



Viroloji Ders Notları

<https://ziraatweb.com>

Sunular; ANKARA ÜNİVERSİTESİ,
[PROF.DR. FİLİZ ERTUNÇURL](#)'a aittir.

1. KONU:

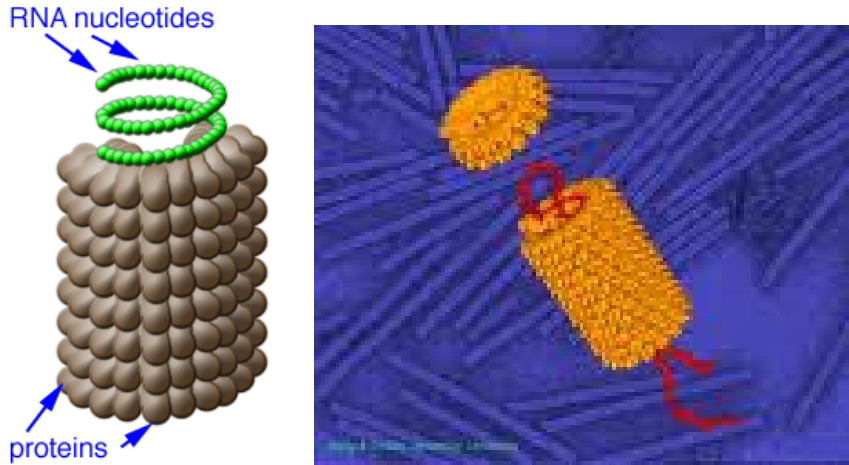
VİRÜSLERİN YAPISI

Bitkilerde hastalık oluşturan etmenlerden birisi de virüslerdir. Virüs 1720 yılında hazırlanan Philips sözlüğünde **zehir, kokmuş** olarak ifade edilmektedir. Virüs kelimesi İngilizce’de “**virus**”, Türkçe’de “**virüs**” olarak ifade edilmektedir. Bugün bilinen virüslerin yarısından fazlası bitki patojenidir.

Genel olarak RNA içerdiği bilinmekte iken son yıllarda çift ve tek sarmal DNA içeren virüslerde saptanmıştır. Bunlar miktar olarak az olmakla birlikte yapılan son çalışmalara göre 80 kadar olduğu tespit edilmiştir .

Genel olarak virüsler bir protein kılıfı ve bir nükleik asit helezonundan ibarettir. Nükleik asitin proteine bağlanmasından dolayı **nükleoprotein molekülü** olarak da tanımlanmaktadır.

Protein kılıfı olmayan virüsler “**viroid**” adını alırlar. Bazı virüslerde genetik materyal birden fazla parçaya bölünmüştür. Bu tür virüslere “**çok komponentli virüsler**” adı verilmektedir. Örneğin tütünlerde *Tütün rattle virüsü*, şeker pancarında *Rhizomania*, yonca’da *Alfaalfa mosaic virus* bunlara örnektir.



VİRÜSLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

1. Virüsler bakterilerin geçemediği filitrelerden geçer.
2. Obligat parazitlerdir. Sadece canlı hücrede çoğalır. Ölü dokularda gelişmezler.
3. Işık mikroskobu ile görülmeyip sadece elektron mikroskobunda gözlemlenebilirler.
4. Bitki dokusuna yaralardan giriş yaparlar. Bu yara mekanik olabildiği gibi böcek ve nematod emgisi ile açılan yaralarda olabilir.

BİTKİ VİROLOJİSİNİN TARİHÇESİ

- Bitki virolojisindeki gelişmeler 16.yy dan sonra başlamıştır. 1574 yılında *Scott* şerbetçi otunda bugün virüs olduğu kanıtlanmış olan ve literatürde *nettle head* olarak adlandırılan virüs enfeksiyonunu tanımlamış, 1576'da Hollandalı **Carolus Cladius** lalelerde alaca çizgililikten söz etmekte ve lalelerde renk kırılma virüsünü tanımlamaktadır.
- 18.yy'ın ikinci yarısında bir çiftçi olan Maxwell 1750 yılında yapılan yayında patateslerde dejenerasyondan bahsetmiş bunun üründe büyük kayba yol açtığını bildirmiştir.
- **1792'de AnKONUon** patateslerde görülen bu hastalığın bulaşıcı olduğunu ve hastalıklı ocağın alınan yumrular tekrar ekildiğinde bunlardan gelişen bitkiler de hastalıklı olduğunu ileri sürmüştür.
- Bitki virolojisindeki esas gelişmeler 19. yy'ın ikinci yarısından sonra gerçekleşmiştir.
- 1859 yılında ilk kez **Van Swieten** tarafından yapılan bitki virüs hastalıkları çalışmalarında model obje olarak Tütün mozaik virüsü ele alınmıştır.
 1935 yılında Stanway TMV'yi yoğunlaştırıp saflaştırmış, **1953 yılında Epstein** virüs partiküllerinin partikül kısmının bulaşıcı olduğunu ortaya çıkarmış, 1955 yılından sonra virus partiküllerini elektron mikroskobunda görüntülenmesi üzerine çalışmalar

yoğunlaşmış ve **1964 yılında Brandes** virüs partiküllerinin molekül ağırlıkları ile izoelektrik noktalarını saptamıştır.

