

## المحاضرة ٢/

### الانقسام المنصف Meiosis الاختزالي

يعتبر الانقسام المنصف عملية بمثابة التكاثر تحصل في الكائنات .  
ينتج عن الانقسام المنصف أمشاج (كميات) ذكرية و انثوية بحيث  
يحتوي كل مشيج نصف المعلومات الوراثية في الخلية  
(الكروموسومات) . و خلال التكاثر الجنسي يتحد مشيج من الأب  
وآخر من الأم في عملية الاخصاب لإعادة المادة الوراثية. يمر  
الانقسام المنصف بدورتين و ينتج عنهما أربع خلايا تحتوي كل  
منها العدد النصفى للكروموسومات.

### الانقسام المنصف الأول The First Meiotic Division

يمر بالمراحل التالية:

#### ١- المرحلة التمهيديّة الأولى Prophase 1

كما في الانقسام المتساوي، فإن تضاعف DNA يسبق الانقسام  
المنصف . تنقسم هذه المرحلة الى خمسة أطوار وهي:

#### أ-القلادي Leptonema

تكون الكروموسومات طولية الشكل قلادية.

#### ب-التزاوجي Zygonema

تتجاذب الكروموسومات الى بعضها و تبدأ بالأقتران في ازواج  
وتكوين المجموعات الثنائية.

## ج-الضام Pachynema

تقصر و تلتف الكروموسومات ويتضاعف كل كروموسوم من الكروموسومات المقترنة وهذا يعني أن كل كروموسوم يتكون من كروماتيدين شقيقين متصلين بقطعة مركزية واحدة وتتكون المجاميع الرباعية.

## د-الانفراجي Diplonema

تبدأ أزواج الكروماتيدات الشقيقة في كل مجموعة رباعية بالانفصال. وتظهر في مرحلة تنافر مع بعضها.

## ه-التشتتي Diakinesis

تزداد الكروموسومات في القصر والتكثيف و تلتف على بعضها .

## ٢-المرحلة الاستوائية الأولى Metaphase

تتحرك المجاميع الرباعية من مكانها الى خط استواء الخلية.

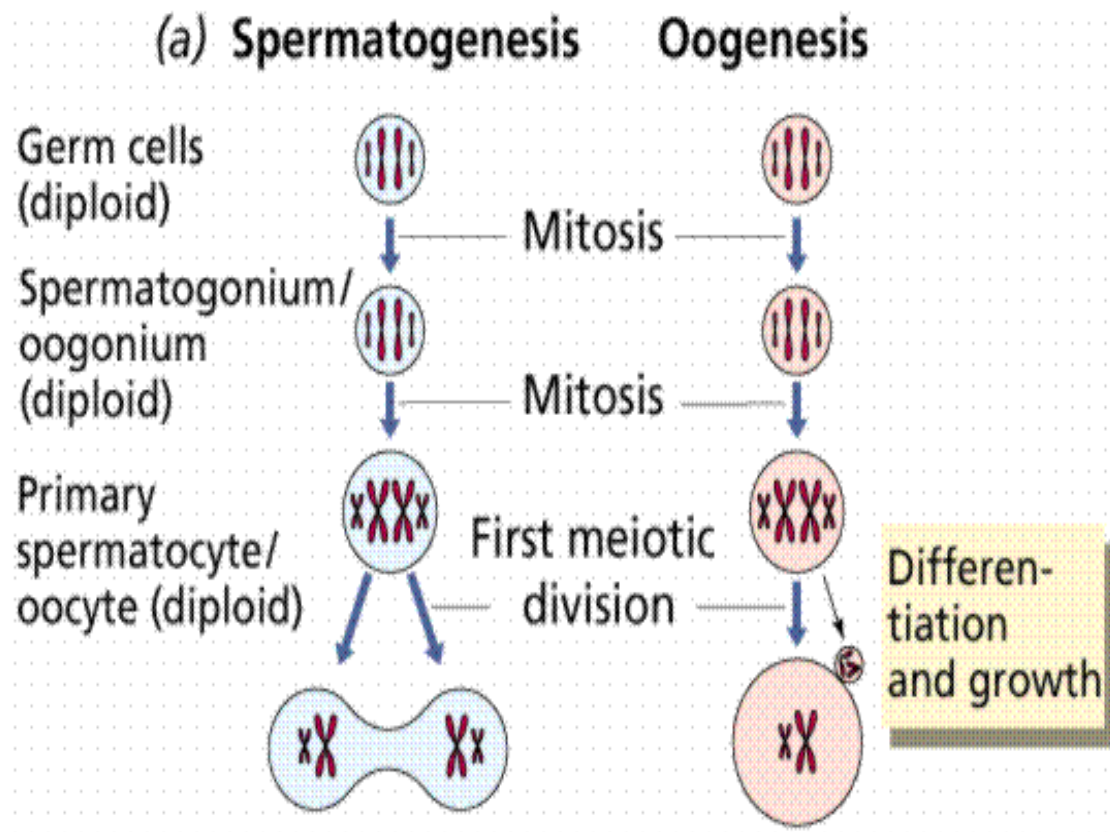
## ٣-المرحلة الانفصالية الأولى Anaphase 1

