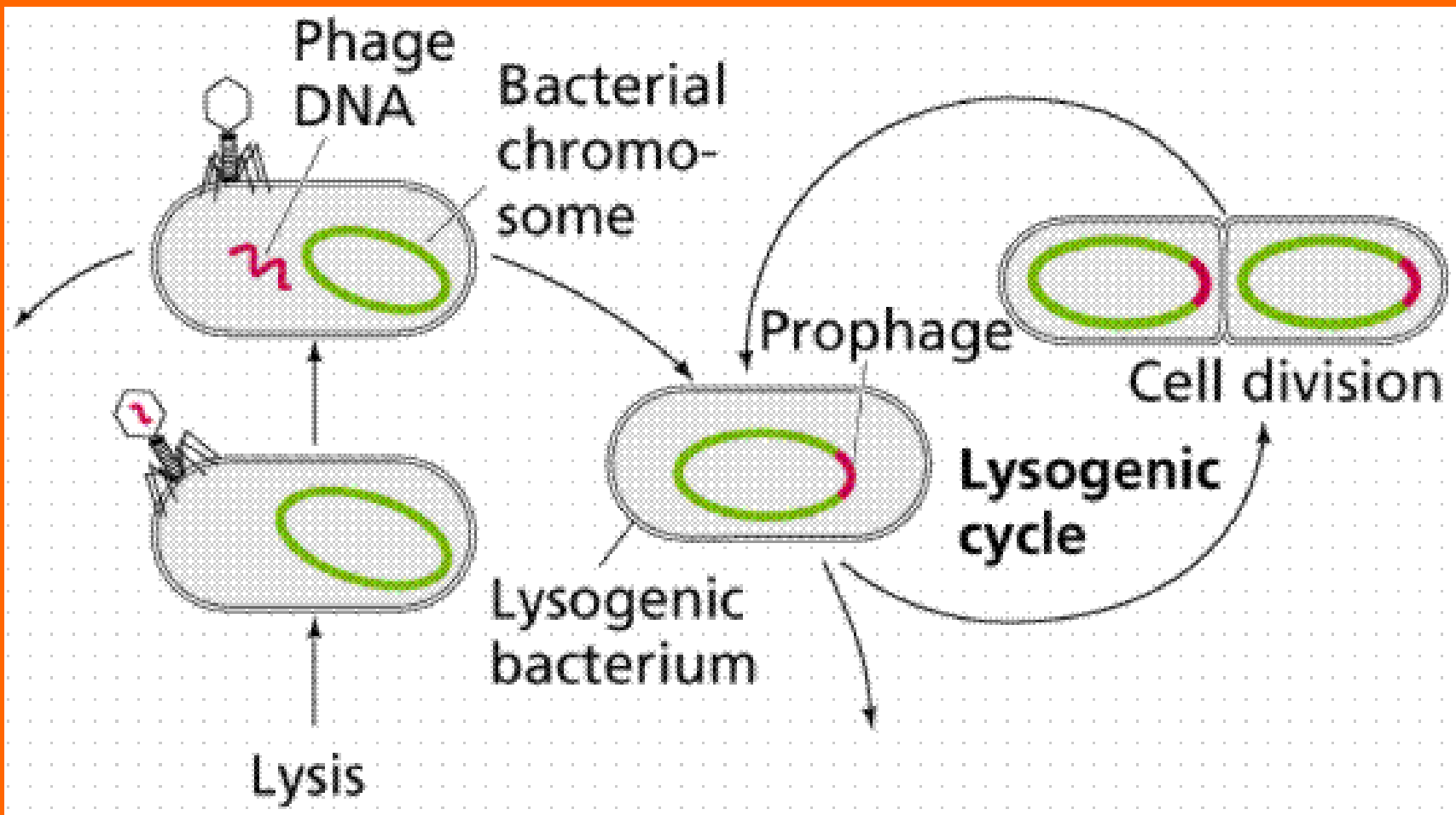
http://www.biologie.uni-hamburg.de/b- online/library/onlinebio/BioBookGENCTRL.html