- 1968 yılında Spiegel pateteslerde iğ yumru hastalığını saptamış ve buna **viroid** adını vermiştir.
- 1975 yılında ELISA tekniğinin bulunması ve bunun **1977** senesinde **Clark ve Adams'ın** çalışmaları ile bitki virolojisine girmesi sonucunda nanogram düzeyinde (10^{-9} mg) virüsün tespiti mümkün olmuştur.
- **1981'de Dietzen ve Sander** bitkisel virüslere karşı monoklonal antibody üretimi üzerinde ilk raporunu yayınlamıştır. Daha sonra virüslerin PCR teknolojisi ile saptanması konusunda çalışmalar yapılmıştır.
- 1986'da Aber ve arkadaşları, rekombinant DNA teknolojisi kullanarak TMV'nin örtü proteini (coat protein) geni ve cDNA'sı elde etmişler ve *Agrobacterium tumefaciens*'in Ti plasmidine yerleştirilmiştir.
- 1985'de Coleman ve arkadaşları, DNA'yı konukçu hücre genomuna sokmuş ve hücreler antisens RNA üretmiş ve bunlarda mikroRNA olarak adlandırılmıştır. MikroRNA *in vivo*'da virüs RNA'sı ile hibritlenmiş böylece virüsün çoğalması engellenmiştir.

• VIRÜSLERİN ÜLKEMİZ İÇİN ÖNEMİ

- Virüsler bugün 2000 adet olup bunun yarıdan fazlası bitki patojeni virüslerdir. Virüs hastalıklarının neden olduğu kaybı tam olarak vermek mümkün değildir. Bu zararı tam olarak verecek henüz bir standart yoktur. Örneğin tek yıllık bitkilerde hastalanmış olan bitki sayısı esas alınarak zarar hesabı yapmak bizi doğru sonuca ulaştırmaz. Bu tür çalışmalarda enfeksiyon şiddetinin de dikkate alınması gerekir. Yurdumuzda yetişen

tüm tarımsal ürünlerde çeşitli virüs hastalıkları enfeksiyon oluşturmaktadır.

- Ülkemizde virüs hastalıklarının varlığına dair ilk kayıt **Hans Bremer** tarafından yayınlanan **Türkiye Fitopatolojisi** adlı eserinde görülmektedir.
- 1954 yılında Selahattin Tanrikulu, TMV'yi Adapazarı ve Düzce'deki tütün tarlalarında gözlemsel olarak saptamış, 1956'da Osman Arı domates hastalıklarını yayınlamıştır.
- 1962 'de Orhan Özalp virüslerin tanısına yönelik serolojik çalışmalar yapmıştır.
- 1964 yılında İzmir'de sebzelerde görülen viral enfeksiyon belirlenmiş, 1965 yılından itibaren çalışmalar turunçgile yönelmiştir. Akdeniz Karadeniz ve Ege turunçgil ekim alanlarında survey yapılarak viral enfeksiyonlar ortaya çıkarılmıştır. Türkiye'deki mevcut viral enfeksiyonlar 1969 yılında Seyhan Kurçman tarafından yapılan ihtisas çalışmasında listelenmiştir.
- Ülkemizde yer yer virüs hastalıkları epidemi yapmaktadır. Örneğin 1966-68 yılları arasında sarı kız patateslerinde %57 oranında PVY (*Potato virus Y*) yüzünden kayıp saptanmış bu kaybın İzmir civarında domateslerde %90, biberde ise %100 oranında olduğu görülmüştür.
- Tütün mozaik virüsü ve ırklarının sebep olduğu zarar tütünde %60'a kadar yükselmektedir. Hastalık direkt olarak ürün kaybının yanı sıra nikotin, azot, albumin miktarında artışa sebep olmaktadır.
- Ülkemiz bitki virüs hastalıkları son dönemlerde yoğunluk kazanmakta ve önemli zararlara sebep olmaktadır. Virüs hastalıkları ülkemizde esas zararı meyve, sebze ve süs bitkilerinde oluşturmaktadır. Şeker pancarında Rhizomania (**Beet necrotic yellow vein virus- BNYVV**) ve **Soil borne beet necrotic virus (SBBNV)**