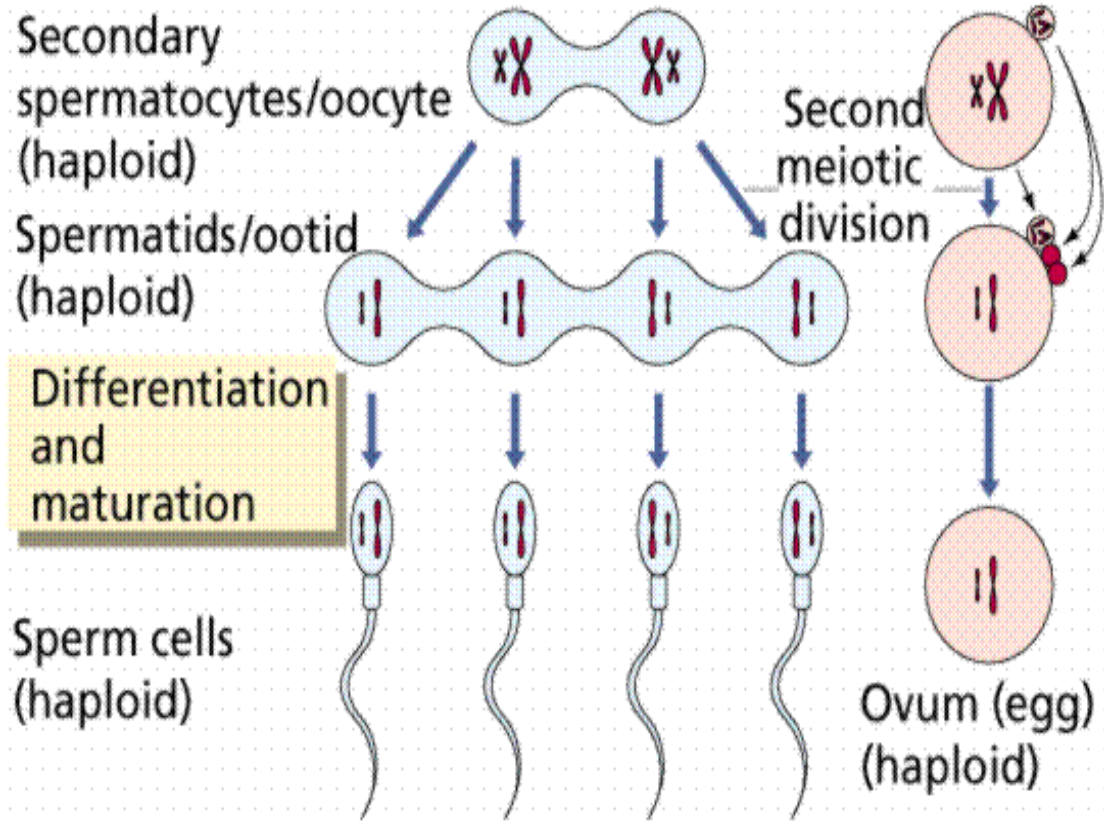
يسحب نصف كل مجموعة رباعية (زوج من الكروماتيدات الشقيقة) باتجاه كل قطب من قطبي الخلية المنقسمة اي ان عدد الكروموسومات يتساوى عند القطبين و يكون بالعدد النصفى.