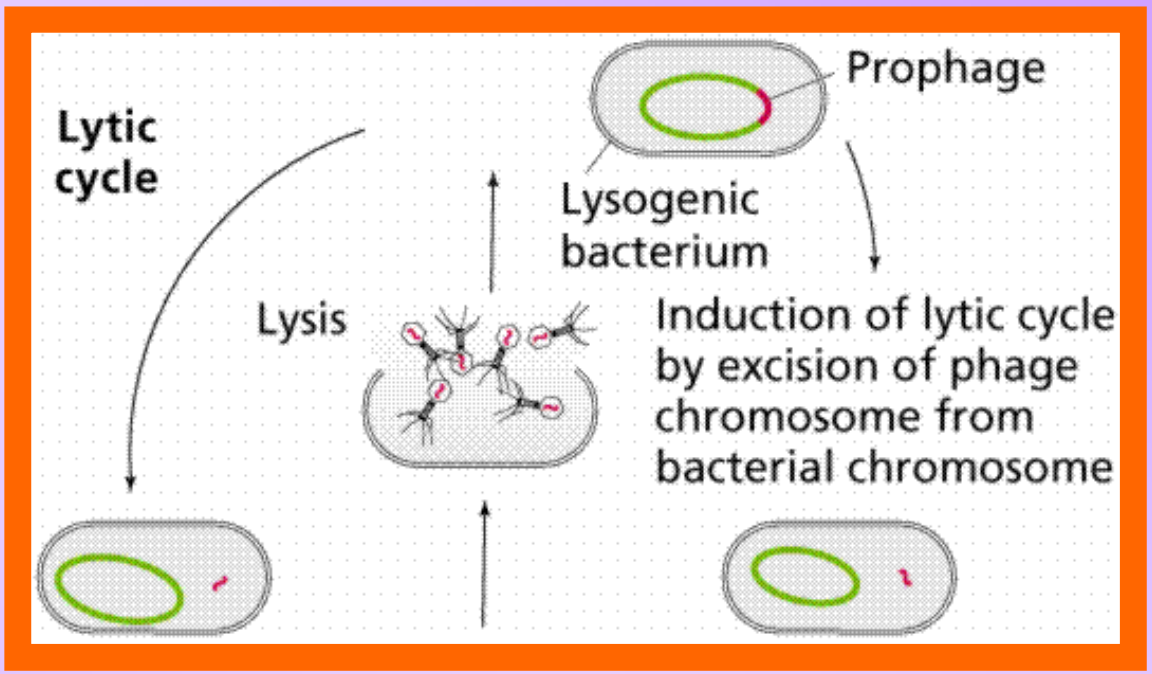
الفاجات (Virulent phages) التى تصيب خلايا *E. coli* عندما تهاجم الخلايا البكتيرية فإنها تؤدى إلى قتل الخلايا البكتيرية وتحطيم جدارها الخلوى مؤدية بذلك إلى خروج مئات من جزيئات الفاجات الجديدة التى تهاجم خلايا بكتيرية أخرى.

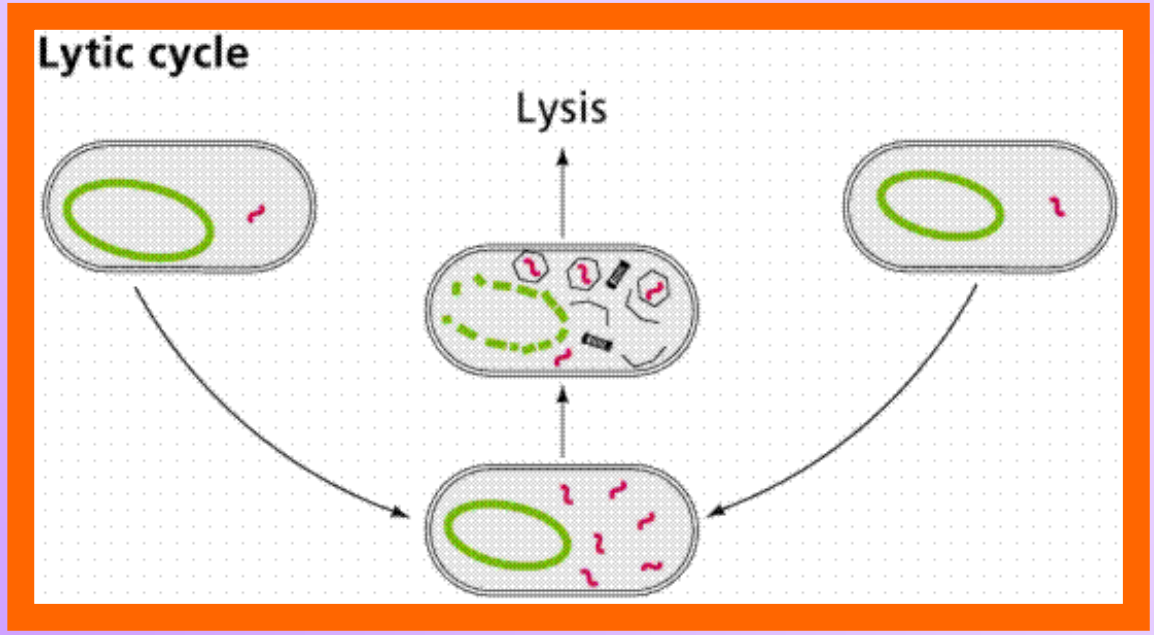
والأشكال التالية توضح دورة التحلل والدورة الليسوجينية في حياة الفاج

.The lytic and lysogenic phases of a viral replication cycle

http://www.biologie.uni-hamburg.de/b- online/library/onlinebio/BioBookGENCTRL.html




Prophage
Lytic cycle
Lysogenic bacterium
Lysis
Induction of lytic cycle by excision of phage chromosome from bacterial chromosome


Lytic cycle
Lysis

تركيب الفاج T4 يكون معقد ويتكون من رأس بروتينى يغلف DNA + الذيل Tail وستة أهداب Tail fibers من البروتين والعديد من الفاجات لها تركيب مشابه ويوجد بها جزىء واحد من حلزون مزدوج من DNA هو عبارة عن مادتها الكروموسومية الوراثية.

Brenner فى عام ١٩٥٩ هو أول من تعرف على تركيب الفاج حيث بين أنه يتكون من جزء بروتينى يتميز إلى الرأس والذيل الذى ينتهى بالأهداب + الحامض النووى DNA.