hastalıkları epidemik halde olup özellikle Karadeniz bölgesi, Konya, Malatya, Eskişehir ve Iğdır alanlarında yaygın olarak görülmektedir. Hastalığın görüldüğü alanlarda ekonomik olarak ürün elde etmek mümkün değildir. Buğday ekim alanlarında İç Anadolu bölgesinde fazlaca önem arz etmemektedir. Eskişehir'in Alpu ilçesinde **Soil borne wheat mosaic virus** yaygın olarak görülmekte ve enfekteli buğday tarlalarında ürün oluşmamaktadır. Patateslerde PVY ve PVX yaygın olarak görülmektedir. Örtü altı yetiştiriciliğinde Solanaceae ve Cucurbitaceae ürünlerinde ekolojik şartlara bağlı olarak virüsler enfeksiyon oluşturmakta, özellikle CMV ve ZYMV enfeksiyon yapmaktadır.

- Ülkemizde yumuşak ve sert ve çekirdekli meyve türlerinde ve turunçgillerde yaygın olarak virüs enfeksiyonu gözlenmektedir. Meyve türlerimizde özellikle **Prunus necrotic ringspot virus (PNRSV)**, **Prune dwarf virus (PDV)**, **Apple mosaic virus (ApMV)** yaygın olarak görülmekle birlikte turunçgillerde **tristeza ve Psorosis**, bağlarda ise **Fanleaf ve Leafroll 1-9** yaygın olarak gözlenen viral enfeksiyonlardır.
- Ülkemizde önemli bazı virüs enfeksiyonları



ApMV (Elma)



ApMV (Fındık)

2. KONU:

VİRÜSLERİN MORFOLOJİK YAPISI .

Genel olarak RNA içerdiği bilinmekte iken son yıllarda çift ve tek sarmal DNA içeren virüslerde saptanmıştır. Esas itibariyle bir virüs, bir nükleik asit helezonu ve bunu çevreleyen protein kılıfından ibarettir. Virüsler, nükleik asitin proteine bağlanmasından dolayı **nükleoprotein molekülü** olarak da tanımlanmaktadır. Protein kılıfı olmayan virüslere “**viroid**” denilmektedir. Bazı virüslerde genetik materyal birden fazla parçaya bölünmüştür. Bu tür virüslere “**çok komponentli virüsler**” adı verilmektedir. Örneğin tütünlerde Tütün rattle virüsü, şeker pancarında rhizomania, *Alfa alfa mosaic virus* bunlara örnektir.

Virüs partikülleri çoğalma ve hastalık yapma yeteneğinde olan küçük moleküllerdir. Boyutları elektron mikroskobunda saptanır ve nanometre olarak ifade edilir.

1 nanometre milimetrenin milyonda biridir.

$$1\text{nm} = 10^{-6}\text{mm} = 10^{-9}\text{m}$$

Elektron mikroskobunda 25 nm çapında bir virüsün 1mm büyüklüğünde gözlenebilmesi için 40000 kez büyütülmesine ihtiyaç vardır. Bu da 5mm çapındaki çivinin aynı büyütmede çapı 200 m olarak görülmesi demektir.

Virüsler kendi kendine çoğalamazlar ve yeni bir benzer virüs partikülü meydana getirebilmek için hücrenin ribozomlarına ve içeriğine ihtiyaç duyarlar. Aktif hareketleri yoktur. Hücre içeriği ile birlikte veya iletim boruları ile ozmotik basınca bağlı olarak bitki içinde hareket eder. Bitkiye açılan yaralardan giriş yaparlar. Bu yaralar böcek ve nematod emgisi sonucu açılan yaralarda olabilir.

Virüsler canlı olarak ifade edilse dahi canlılarda görülen tüm metabolik olaylar virüslerde gözlenemez. Örneğin gelişmiş canlılarda olduğu gibi gelişme, metabolizma artıklarını arındırarak dışarı atma özellikleri bulunmaz.

VİRÜS KONUKÇULARI

Virüsler konukçularda bulunuşlarına göre şu gruplara ayrılır.

Bakterofajlar = Bakterilere arız olanlar

Siyonafajlar = Mavi yeşil algelere arız olanlar

Fitofajlar = Çiçekli ve tohumlu bitkilere arız olanlar

Zoofajlar = İnsan ve hayvanlarda enfeksiyon oluşturanlar

Arthropodafajlar = Böceklere patojen olan virüsler

Virüsler yapısal (morfolojik) olarak değişik şekillerdedir. Yuvarlak, çubuk, bükülebilir iplik, ikiz partikül ve mermi şeklinde değişik yapılarla sahiptirler.