## الانقسام المنصف الثاني The Second Meiotic Division

الانقسام الثاني ضروري للحصول على العدد النصفى من الكروموسومات. خلال المرحلة التمهيديّة الثانية فإن كل زوج عبارة

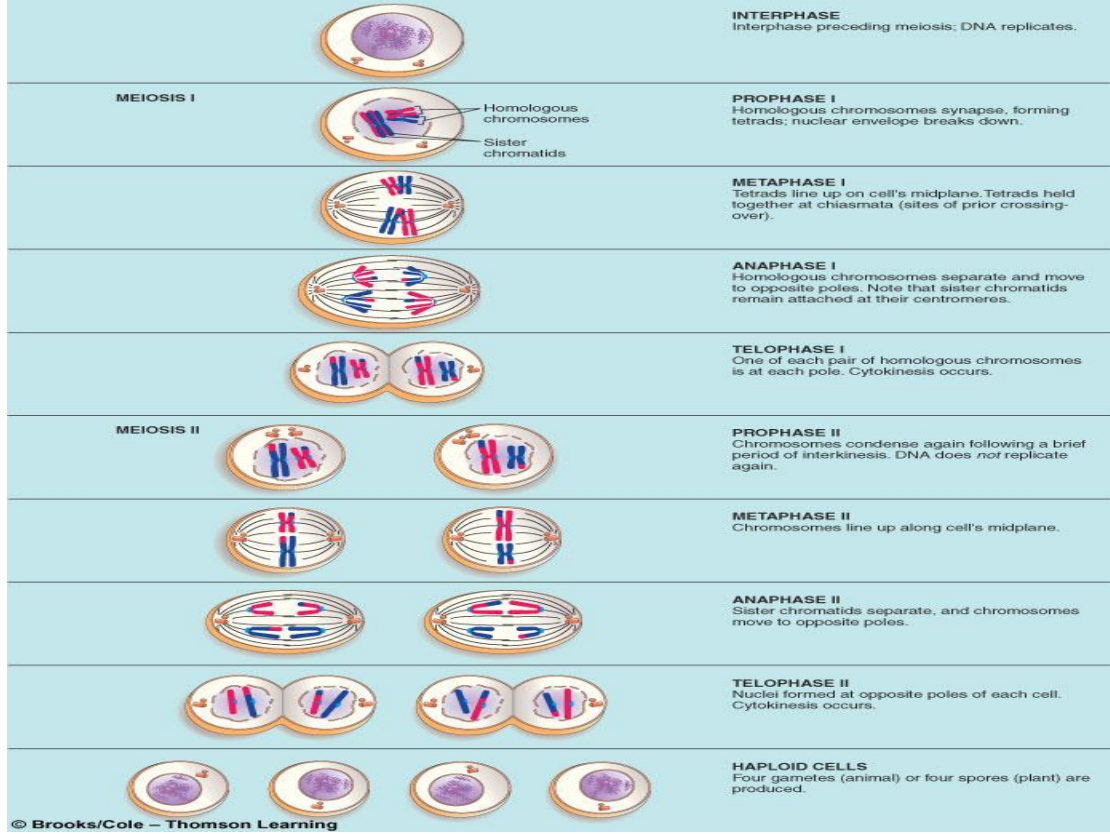
عن كروماتيدين شقيقين مرتبطين بقطعة مركزية. و خلال المرحلة الاستوائية الثانية، تتجه القطع المركزية الى خط استواء الخلية. و خلال المرحلة الانفصالية الثانية، فإن الكروماتيدات الشقيقة لكل زوج تسحب الى الأقطاب المتقابلة. وبهذا فإن عدد الأزواج يساوي العدد النصفى للكروموسومات. وفي المرحلة النهائية الثانية تتواجد الكروموسومات عند كل قطب. وبعدها ينقسم السيتوبلازم وتنتج أربعة أمشاج بها العدد النصفى من الكروموسومات.