الأمر الأول وهو الحالة العدائية
Virulent stage (Lytic cycle)

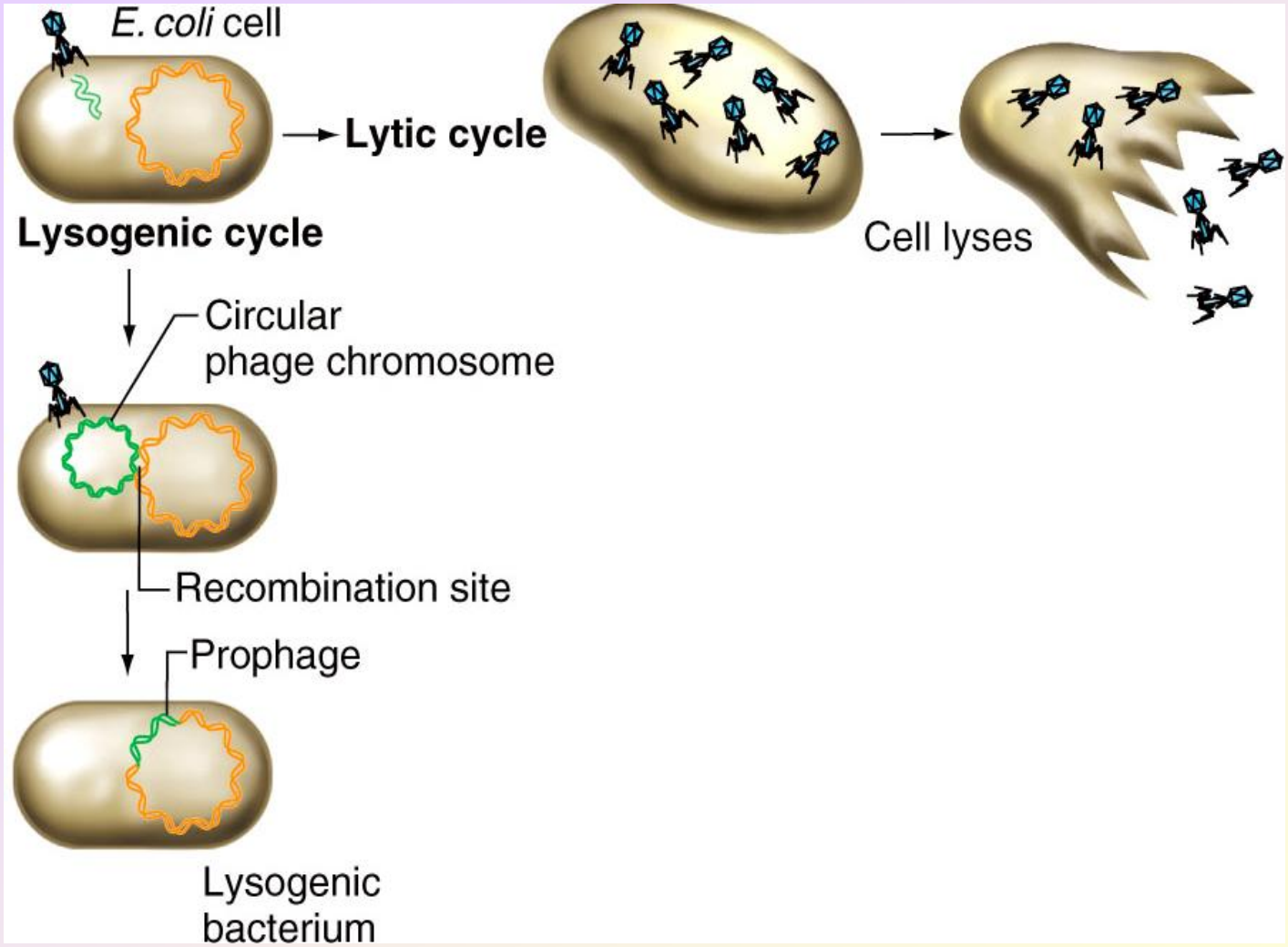
- تعرف هذه الحالة بدورة التحلل Lytic cycle والتى تحدث إجبارياً للخلية بسبب الحالة العدائية للفاج .
- تبدأ هذه الحالة من اللحظة التى يدخل فيها DNA الفاج حيث يقوم مباشرة بهدم جميع إنزيمات الخلية البكتيرية وتحليل DNA الخلية البكتيرية نفسها وإستخدامه فى عمل نسخ عديدة وكل نسخة بدورها تقوم بالعمل كشفرة وراثية Code فى بناء غلاف بروتينى جديد يغلف كل DNA جديد قد تكون.
- يتكون بذلك العديد من الفاجات داخل الخلية البكتيرية تتراوح أعدادها من بضعة مئات إلى بضعة آلاف وبمجرد إكتمال تكوين الفاجات الجديدة فإنها تقوم بإفراز إنزيم Lysozyme الذى يقوم بتحليل جدار الخلية البكتيرية حيث تنطلق منها العديد من الفاجات الكاملة والتى تكون قادرة على إصابة خلايا بكتيرية أخرى.

الأمر الثانى وهو الحالة المعتدلة
(Lysogenic pathway) Temperate stage

جزىء الحامض النووى DNA الخاص بالفاج يلتصق بالحامض النووى DNA الخاص بالخلية البكتيرية ويظل فى هذا الوضع بصورة دائمة ويتكاثر بنفس معدل تكاثر الخلية البكتيرية ويعرف الفاج فى هذه الحالة بإسم الفاج الأولى Prophage.

قد يستمر هذا الحال لفترة قد تصل إلى مئات الأجيال المتتابعة وخلال هذه الفترة لا يتسبب عن وجود الفاج أى ضرر يذكر للخلية البكتيرية .