Yapısı eksiksiz olan virüslere **virion** adı verilir.

KRİPTOGRAM

Virüs genom yapısı sembollerle ifade edilerek gösterilir. Buna **kriptogram** denir. Her bitki virüsünün kendine özgü kriptogramı vardır. Kriptogramda nükleik asidin tek veya çift sarmal oluşu, tüm virüs partikülündeki molekül ağırlığı taşıma şekli yer alır.

Örneğin TMV'nin kriptogramı **R/1: 2/5:E/E:S/0'dır.**

R/1 : Bu eşitlikte birinci ifade nükleik asidin tipini ve sarmal sayısını ifade eder.

R= RNA, D=DNA, Sarmallar içinse; **1 tek sarmalı, 2 ise çift sarmalı** ifade eder.

2/5: İkinci eşitlikte pay nükleik asidin molekül ağırlığını , payda ise bulaşık partiküldeki nükleik asidin yüzdesini ifade eder. Bölünmüş genoma sahip virüslerde ise bu kısım her bir genom için ayrı ayrı gösterilir ve arada bir (+) işareti bulunur.

E/E: Üçüncü eşitlik ise virüsün partikül yapısını ve genomun partikül yapısını gösterir. **S/O:** Sembollerin son çiftinde ise enfekte edilen konukçunun çeşidi, virüs taşıyan vektörün tabiatı yer almaktadır. Burada A= alg , B= bakteri, F= fungus, S= Tohumlu bitkiler

Hücre yapısı olarak S= küresel, E= çubuk şeklinde;

Vektör çeşitlerine göre Ne= nematod, Al= beyaz sinek, Ap= afit, Cc= unlu bit, Cl= coleopter gibi.

Bazı kriptogram örnekleri aşağıdadır.

Potexvirus= R/12.1/6:E/E:S/(Fu)

Carlavirus = R/1*/6:E/E:S/Ap

Potyvirus = R/1:3.5/5:E/E:S/Ap

Virüsler bitkilerde oluşturdukları belirtilere göre adlandırılır. Örneğin Tütün mozaik virüsü *Tobacco mosaic virus (TMV)*, *Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV)* gibi. İsimlerinin baş harfleri bir araya getirilerek akronimler oluşturulur. Yazışmalarda önce genel adı yazıldıktan sonra akronimler kullanılır. Örneğin, Tütün mozaik virüsü *Tobacco mosaic virus (TMV)*, *Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV)* olduğu gibi. Virüslerin adlandırılmasında İngilizce adları esas alınarak adlandırılır. Ancak Türkçeye'de aynen tercüme edilerek Türkçe adları da mevcuttur.

SİMPATOMATOLOJİ

Bitkilerin anatomik yapısı içindeki fizyolojik olayların seyri normalden uzaklaşınca hastalık başlar. Bitkideki bu morfolojik değişikliklere “**simptom**” veya “**hastalık belirtileri**” adı verilir.

Simptomlar bitkilerde belli belirsiz şekillerde ölüme kadar değişir. Bazı enfeksiyonlarda ise hiçbir simptom gelişimi gözlenmez. Bu tür enfeksiyonlara **latent enfeksiyon** adı verilir.

Virüsler bitkilerde oluşturdukları belirtilere göre adlandırılır. Örneğin tütün mozaik virüsü *Tobacco mosaic virus (TMV)*, *Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV)* gibi.

Simptomların oluşumunu kontrol eden faktörler;

- 1) Virüsün tipi ve ırkı
- 2) Konukçunun tip ve varyetesi
- 3) Konukçunun yaşı ve gelişme devresi
- 4) Konukçunun fizyolojisi
- 5) Enfeksiyon süresi
- 6) Diğer virüs ve patojenlerin varlığı
- 7) İklim ve çevre şartları

Bir virüs her birinde farklı simptomlara neden olan farklı konukçu bitkilerde çoğalabilir. Bu nedenle simptomlar konukçunun reaksiyonunu yansıtır. Virüslerin çoğu konukçuda yayılarak sistemik enfeksiyon meydana getirir. Kök ve sürgün uçları (meristematik doku) patojenden ari olarak kalabilir. İstila edilen hücrelerin hızlı ölümü sonucunda enfeksiyon daha ileriye yayılmadan bu ölü alanlarda hapsedilmiş olarak kalır. Bu olaya **hipersensitiv reaksiyon**, bu olaya da **hipersensitivite** denir.

Bitkilerde virüsler nedeniyle ortaya çıkan simptomlar;

a. Makroskobik (dış)

b. Mikroskobik olarak ikiye ayrılır.