## عملية تكوين النطف (الخلايا التكاثرية الذكرية) و تكوين البويضات (الخلايا التكاثرية الانثوية).

لاحظ ان الخلايا التكاثرية نتجت من دورتين للانقسام المنصف. في الدورة الاولى انقسمت الخلية ( $2N$  من الكروموسومات) الى خليتين تحتويان على ( $N$  من الكروموسومات) أي نصف عدد الكروموسومات الموجود في الخلية الأصلية و لذلك سمي بالانقسام المنصف. أما في الدورة الثانية فنتجت أربعة خلايا تكاثرية ذكرية تحتوي على  $N$  من الكروموسومات، و في الاناث تنتج خلية مبيضية أولية في دورة الانقسام الأولى و جسم قطبي و في الدورة الثانية من الانقسام تنتج خلية مبيضية ثانوية و جسمان قطبيين و تحتوي الخلية المبيضية على  $N$  من الكروموسومات.



مراحل الانقسام المنصف (الاختزالي) في دورتيه الأولى و الثانية.

### أهمية الانقسام المنصف:

- المحافظة على كمية ثابتة من المعلومات الوراثية (عدد الكروموسومات) بين الأجيال.
- تنوع وراثي ينتج عن آلية توزيع المادة الوراثية، و هذا بمثابة الحفاظ على نوع الكائن الحي.

## البحث عن المادة الوراثية:

في الأربعينيات من القرن التاسع عشر ، ميز العلماء أن الكروموسومات التي تحمل المعلومات الوراثية تتكون من مادتين هما الحامض النووي الرايبوزي منقوص الأوكسجين DNA و بروتين والبروتين هو مادة الجينات. وكانت المعرفة قليلة بالأحماض النووية والتي تبعد في مواصفاتها الفيزيائية و الكيميائية عن تنظيم المادة الوراثية ولكن هذه النظرة تغيرت بالتدرج عندما ظهرت التجارب الكائنات الحية.

## الأثبات أن DNA يستطيع تحويل البكتريا:

### تجارب فريدريك غريفت:

أن أول اثبات بأن الجينات جزيئات خاصة ،وجد عام ١٩٢٨. كان غريفت يدرس نوعا من البكتريا *streptococcus pneumonia* التي تسبب ذات الرئة *pneumonia* في اللبائن. قام بتنميتها في أطباق بيثري، و استطاع تمييز سلالتين منها، تنتج احداها مستعمرات ملساء (S)،بينما مستعمرات السلالة الأخرى خشنة (R) و تحاط خلايا السلالة (S) بغلاف أملس من سكريات متعددة ،أما الخشنة فهي غير محاطة بغلاف. وهذه الطرز تورث أي ان كل سلالة تنتج نوعها الخاص. قام بحقن البكتريا في الفئران، فوجد أن السلالة (S) هي السلالة المعدية ،حيث ماتت الفئران التي حقنت بخلايا S، بينما عاشت الفئران المحقونة بخلايا R. بعد ذلك ،خلط خلايا S مقتولة بالحرارة مع خلايا R حية و حقنها بالفئران فلاحظ هلاك الفئران المحقونة بالخليط. ولاحظ وجود خلايا S حية في عينات دم

مأخوذة من فئران ميتة. فسر ذلك أن بعض خلايا R قد اكتسبت القدرة من خلايا S الميتة لعمل محافظ من السكريات المتعددة. وان هذه القدرة تورث. عندما زرع خلايا S المأخوذة من فئران ميتة فأنها انقسمت و انتجت خلايا جديدة. **سميت هذه الظاهرة بالتحول (transformation).**

rough strain  
(nonvirulent)



mouse lives

smooth strain  
(virulent)