عاجلاً أو أجلا ينفصل DNA الخاص بالفاج عن DNA الخاص بالخلية البكتيرية ويتحول إلى الحالة العدائية ويتسبب فى موتها وخروج العديد من الفاجات الجديدة التى تصيب خلايا بكتيرية أخرى وتعرف الخلايا البكتيرية المحتوية على الفاج بإسم الخلايا الليسوجينية Lysogenic cells.



دورة التحلل للفاج (يمين الشكل) ودورة الحياة المعتدلة للفاج (يسار الشكل).

http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/library/onlinebio/BioBookGENCTRL.html

وتقسم حالات الإستقطاع إلى :

١- **Generalized transduction**:

يحدث بواسطة بعض **Virulent bacteriophages** وبواسطة العديد من الفاجات فى الحالة المعتدلة **Temperate bacteriophages** والتى لم يحدث فيها **Integration** لكروموسومات الفاجات فى مواضع الإتصال المتخصصة **Specified attachment sites** على كروموسوم الخلية البكتيرية ويحدث ذلك أثناء دورة التحلل للخلية **Lytic cycles** بفعل هذه الفاجات.

٢- **Specialized transduction**:

يحدث الإستقطاع المتخصص بواسطة **Temperate bacteriophages** والتى تكون كروموسوماتها قادرة على أن يحدث لها **Integrate** فى موقع أو عدد محدود من مواقع الإتصال المتخصصة **Specific attachment sites** على كروموسوم العائل.

حينئذ يكون كروموسوم الفاج فى الحالة المعتدلة هذه قادراً على أن يسلك أحد الطريقين :-

أ- **Autonomous replication** : أى يحدث له تضاعف مستقل عن تضاعف الكروموسوم البكتيرى.

ب- **Integrated replication** : وهنا يتضاعف كرموسوم الفاج كما لو كان جزءاً من كروموسوم الخلية البكتيرية.

- تسمى الخلايا البكتيرية التى تحمل الـ **Prophage** بالـ **Lysogenic** وتسمى العلاقة بين الفاج والعائل بالـ **Lysogeny** وحينئذ تكون **Lysogenic cell** منيعة **Is immune** لأى إصابات ثانوية أخرى بنفس الفيروس أو بالفيروسات الشبيهة وذلك لأن جينات التحلل **Lytic genes** فى الفيروس المعدى سوف تتوقف عن العمل كتلك المتوقفة عن العمل فى **Prophage.**

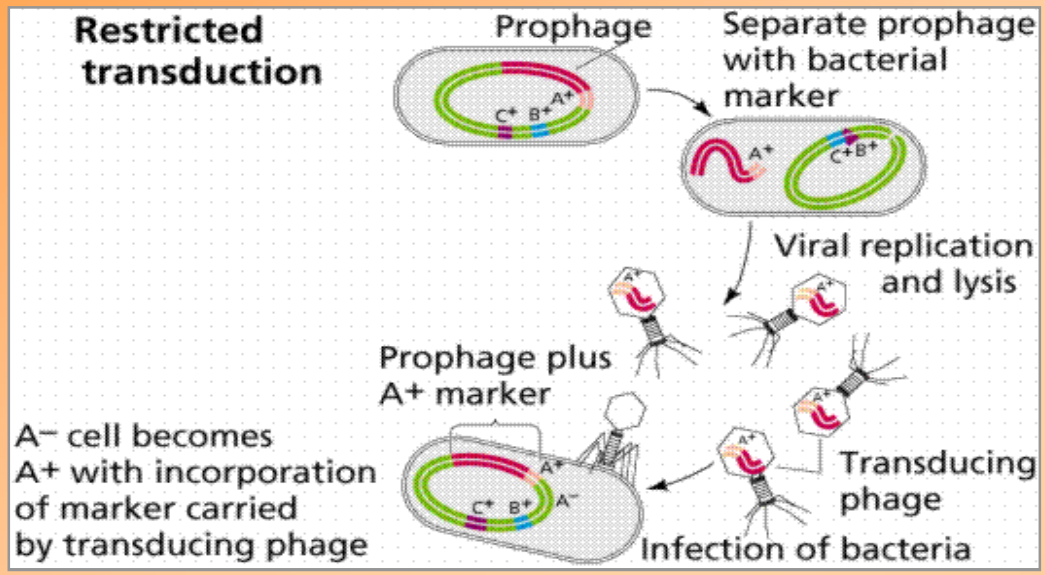
- تعد الفاجات فى الحالة المعتدلة نادرة الحدوث ويحدث الإنتقال التلقائى المفاجىء من حالة **Lysogenic or prophage state to the lytic state** بفعل التعريض للإشعاع مثل أشعة **UV** وحينئذ ينفصل الفاج الأولى عن كروموسوم الخلية البكتيرية ويتضاعف ذاتياً وتحدث عملية القطع فى المواقع المتخصصة بطريقة مماثلة لعملية **Integration** وكلا العمليتين تتم بواسطة الإنزيمات التى تقوم بتشفيرها جينات الفاج، وعادة تحدث عملية القطع فى موقع يختلف عن موقع الإلتحام الأصلى .