3.KONU:

A. MAKROSKOBİK (DIŞ) SİMPTOMLAR

Viral enfeksiyonların isimlendirilmeleri makroskobik belirtilere göre yapılmaktadır. Ancak bazı enfeksiyonlar aynı bitki türünde benzer şekilde belirti meydana getirmektedir. Bu nedenle bu belirtilere bakılarak yapılan virüslerin teşhisi hatalı olmaktadır. Örneğin, kabakgillerde aynı şekilde mozaik belirtisi yapan 8 tane virüs enfeksiyonu mevcuttur.

Bitki virüs enfeksiyonu sonucunda meydana gelen dış (makroskobik) belirtiler;

I. Primer (lokal)

II. Sekonder (sistemik) belirtiler olmak üzere ikiye ayrılır.

I.Primer (lokal) belirtiler: İki şekilde gözlenir.

Birinci tip primer belirtiler virüslerin aşılандıkları yerde meydana gelen belirtilerdir. Bunlar **nekrotik ve ya klorotik lokal lekeler** olabilir.

İkinci tip belirtiler ise **damarlarda renk açılması (vein yellowing)** şeklindedir. Bu tip belirtiler bitkide sistemik enfeksiyon geliştikten sonra kaybolur.

Lokal lekeler virüslerin kantitatif çalışmalarında da kullanılmaktadır. Örneğin, TMV'nin lokal leke konukçusu *Nicotiana glutinosa*'dır. Ayrıca *N. tabaccum* var. Samsun NN bitkilerinde de TMV nekrotik lokal leke oluşturur.

II. Sekonder belirtiler; Bunlar değişkendir. Sekonder olarak gelişir. Damarlarda renk açılması belirtilerini kaybolduktan sonra ortaya çıkar ve akut veya kronik fazda gelişir. Akut fazda bazen bitkiyi kurutur veya öldürürler. Bazen de sadece verim düşüklüğüne neden olur. Bitkide yavaş yavaş gelişir.

Virüs enfeksiyonları yaprak, gövde, kök, çiçek ve meyvede olmak üzere tüm bitki aksamında belirtiler meydana getirir. Virüslerin adlandırılmasında, oluşan bu belirtiler büyük önem taşır. Örneğin, şeker pancarı sarılık virüsü ve krizantem bodurluk viroidi gibi.

Bitkilerde oluşan belirtiler oluştuğu bölgeye göre sınıflandırılır.

1. Yaprak ve Yeşil Aksam Belirtileri

2. Gövde ve Kök Simptomları
3. Çiçek Simptomları
4. Meyve Simptomları

1. YAPRAK VE YEŞİL AKSAM SİMPТОMLARI

Genellikle bu sipmtomlar yapraklarda renk değişimi ile ortaya çıkar. Buna esas olarak belirtiler **mozaik, beneklenme, sararma, damar bantlaşması, halkalı leke, meşe yaprağı formu ve enasyon** şeklinde görölmektedir.

Tipik olarak mozaik belirtisinde yapraklarda koyu ve açık yeşil sarı bölgeler, genellikle köşeli ve damarlarda sınırlı haldedir. En bariz olarak *Abutilon mosaic virus*'unda görölmektedir. Monokotiledonlarda mozaik belirtisi yaprak ana damarına paralel çizgiler şeklindedir. Örneğın, arpa çizgi virüsü (*Barley streak virus*), buğday çizgi mozaik virüsü (*Wheat streak mosaic virus*) gibi. Bazı virüsler, örneğın şeker pancarı sarılık virüsünde olduğu gibi, yaprakların tümü ile sararmasına ve yapraktaki klorofil pigmentinin parçalanmasına sebep olur.

Genellikle virüsler yapraklarda klorofilin azalmasına ve parçalanmasına neden olur. Bazı enfeksiyonlarda hastalık nedeniyle antosiyanin miktarı artmakta ve yaprak kırmızılaşıp mor rengi almaktadır. Örneğın bağlarda **leafroll** hastalıkları, arpalarda **arpa sarı cücelik virüsü v.b.**

Bazı belirtiler halkalı leke şeklinde, bazıları meşe yaprağı formunda olmakta bazen virüs hastalıkları nedeniyle yaprak alt damarlarında enasyonlar oluşmaktadır.

2. GÖVDE VE KÖK SİMPТОMLARI

Gövdeler yapraklara benzer şekilde **benek, çizgi ve nokta** simptomları oluşturur. Nekrotik bölgeler gövdede görölmür. İletim demetleri nekrozu, sürgünlerin kuruması ve solmasına neden olur. Bağlarda fanleaf hastalığında

floem dokusunda tylosis meydana gelir ve yapraklarda oluşan nişasta düzgün şekilde taşınmadığından dolayı deforme ve kalın yaprak oluşumu ortaya çıkar.