mouse dies

heat-killed  
smooth strain



mouse lives

rough strain &  
heat-killed  
smooth strain



mouse dies

تجربة فريدريك غريف

مخطط



## تجارب آفيري Avery :

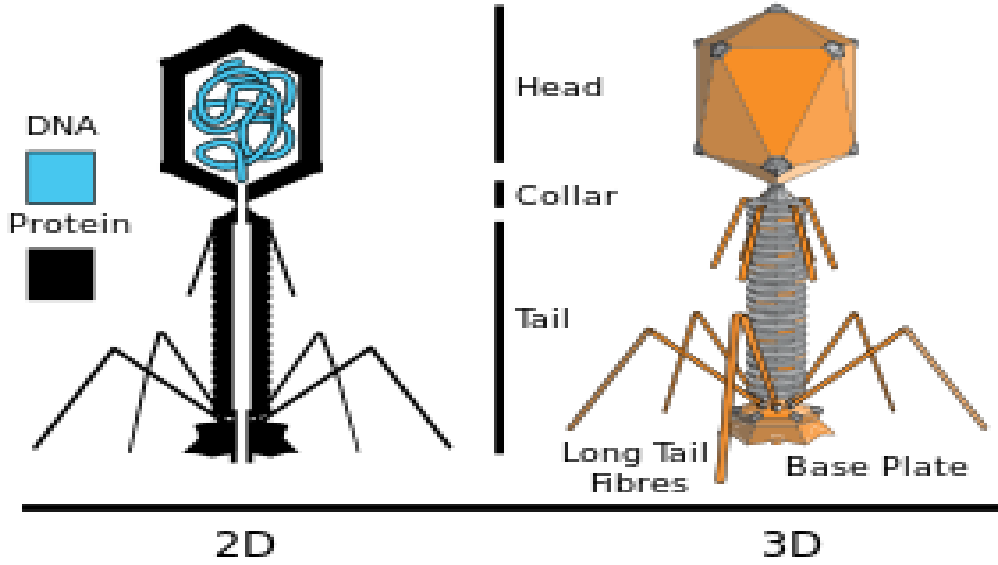
حاول عالم البكتريا آفيري تحديد مادة غريفت المحولة، ففي عام ١٩٤٤ أعاد هؤلاء العلماء تجربة غريفت فبعد قتل خلايا S بالحرارة تخلص من البروتينات بهضمها بأنزيمات محللة مثل التربسين وكما تخلص من الحامض النووي RNA بواسطة انزيم Ribonuclease وحقن الفئران بخليط من DNA المستخلص من خلايا S مع خلايا حية من R، فلاحظ موت الفئران و بذلك تأكد بأن ازالة البروتين و RNA لم تؤثر في عملية التحول البكتيري وهذا يثبت أن المادة الوراثية في هذه الخلايا ليست بروتين ولا RNA وانما هي DNA.

الأثبات أن الحامض النووي DNA هو المادة الوراثية في بعض الفيروسات:

وذلك من خلال دراسات الفايروس الذي يصيب البكتريا .تستخدم الفيروسات التي تصيب البكتريا والتي تسمى آكلات البكتريا (Phages or Bacterio Phages).