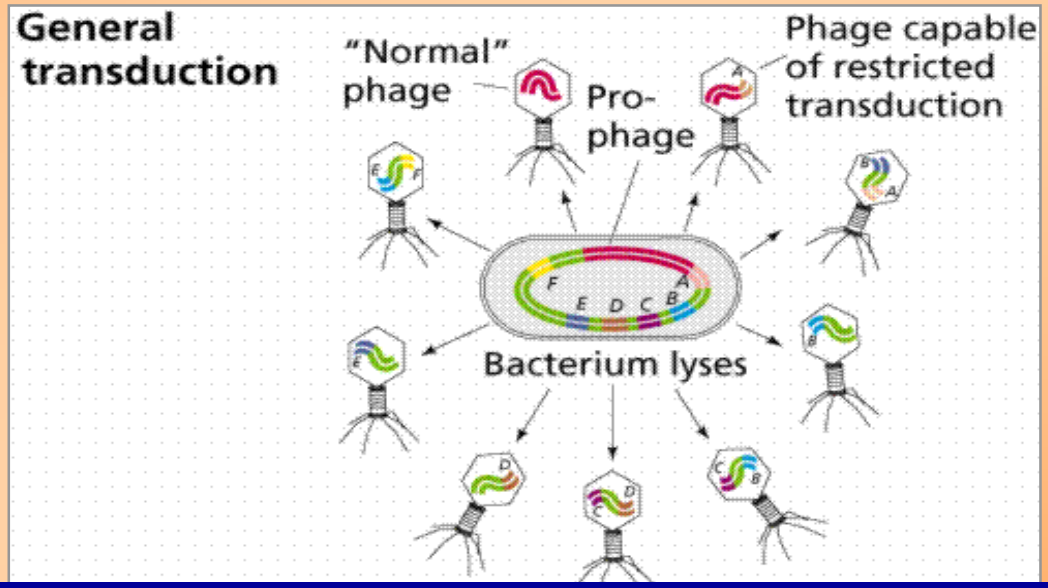
تبادل البكتيريا بالإستقطاع
Bacterial transduction

- لاحظ العالمان **Zinder & Lederberg** بأنه عندما ينفصل الفاج الأولى **Prophage** عن كروموسوم الخلية البكتيرية أثناء تحوله من الحالة المعتدلة ليصبح فى حالة عدائية قد يحمل معه **Fragment** من **DNA** الخلية البكتيرية بعد إلتحامها بـ **DNA** الفاج نفسه وبذلك فإنها تصبح جزء من تكوين **DNA** الخاص به .

- عندما يصيب هذا الفاج خلية بكتيرية أخرى فإن القطعة المنقولة تدخل فى كروموسوم الخلية البكتيرية وتصبح جزءاً منه بواسطة عبور وراثى **Crossing over** أو أثناء تكاثر الخلية البكتيرية نفسها .

– بإندماج القطعة المنقولة فى **DNA** الخلية البكتيرية تكتسب الأخيرة صفة البكتيريا التى نقلت منها هذه القطعة عن طريق الفاج الذى قام بإستقطاعها ونقلها من خلية بكتيرية إلى أخرى .





شكل يوضح حث عملية الإستقطاع
بواسطة الفيروسات فى البكتيريا

http://www.dpvweb.net/intro/index.php

الأمراض التى تسببها الفيروسات للنبات

يمكن أن تسبب الفيروسات أمراض عديدة للنباتات تكون مسئولة عن إحداث فقد كبير فى إنتاج وجودة المحاصيل .

تتمثل أعراض إصابة النباتات بالفيرس فى الغالب فى إصفرار الأوراق وتشوهها وإلتفافها وفى صفات نمو أخرى غير عادية فى الأزهار والثمار المتكونة .

