المحاضرة العاشرة **Tenth lecture**

عنوان المحاضرة : دخول الفايروس للخلية **Title : ways to enter the virus**

يتم دخول الفايروس عبر الغشاء البلازمي وبطريقتين

A : الابتلاع Pinocytosis : وهي ان المنطقة التي يسقط عليها الفايروس يحدث لها انبعاج بشكل فجوة الى الداخل تحيط بالفايروس وتتحلل الفجوة حين تصبح داخل السايتوبلازم بواسطة نظام انزيمي خلوي ثم تحرر الفايروسات .

ويمكن تصور هذه العملية بالمخطط التالي

B :الاندماج Fusion : وهذه تحدث في الفايروسات المغلفة عادة , حيث يندمج (يمتد) الغلاف الخارجي للفايروس مع الغشاء البلازمي للخلية ويتحرر الفايروس في السايتوبلازم مباشرة .

كما موضح في المخطط التالي

كيف يتضاعف الفايروس ؟ وما هي خطوات التضاعف ؟

عندما يسقط الفايروس على سطح الخلية النباتية ويدخل بالطرق المشروحة سابقا فان الحامض النووي له سوف يتحرر

ويتم تحرر الحامض النووي للفايروس في الخلية اما

- اثناء عبور الغشاء البلازمي
- في السايتوبلازم
- بشكل مراحل في الغشاء ثم السايتوبلازم ثم النواة

خطوات التضاعف للفايروس

اولا// : نزع الغلاف البروتيني عن الحامض النووي . لقد اصبح من المتفق عليه بأن اول خطوة لتضاعف الفايروسات بعد دخولها الى الخلية هي نزع الغلاف البروتيني عن الحامض النووي . ويعتقد ان هذه العملية تحدث بصورة تدريجية وذلك بازالة الوحدات البروتينية Protein subunits من الغلاف بخطوات متعاقبة . وتتم هذه العملية (نزع الغلاف البروتيني) بمساعدة خلية النبات المصاب (العائل) في سايتوبلازم الخلية لعدم احتواء الفايروسات على انزيمات .

ثانيا //: تضاعف الحامض النووي. لقد تركزت الدراسات حول هذا الموضوع على فايروس موزائيك التبغ TMV وهو من الفايروسات التي تكون العوامل الوراثية من النوع RNA احادي السلسلة , وتتم هذه العملية وفق الخطوات المتوفرة كالاتي .

1 – ترجمة العوامل الوراثية على جزء معين من الحامض النووي التي تؤدي الى تصنيع الانزيمات الخاصة بتضاعف الحامض النوي وهما RNA Replicase و

2 – استنساخ خيط سالب يسمى بالخيط الشقيق السالب Minus complementary strand على خيط الحامض النووي الكامل للفايروس والذي يسمى عادة بالخيط الموجب (RNA+) بمساعدة الانزيم Replicas وربما انزيمات وعوامل مساعدة اخرى . ويتكون RNA ثنائي الخيط احدهما الحامض النووي الاصيل للفايروس (RNA +) والثاني هو الخيط الشقيق السالب (RNA-) ويطلق على هذين الخيطين معا الشكل التناسخي (Replicative form(RF .

3 – ينفصل خيطا الشكل التناسخي (RF) عن بعضهما البعض ويعمل الخيط السالب (RNA-) كقالب Template لانتاج العديد من الخيوط الموجبة (20) خيط عليه بمساعدة الانزيمات الانفة الذكر . وبهذه الطريقة يتم تضاعف الحامض النووي للفايروس

اما موقع العمليات الكيميائية المذكورة في اعلاه , فهي تختلف من فايروس لاخر ولكن في الـ TMV تشير الدراسات بأن موقع التضاعف للحامض النووي هو النواة وبصورة خاصة النوية Nucleolus وان الحامض النووي الذي يصنع في النوية ينتقل الى السايتوبلازم .

ثالثا//: تصنيع البروتينات الخاصة بالفايروس .

تصنع البروتينات الخاصة بالفايروسات في الخلية المصابة بواسطة رايبوسومات الخلية التي تقوم بترجمة المعلومات الخاصة بنوعية البروتين من جزء معين من الحامض النووي RNA للفايروس . وكما هو معروف بأن داخل الخلية النباتية هنالك اكثر من موقع واحد لتصنيع البروتينات منها Cytoplasm والـ chloroplast و الـ Mitochondria وفي كل من هذه المواقع توجد Ribosomes خاصة بها تمثل الهيكل الاساسي لجهاز تصنيع البروتينات وتشير نتائج دراسات العلماء ان عملية تصنيع او تمثيل البروتينات الخاصة بالفايروسات مثل الـ TMV و TRV و TNV وغيرها سواء كان منها البروتينات الخاصة بالغلاف البروتيني او الانزيمات تصنع في السايتوبلازم .