Özellikle turunçgil fidanlarında virüs enfeksiyonu sonucunda anaç-kalem uyumsuzluğu görülmektedir. Turunçgillerde **tristeza virüsünde** aşı yerinde odun dokusunda çukurluklar kabukta ise buna denk gelecek şekilde şişkinlikler gözlenir. Kakaolarda şiş sürgün hastalığında, sürgünlerde yer yer şişkinlikler ortaya çıkar. Virüs hastalıkları genellikle köklerin azalmasına neden olur. Ancak **Rhizomania** hastalığında bunun tersi söz konusudur. Bu hastalıkta kılcal köklerde aşırı derecede artış meydana gelmektedir. Virüs hastalıkları boyda kısalma ve cüceleşmeye neden olmaktadır.

3. ÇİÇEK SİMPTOMLARI

Çiçeklerde **renk kırılması** şeklinde meydana gelir. Antosiyanin pigmentinde kaybolma veya artış gözlenmekte ve bunun sonucunda intizamsız çizgiler oluşmaktadır. Özellikle meyve ağaçlarının çiçeklerinde (Kayısıda PPV, lalelerde renk kırılma virüsü, karanfillerde **Carnation vein mottle virus**) hem çiçeklerin azalmasına hem de çiçeklerde renk kırılmasına neden olur.

4. MEYVE SİMPTOMLARI

Virüsler meyvelerde düzensiz gelişmeye neden olur. Meyve normal rengini alamaz ve meyvede şekil bozukluğu görülür. Virüsle enfekteli bağlarda düzensiz salkım gelişimi saptanır. Turunçgil meyveleri gelişemez. Sarımsı yeşilimsi renkte olur. Simetri bozular. Bağlarda **Fanleaf** enfeksiyonu sonucu boncuklanma görülür. Aşırı şekilde meyve dökümüne neden olur. Meyvelerin asiditesi artar. **PPV** erik ve kayısıda şeftalide lekeler meydana getirir.

B. MİKROSKOBİK SİMPTOMLAR

I. ANATOMİK DEĞİŞİKLİKLER

Virüsler konukçu hücrelerini etkileyerek bitkilerde görülebilir anormal gelişmeler yanında klorofil, karoten, antosiyanin gibi hücrenin pigmentlerinde de direkt görülebilir değişikliklere neden olabilir.

Virüsler hücre büyüklüğü ve sayısı üzerine ve bunu takiben organlarda şekil bozukluğuna sebep olur. Hücre sayısındaki anormal artışa **“hiperplazi (hyperplasia)”**, hücrelerin ve organların anormal derecede genişlemesi **“hipertrofi (hypertrophy)”**, küçük ve az hücre oluşumu **“hipoplazi (hypoplasia)”** olarak adlandırılır. Bunun sonucunda bitkide bozukluk ortaya çıkar.

Yapraklarda mozaik ve sarılık simptomlarında parankima hücrelerinin sayısı azalır, hücreler küçülür ve birkaç kloroplast ihtiva eder. Sararan bölgelerden kesit alındığında hücreler arasındaki boşlukların az sayıda olduğu veya hiç olmadığı görülmektedir. Yaprakların koyu yeşil bölgeleri normal olarak gelişir. Ancak yaprak laminasının bükülmesi ve kabarması bu bölgelerin gelişmelerini, bitişikteki renkli bozuk hücreler tarafından engellenmesiyle ortaya çıkar. Yaprak ayasının ince uzun ayakkabı bağı şeklini alması CMV enfeksiyonlarında görülmektedir. CMV enfekteli tütün bitkilerinde tütün ve domates bitkilerinde primordial yaprak oluşumunda yaprak ayasının kaybında ve meristem dokularındaki aktivite kaybından ortaya çıkmaktadır.

Damarlara komşu hücrelerin büyümesi **“hipertrofi”** nedeniyle interselüler boşluklar yok olduğundan **damar renk açılması (vein clearing)** ortaya çıkar ve birkaç kloroplast meydana gelir ve dokular yarı şeffaf hale gelir. **Patates yaprak**

kıvırcıklığında floem boruları virüsler tarafından istila edilip bunun sonucunda floem nekrozu ortaya çıkar. Bağlarda **Fanleaf** hastalığında ise enfeksiyon nedeniyle floem parankima hücreleri floem boşluğuna doğru ilerleyerek **tylosis** olayına neden olur. Bu durum zamanla floemin bu organlarla tıkanmasına neden olur.