أعراض تبرقش الأوراق باللون الأصفر فى الخس والمتسبب عن

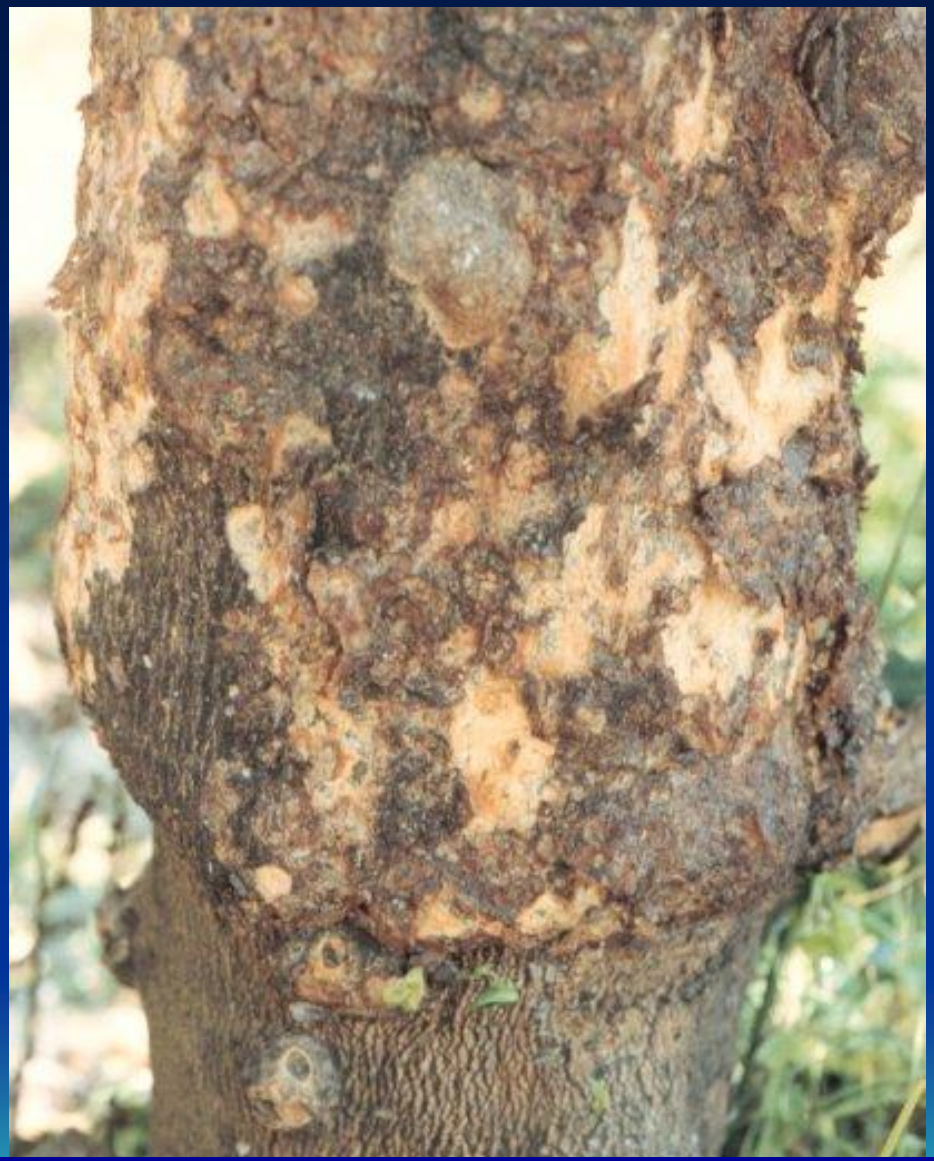
Lettuce mosaic virus

http://www.dpvweb.net/intro/index.php

أعراض إصفرار عروق الأوراق المتسبب

Grapevine fanleaf virus عن

http://www.dpvweb.net/intro/index.php



تشوه قشور الشجر فى الموالح المتسبب
عن ***Citrus psorosis virus***

http://www.dpvweb.net/intro/index.php

تشوه ثمار الباذنجان المتسبب عن فيروس *Tomato bushy stunt virus* مع ملاحظة أن الثمرة العادية هى الموجودة بيسار الشكل .

http://www.dpvweb.net/intro/index.php

– تحتوى الفيروسات على مادة وراثية بسيطة جدا very simple genomes وتعتمد الفيروسات على عوائلها فى معظم عملياتها الحيوية ، ويحتوى عدد بسيط من الفيروسات النباتية على DNA genome ، بينما يحتوى عدد كبير منها على single-stranded RNA genome وهى تحتوى على خيط واحد أو على عدد من جزيئات RNA .

– تنتقل الفيروسات النباتية من خلال العصير الخلوى الذى ينتقل بفعل الفقاريات مثل الحشرات والنيماتودا ، كما يمكن ان تنتقل بواسطة الفطريات ، وفى بعض الحالات يعتبر animal transmitter كعائل وسطى وبذلك يمكن لبعض الفيروسات النباتية أت تتضاعف داخل النسيج الحيواني .

كما يمكن أن تتواجد بتركيزات مرتفعة داخل النسيج النباتى دون أن تسبب أى أعراض ظاهرة على العائل وبذلك تسمى فى تلك الحالة latent infection . بينما العديد من الفيروسات تسبب أمراض قاسية للنباتات حتى وإن وجدت بتركيزات منخفضة والأمثلة على ذلك ما يلي :

Examples include:

1- Prunus necrotic ringspot virus (on roses)

كما يتضح ذلك من الشكل التالي الذى يوضح تبقع الأوراق الفيرسي فى الورد:

Prunus necrotic ringspot virus on rose
http://www.sactorose.org/ipm/83rosemosaic.htm

2- Beet necrotic yellow vein virus (also known as “rhizomania” on sugar beet)

3- Cucumber mosaic virus (on cucumber and many other plants)

4- Tomato aspermy virus (deformed fruit) and plum pox virus.

كيف تنتقل الفيروسات ؟

- بعض الفيروسات الهامة التى تصيب الإنسان والحيوان يمكن أن تنتشر عن طريق الضباب . معظم الفيروسات النباتية يمكن أن تنتقل بواسطة كائن ناقل لها كان يتغذى على النبات . عدد محدود من الفيروسات النباتية تنتقل من خلال حبوب اللقاح إلى البذور .

- الكائنات الناقلة الرئيسية للفيروسات النباتية هى :

الحشرات: وهى تمثل الناقل الرئيسي للفيروسات وتشمل على الأخص كل من :

– المن Aphids : الشكل التالي يوضح من الخوخ الأخضر

حشرة من الخوخ الأخضر

http://www.dpvweb.net/intro/index.php

٢- الذبابة البيضاءWhiteflies

http://www.dpvweb.net/intro/index.php

٣- النطاطات Hoppers

http://www.dpvweb.net/intro/index.php

٤- التربس Thrips

http://www.dpvweb.net/intro/index.php

Descriptions of Plant Viruses

– بعض الفيروسات يصيب البكتيريا وتعرف بال **bacteriophages** ، بينما بعضها الأخر تصيب البروتوزوا والفطريات (**mycoviruses**) والفقاريات واللافقاريات والنباتات الوعائية **vascular plants**.