وللدلالة على ذلك هو انه تثبيط او منع تصنيع هذه البروتين عند استخدام Cycloheximide وهو مضاد حيوي (Antibiotic) يمنع تصنيع البروتينات بواسطة رايبوسومات السايتوبلازم في حين لا تمنع تصنيع هذه البروتينات المضاد الحيوي chloramphenicol الذي يثبط او يمنع تصنيع البروتينات بواسطة رايبوسومات الخاصة بالكلوروبلاست او المايتوكوندريا .

رابع//: بناء الفايروس

ان الكيفية التي يتم فيها اتحاد الحامض النووي (RNA) والوحدات البروتينية لهذا الفايروس , هو ان تتحد مجموعة من الوحدات البروتينية (Protein subunits) لتكوين قرص (disc) ثم يتحد هذا القرص مع قواعد النيوكليتيدات (Nucleotides) في احدى نهايتي الحامض النووي RNA للفايروس وهذا الاتحاد يحول قرص الوحدات البروتينية الى دورتين حلزونيتين حول الحامض النووي وتستمر هذه العملية باندماج او اضافة اقراص اخرى بصورة متتالية الى القرص الاول حيث يتم بناء وحدات متماثلة حول الحامض النووي RNA + لذلك يتحدد طول جسيمة الفايروس بطول الحامض النووي .

- هناك فايروسات نباتية يمكن ان تنتقل ميكانيكيا الى النبات حساس وتحدث اصابة اذا استخدمت الفايروس من نبات مصاب . في حالة تنقية الفايروس ينتقل ميكانيكيا وتحدث اصابة وتضاعف اما في حالة فصل الحامض النووي عن البروتين واجراء عدوى لا تحدث الاصابة في الحامض النووي فقط. بعد دراسات مستضيفة لمثل هذه الحالات ثبت ان الحامض النووي لهذه الفايروسات يمثل الشريط السالب (RNA -) المكمل للشريط الفعال MRNA وانه لكي يكون فعال ويحدث عدوى يجب تحويل الشريط السالب الى شريط موجب فعال وتتم هذه العملية بواسطة انزيم يدعى Transcriptase فايروسي وهذا الانزيم موجود في الغلاف البروتيني للفايروس واثناء فصل الحامض النووي عن البروتين يتحطم هذا الانزيم اثناء الفصل .

وحين دخول هذه الفايروسات الى الخلية النباتية وتحرر الحامض النووي يحصل التضاعف ,,اذ يستخدم الشريط السالب كقالب لتصنيع شريط موجب , والشريط الموجب يصنع عدة اشرطة سالبة ثم تعاد الكرة مرة اخرى في النهاية , عند تجمع كمية كافية من الاشرطة السالبة يبدأ الموجب بصنع البروتين للغلاف بواسطة MRNA . ثم تغلف الاشرطة السالبة مع الانزيم ويبقى الانزيم كامن حتى تحرر الحامض النووي فينشط ثم تبدأ عملية الاستنساخ والتضاعف , هذه المجموعة من الفايروسات تعرف بالفايروسات المغلفة Rhabdovirusees . اي ان عملية التضاعف وتكوين الاشرطة تختلف من حيث كونها سالبة تماما عن الفايروسات التي تكون اشرطتها موجبة (العكس تماما)

هذه العملية تتم في النواة وتصنيع البروتين في السايتوبلازم (وهذه قاعدة عامة للعديد من الفايروسات)

البناء الحلزوني حول الحامض النووي يكون في الفايروسات العصوية (تغليف الفايروسات) , اما الفايروسات الكروية فالبناء يحدث بشكل مستقل عن الحامض النووي اي تتكون علبة ويأتي الحامض النووي ويدخل في العلبة كما في TYMV (البناء المكعبي)

الفايروسات الناقصة

في بعض الحالات اثناء التضاعف وتكوين الفايروس قد يحدث خلل ويؤدي الى تكوين فايروس ناقص يدعى Incomplete virus (نقص في احد الجينات) كما في بعض سلالات فايروس موزائيك التبغ , والسلالة التي يحدث فيها خلل في الجين المسؤول عن الغلاف البروتيني لا تستطيع تكوين غلاف وهي قادرة على تحقيق او احداث اصابة ولا تغلف نفسها ولا تتكون جسيمات كاملة , ويمكن لهذه السلالة عند وجودها مع سلالة اخرى في نفس الخلية يحدث تضاعف ويتكون فايروس كامل , وهنا يحصل تكامل بين سلالتين احدهما تكمل الاخرى .

فايروس الاقمار Satellite virus (SV)

قطر جسيمات هذا الفايروس 17 ن. م. ويحوي على حامض نووي و لا يستطيع التضاعف لوحده وانما يحتاج الى فايروس اخر للتضاعف , ووجد انه مرافق لفايروس اخر في النبات هو فايروس تنخر التبغ TNV , لا يستطيع SV ان يتضاعف لوحده الا بوجود الفايروس المساعد الذي يمكن ان يتضاعف لوحده (الفايروس الاخير) حتى بعدم وجود الـ SV ولا توجد علاقة مصلية بين الفايروسين .