## تجارب هيرشي-تشيس:

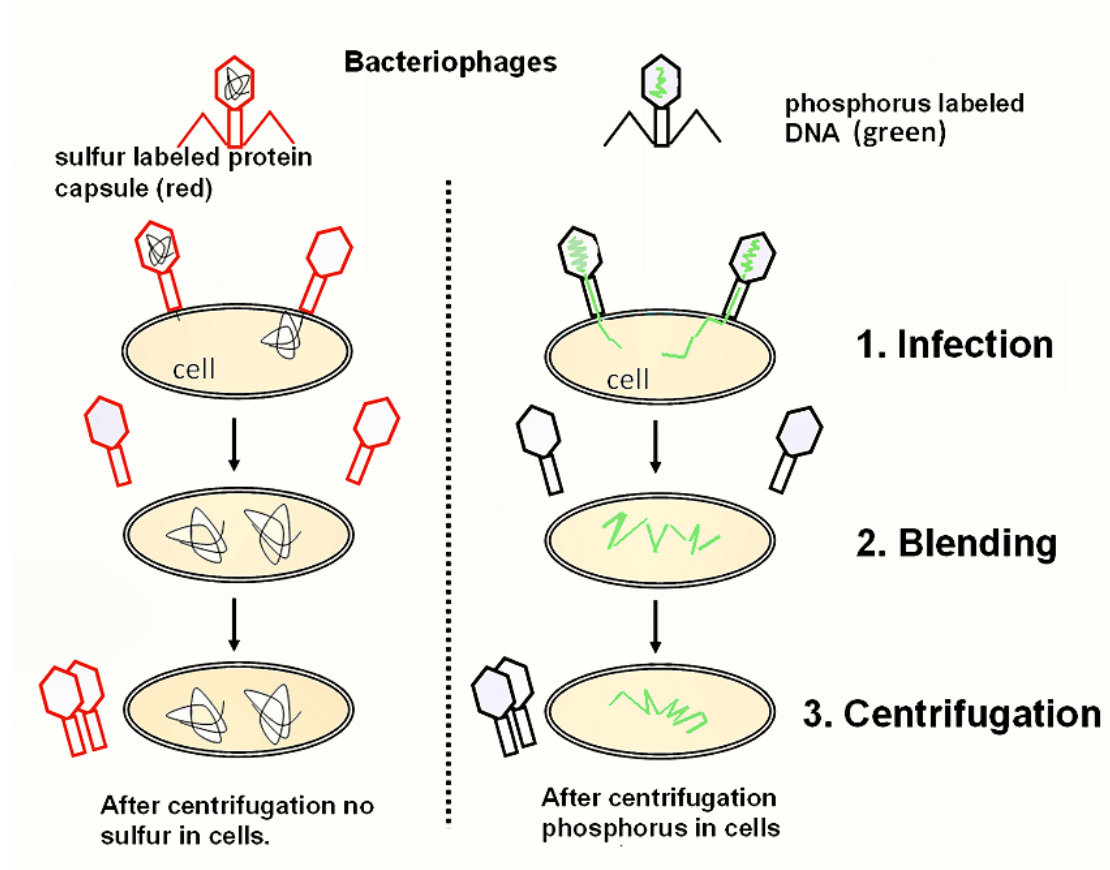
اكتشف كلا الباحثين أن DNA هو المادة الوراثية لآكل البكتريا T2. آكل البكتريا هو فايروس يصيب بكتريا نوع Escherichia coli التي هي بكتريا تعيش بصورة طبيعية في أمعاء الثدييات .



## فايروس آكل البكتريا

كانت الخطوة الأولى إصابة بكتريا القولون بأكل البكتريا نوع T2 عن طريق التصاقه بجدار خلية البكتريا من خيوط ذيله بالسطح الخارجي لخلية البكتريا، و تدخل بعد ذلك مادة آكل البكتريا T2 الى داخل خلية البكتريا، ثم تتضاعف و تنفجر خلية البكتريا و تنحل و تنطلق أعداد كبيرة من نسل الفايروس آكل البكتريا T2 الجديد. يتكون آكل البكتريا من غلاف بروتيني يحيط DNA. بما أن DNA يحتوي الفسفور و لا يحتوي الكبريت، و معظم البروتينات لا تحتوي الفسفور ولكنها تحتوي الكبريت، للتمييز بين المادتين، تستعمل النظائر المشعة للفسفور والكبريت. تمت تنمية فايروس آكل البكتريا على غذاء يحتوي نظير مشع للكبريت S35 كعلامة مميزة للبروتين والنظير الآخر للفسفور P32 كعلامة مميزة لـ DNA في آكل البكتريا. وبعد

تميز بروتين آكل البكتريا T2 بنظير الكبريت المشع S35 و مركب DNA بنظير الفسفور المشع P32. ترك فايروس آكل البكتريا يهاجم خلايا E.Coli و بعد فترة يلتصق آكل البكتريا T2 بجدار خلايا البكتريا و يدخل مادة DNA فيها. ثم تم رج المزيج لفصل آكل البكتريا T2 عن خلايا البكتريا و من ثم فصل خلايا البكتريا عن آكل البكتريا بواسطة الطرد المركزي. عند فحص الأشعاع في خلايا البكتريا المترسبة في الأنبوب، وجد أنها كانت غنية بالأشعاعات الخاصة ب DNA أي نظير الفسفور P32. عند فحص الأشعاع في السائل العالق وجد أنها خاصة بنظير الكبريت S35. وهذا يدل على أن ما دخل من آكل البكتريا الى داخل خلية البكتريا هو DNA بينما بقي الغلاف خارج الخلية وهذا يعني أن الجينات التي تسبب التحول البكتيري هي من DNA و ليس من بروتين الغلاف الفيروسي.