– بعض الفيروسات تنتقل بين الفقاريات أو العوائل النباتية بواسطة الناقلات الحشرية التى تتغذي على هذه العوائل.

viroids تحتوى على جزيئات **RNA** معدية (**infectious RNA molecules**) ، وال **viroids** جينوماتها صغيرة جدا عن الفيروسات (فهي تصل إلي حوالي ٤٠٠ نيوكليتيدة لخيط مفرد دائري من **RNA** (**up to 400 nucleotides of circular single-stranded RNA**) ولا تشفر لأى بروتين .

لماذا تكون الفيروسات مهمة :

– تسبب الفيروسات العديد من الأمراض ذات الإهتمامات العالمية ، فمن الفيروسات التى تصيب الإنسان : smallpox, polio, influenza, hepatitis, human immunodeficiency virus (HIV-AIDS) ، وبينما تكون المضادات الحيوية فعالة جدا ضد الأمراض التى تسببها البكتيريا إلا أنها ليست فعالة ضد الفيروسات .

– معظم قياسات السيطرة على الفيروسات تعتمد علي الفاكسينات (الأجسام المضادة التى يتم تكونها ضد بعض مكونات الفيروس) أو لإغاثة الأعراض لتشجيع نظام الدفاع الخاص للجسم .

– تسبب الفيروسات العديد من أمراض النبات المهمة والمسئولة عن الخسائر الضخمة فى الإنتاج ونوعية المحصول فى كل أجزاء العالم .

النباتات المصابة ربما تظهر مدي من الأعراض يعتمد على المرض ولكن فى الغالب يوجد إصفرار فى الأوراق leaf yellowing كنمط من الأشرطة أو اللطخات ، وتشوه الأوراق مثل تجعد الورقة ، أو تشوهات أخرى فى النمو مثل الإعاقة الكاملة للنبات وحالات الشذوذ فى تشكل الأوراق والثمار .

من غير الممكن أن تكون فيروسات النباتات تحت السيطرة المباشرة بالمعاملة أو التطبيق الكيميائي. الوسائل الرئيسية للسيطرة تعتمد على المرض وتتضمن ما يلي:

– السيطرة البيولوجية أو الكيميائية على الناقل وهو الكائن الذي يقوم بنقل المسبب المرضي وهو عادة الحشرات ، وهذه المقاومة تكون فعالة جدا عندما يحتاج الناقل الحشري إلى التغذية لبعض الوقت على المحصول قبل إنتقال الفيروس ولكنها تكون أقل قيمة عندما يحدث الإنتقال بسرعة كبيرة .

– زراعة أصناف مقاومة من المحاصيل : وهذه مثل المقاومة المعدلة وراثيا **Transgenic resistance** والتى أظهرت وعد كبير للعديد من توافيق الفيروسات النباتية **plant-virus combinations** من خلال إكتشاف أن حقن جزء من جينوم الفيروس داخل العائل النباتي قد يؤدي إلى درجة كبيرة من المقاومة .

٣- زراعة الأجزاء النباتية الخالية من الإصابة الفيروسية فى المحاصيل التى تتكاثر خضريا مثل البطاطس والعديد من محاصيل الفاكهة ، وعندما تكون الفيروسات تنتقل خلال البذرة فإن ذلك يحتاج إلى مجهودات كبيرة فى التربية لمقاومة الأمراض الفيروسية وشهادات ضمان certification schemes للتأكد من أن العينة النباتية خالية من الفيروس.

تعتمد الطرق الرئيسية لمكافحة الأمراض الفيروسية فى النبات على كل من : السيطرة البيولوجية والكيميائية للناقل وهو الكائن الذى يقوم بنقل الفيروس وغالبا ما يكون الحشرات ، زراعة الأصناف المقاومة من النباتات ، زراعة مواد نباتية خالية من الفيروس .

كيف تقسم الفيروسات: أعلي مستوى لتقسيم الفيروسات يعترف بستة مجموعات رئيسية تعتمد على طبيعة المادة الوراثية:

١- الحلزون المزدوج للمادة الوراثية **Double-stranded DNA (dsDNA):** ، لا توجد أى فيروسات نباتية فى هذه المجموعة ، وهذه المجموعة من الفيروسات تتضاعف بدون **RNA** وسطي **RNA intermediate** ، يوجد بها مكون وراثي واحد فقط ربما يكون خطى أو دائري والفيروسات المعروفة فى هذه المجموعة تشمل فيروس داء الزهري **herpes and pox viruses** .

٢- الفيروسات المحتوية على خيط مفرد من **DNA** **Single-stranded DNA (ssDNA)** : توجد عائلتين من الفيروسات النباتية فى هذه المجموعة وكل من هاتين العائلتين يوجد بها مكونات وراثية دائرية صغيرة **small circular genome components** تتكون فى الغالب من قطعتين أو أكثر .

٣- فيروسات النسخ العكسي **Reverse-transcribing viruses**:

هذه الفيروسات تكون مادتها الوراثية عبارة عن حلزون مزدوج من الـ**DNA** أو خيط مفرد من الـ**RNA** (**these have dsDNA or ssRNA genomes**) ، عملية تضاعف هذه الفيروسات تتضمن تخليق الـ**DNA** من الـ**RNA** بواسطة إنزيم النسخ العكسي **by the enzyme reverse transcriptase** ، العديد من هذه الفيروسات يحدث لها إندماج فى جينومات العائل **many integrate into their host genomes** . هذه المجموعة تتضمن فيروسات **retroviruses** والتى منها فيروس نقص المناعة الذاتية المسبب لمرض الإيدز فى الإنسان **Human immunodeficiency virus (HIV), the cause of AIDS** .