Bazı virüs enfeksiyonlarında floem hücrelerinde aşırı derecede kallus birikimi olmaktadır. Bu bitkide hastalığa karşı savunma reaksiyonu olarak gelişmekte ve organizmada dolaşan şekerli besin maddelerinin kayıplarını önlemek amacıyla bitkinin aldığı bir savunma reaksiyonudur. Odunsu bitkilerde kambiyum virüs tarafından etkilenebilir. Örneğin, **Turunçgil tristeza virüsünde** özellikle aşı yerine yakın bölgelerde kabukta parankima hücrelerinin düzensiz gruplar halinde kabuğa yapışması sonucunda çıkıntılar aynı şekilde ksilem bölgesinde de bu çıkıntılara bağlı olarak çukurluklar meydana gelir. Bu belirtiyeye “**stem pitting**” adı verilmektedir.

II. Sitolojik (hücre boyutunda) değişimler

Virüsler hücrelerin dahili düzenini bozarak bütün formlarını ve görünüşlerini etkiler. Virüslerin başlıca etkilediği organeller **çekirdek, mitokondri** ve **kloroplastlardır**.

1. Çekirdek ile ilgili değişimler

Bazı virüs enfeksiyonlarında hücre çekirdeği hiçbir şekilde etkilenmezken pancar mozaik virüsü enfeksiyonlarında ise çekirdekler şişer ve bozulabilir. Ancak Rhabdovirüsler ve DNA virüslerinin çekirdekte çoğalması sonucunda çekirdek tahrip olur ve virüsler genellikle çekirdek etrafındaki boşluklarda ve çekirdek plazmasında toplanmış olarak bulunur.

2. Kloroplast değişimleri

Virüs enfeksiyonlarının en yaygın belirtisi yaprak renk değişiklikleridir. Bunun sonucunda kloroz ve mozaik simptomsu ortaya çıkar. Virüs enfeksiyonları kloroplastlarda tahribat yapmakta ve nişasta akümülyasyonuna (birikimine) engel

olmaktadır. Ayrıca klorofilaz enziminin aktivasyonunu artırmakta ve bunun sonucunda klorofil sayısında düşüş ortaya çıkmaktadır. **Şeker kamışı mozaik virüsü** ile enfekteli şeker kamışı hücrelerinde virüs nedeniyle hücrelerde şişme meydana gelmektedir. **Kakao şiş sürgün virüsü** ile enfekteli kakao bitkilerinde ise kloroplastlar küçülmekte ve yassılaşmaktadır.

Bazı virüs enfeksiyonunda ise yapraklarda, örneğin *Barley stripe mosaic virus* gibi, kloroplastların toplandığı gözlenmektedir.

3. Mitokondriyal değişimler

Mitokondriler enerji metabolizmasının gerçekleştiği organellerdir. Hücrelerin virüs ile enfeksiyonu sonucu mitokondrilerde dejenerasyon meydana gelir ve sağlam mitokondrilerde parçalanmış olanlar bir arada toplanır. Zamanla bu kümeler büyüyerek mitokondriler içinde nükleik asite benzer ipliksi materyal içeren küçük keseler ile dolu hale gelir. Keseler virüs enfeksiyonun başlaması ile birlikte ortaya çıkar.

III. Diğer değişiklikler

Enfekte edilen hücrelerin ribozomları genellikle inclusion body'lerle bütünleşir. Ve karanfil yanıklık halka virüsünde olduğu gibi farklı yığınlar halinde şekillenir. Bazı enfeksiyonlarda ise 70S kloroplast ribozomları yok olur. TMV ve diğer pek çok virüs hücre içi vakuollerde toplanır veya bezelye tohumuna geçen mozaik virüsü enfeksiyonunda olduğu gibi vakuolun membranında birikir. Hücre duvarlarında ya kallus birikmesi görülür veya duvarlar üzerinde parmak benzeri çıkıntılar gözlenir. Kallus birikimi lokal leke reaksiyonlarında da gözlenir ve virüs hareketini sınırlamaya yardımcı olur. Hücre duvarlarının parmak benzeri çıkıntıları plasmodesmata ile ilişkilidir ve gerek lokal gerek sistemik enfeksiyonla meydana gelir.

Hücre içi oluşumlar (inclusionlar)

Işık ve elektron mikroskobu ile yapılan morfolojik incelemeler sırasında virüs partiküllerinin bir araya gelerek ışık mikroskobu ile de kolaylıkla gözlenebilen oluşumlar meydana getirdikleri tespit edilmiştir. Bu oluşumlara **inclusion body**, **X cisimciği** veya **ilgi cisimciği** adı verilmektedir. Bunlar değişik şekil ve yapıda olup çeşitli boyalarla boyanabilen yapılardır. Hücredeki bulunış yerlerine göre **Çekirdek** ve **Sitoplazmik inclusionlar** olarak ikiye ayrılır.