## مخطط تجربة هيرشي- تشيس

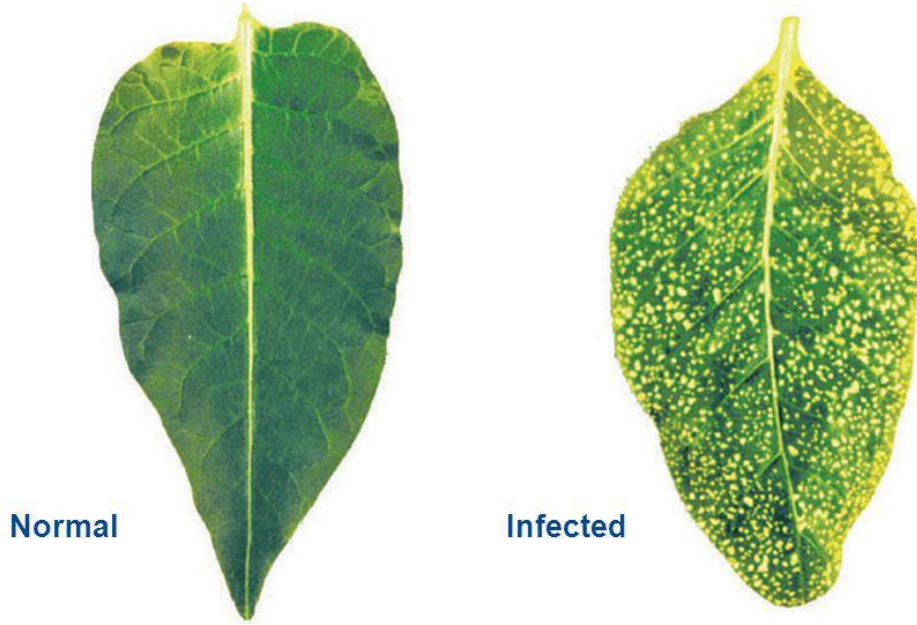
مركب RNA هو المادة الوراثية في بعض الفيروسات:

أن الحامض النووي الرايبوزي RNA هو المادة الوراثية في بعض الفيروسات. أن أول فيروس أكتشف من هذا النوع هو فايروس تبرقش

التبغ (Tobacco Mosaic Virus (TMV) يتكون هذا الفيروس من غلاف بروتيني يحيط بجزيء الحامض النووي RNA. تمكن العالمان فرانكلن و سنجر من فصل الغلاف البروتيني للفيروس عن الحامض النووي RNA، وقد تمكنا أيضا من تكوين فيروسات جديدة من أغلفة فصلت من بعض سلالات هذا الفيروس و جمعت مع RNA مستخلص من سلالات أخرى لتكوين فيروس هجين، سميت هذه التجارب بتجارب إعادة تجميع الفيروس. استخدم العالمان نوعين من الطفرات من هذا الفيروس، وفصلا RNA عن الأغلفة و أعادا بناء فيروسات هجينة من النوعين وذلك بخلط بروتينات أحد النوعين مع RNA من النوع الآخر و بالعكس، وعند إصابة أوراق التبغ بالفيروس الهجين وجد أن التركيب الوراثي في نسل الفيروسات الناتجة يكون دائما مماثلا للنوع الأصلي الذي أخذ منه RNA. يعتبر هذا اثبات أن RNA هو المادة الوراثية وليس البروتين.

**Figure 18.3 Infection by tobacco mosaic virus (TMV)**

---



---

Copyright © 2005 Pearson Education, Inc. publishing as Benjamin Cummings

**فيروس تبرقش التبغ**