توجد عائلة واحدة من الفيروسات النباتية تقع فى هذه المجموعة ويمكن تصنيفها على أساس أنها تحتوي على مكون فردي من المادة الوراثية على شكل حلقي **single component of circular dsDNA** ، عملية تضاعف هذه الفيروسات يتخللها **RNA intermediate** .

٤- الفيروسات التى تحتوي على حلزون مزدوج من المادة الوراثية RNA (Double-stranded RNA (dsRNA)) ، فبعض الفيروسات النباتية والعديد من الفيروسات التى تصيب الفطريات mycoviruses تقع فى هذه المجموعة.

٥- الفيروسات المحتوية على خيط مفرد سلبي من RNA (Negative sense single-stranded RNA (ssRNA-)) : فى هذه المجموعة بعض أو كل الجينات يتم ترجمتها إلى بروتين من خيط RNA المكمل لذلك الموجود فى الجينوم ، توجد بعض الفيروسات النباتية فى هذه المجموعة ، وهى أيضا تتضمن فيروسات الإنفلونزا والحصبة وداء الكلب.

٦- الفيروسات المحتوية على خيط مفرد موجب من RNA [Positive sense single-stranded RNA (ssRNA+)]: تقع أغلب الفيروسات النباتية فى هذه المجموعة وتتضمن أغلب الفيروسات التى تسبب الأمراض التنفسية بما فى ذلك الفيروس المسبب لمرض الزكام العادي common cold وتشمل أيضا الفيروس المسبب لمرض شلل الأطفال ومرض الحمي القلاعية.

الإختلافات التى تستخدم لتصنيف الفيروسات إلى عائلات وأجناس وأنواع families, genera and species ، تتضمن بعض الصفات الهامة التالية :

– شكل الجزيئات Particle morphology وحجمها التى تظهر تحت الميكروسكوب .

– الخصائص الوراثية وهذه تتضمن عدد مكونات المادة الوراثية وإستراتيجية الترجمة للمادة الوراثية ، فعندما يتم تحديد تتابع الجينوم فإن علاقة الجينومات المختلفة تعد عامل هام فى الغالب فى التمييز بين الأنواع .

– الخصائص البيولوجية Biological properties وهذه تتضمن نوع العائل وطبيعة النقل .

– الإمتلاك السيرولوجي Serological properties وهذا يتضمن العلاقة بين بروتينات الفيروسات .

خصائص جينوم الفيروس

١- طبيعة جينوم الفيوس أنه دائري (كما هو معروف فى كل الفيروسات النباتية المحتوية على DNA) أو خطي .

٢- عدد مكونات الجينوم (هذه تختلف من مكون فردي (كما فى أجناس Potyvirus and Tobamovirus إلى ١١ (كما فى بعض أفراد الجنس Nanovirus) ، المكونات الفردية تختلف من فى حجمها من حوالي واحد كيلو قاعدة (Nanovirus components) إلى حوالي ٢٠ كيلو قاعدة (كما فى الجنس Closterovirus .

٣- عدد الجينات : هذه تختلف بدرجة كبيرة ، فمعظم الفيروسات النباتية تحتوى على ٣ جينات على الأقل : واحد أو أكثر يتعلق بتضاعف الحامض النووي ، واحد أو أكثر يتعلق بحركة الفيروس من خلية لخلية ، واحد أو أكثر يتعلق بتشفير البروتين التركيبي والذي يتم تجميعه فى الجزيء الفيروسي ليكون ما يسمى بالغلاف أو القصرة البروتينية usually called the "coat" or "capsid" protein .

٤- إستراتيجية الترجمة : تشكيلة الإستراتيجيات التى تستخدم فى ترجمة الجينات من

العلاقة الجينومية Genome relatedness : درجة تماثل النيوكليتيدات (أو تماثل الأحماض الأمينية فى سلسلة البروتين) بين التتابعات تستخدم غالبا لإختبار العلاقة بين الأنواع أو العزلات االفيروسية المختلفة .

الخصائص السيرولوجية Serological properties :

العديد من الفيروسات تعتبر أنتيجينات جيدة أو بمعنى أخر مستضدات جيدة Many viruses are good antigens (تعمل على إنتاج قوى للأجسام المضادة يمكن التعرف عليها عند تنقية التحضيرات المحقونة فى الثديات) ، وهذه الخاصية إستغلت على نحو واسع لإنتاج أجسام مضادة معينة يمكن أن تستعمل فى الكشف عن الفيروس ولفحص العلاقات بين الفيروسات .

إستعملت الدراسات المبكرة أطباق إنتشار الأجار فى الكشف عن الفيروس ولكن فى العشرين سنة الأخيرة توقفت هذه الإختبارات بشكل كبير بواسطة طريقة ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) ، بالرغم من أن الخصائص السيرولوجية لازالت مهمة ، إلا أن أهميتها فى التصنيف قد إنحدرت (قليلا) وذلك بسبب توفر البيانات الخاصة بتتابع النيوكليتيدات nucleotide sequence data are available .