▪ **Çekirdek inclusionlar**

Bunlar çekirdekçikte ve çekirdek membranında meydana gelir. Şekilsiz yuvarlak ve kristal yapıdadır. Pancar sarılık virüsü ve TMV’de rapor edilmiştir.

Sitoplazmik inclusion’lar

Genellikle virüs enfekteli bitkilerde rastlanan inclusionlardır. TMV enfeksiyonunda ışık mikroskobu ile yapılan çalışmalarda TMV inclusionları bitkinin epidermisteki hücrelerinde altıgen şeklinde yığınlar halinde ortaya çıkmaktadır. 5-30 µm çapında olup parlak mavi renk olarak gözlenir. TMV partiküllerinin adeta balık kılıcı formunda yığınlar halinde toplanması ile ortaya çıkmaktadır. Virüs partiküllerinin yanı sıra da hücre içeriğinin de inclusionlar içinde olduğu tespit edilmiştir. Bu oluşumlarda virüs istenmeyen dış şartlara karşı kendini korumaktadır. Sitoplazmik inclusionlar patates Y cinsi virüslerde daha farklı şekilde ortaya çıkmaktadır. Bunlar silindirik inclusionlar, pinwheels ve scroll şeklinde ortaya çıkmaktadır

VİRÜSLERİN YAYILMA YOLLARI

Bitki virüslerinin konukçudan konukçuya taşınması farklı şekillerde olmaktadır.

1. Mekanik Taşınma
2. Tohumla Taşınma
3. Toprakta Taşınma
4. Parazit Bitkilerle Taşınma
5. Böceklerle Taşınma
6. Akarlarla taşınma

1.MEKANİK TAŞINMA

Bitkisel virüslerin vegetatif üretim parçalarıyla nakli

Göz veya sürgün aşısı ile bitki üretimi söz konusu olduğunda çelikle yumru rizom veya soğan kullanılarak yapılan bitkisel üretimde ana bitkide mevcut olan virüsler bitkilere bu yollarla geçer ve onlarda enfeksiyona neden olur. Tüm meyve ağaçlarının süs bitkisi ağaç ve çalılarının, birçok tarla bitkisinin bu şekilde üretildiği düşünüldüğünde virüs enfeksiyonları bu tür ürünlerin en önemli hastalıklarını oluşturmaktadır.

Göz aşısı ile nakil

Gözde veya anaçta bulunan virüsün etkisi ile anaçla gözün birleşimi istenilen düzeyde gerçekleşmez ve bunun sonunda zayıf ve cılız sürgün gelişimi görülür. Meyve ağaçlarında köklerin birbirine teması virüs hastalıkları kolaylıkla taşınır.

Bitki virüslerinin çoğu özellikle tek yıllık bitkilerde enfeksiyon yapan virüsler, mekaniksel olarak yayılabilen virüslerdir.

Mekanik yolla yayılmanın birçok tipleri vardır. Bunlardan birincisi **rüzgar yolu** ile bitki yapraklarının teması suretiyle virüslerin yayılmasıdır. Rüzgarlar bitki

yapraklarını birbirine sürterek özellikle tüylü olan yapraklarda tüylerin kırılmasına ve çıkan bitki özsuyu ile sağlam bitkilerin enfekte olmasına neden olur.

Bir diğeri **insanların hatalı tarımsal işlemleri**, kültürel işlemler esnasında bulaşma olabilmektedir. Bu tür bulaşma insan eliyle, elbiseyle olabildiği gibi alet ve ekipmanlarla da olabilmektedir. Hayvanlarda bitkiler arasında dolaşarak virüsleri bulaştırır.

Kısaca virüsler mekanik olarak rüzgarlarla, insanlarla, hayvanlarla, hatalı yapılan çalışmalarla, tarım alet ve makinalarıyla, budama bıçakları ve makaslarıyla yayılır.

Mekanik inokulasyonla virüslerin hücreye girişi genellikle kırılan epidermal tüylerden olur. Örneğin Patates X virüsü patates işleyenlerin elbiselerinde ve taşıma çuvallarında 6 hafta kalabilmekte ve yayılma imkanı bulmaktadır.

Mekaniksel olarak yayılabilen virüsler genellikle uzun süre canlılığını yitirmeyen stabilitesi yüksek virüslerdir. Bu şekilde taşınan virüslere örnek olarak Tütün Mozaik Virüsü, Domates Mozaik Virüsü, Hıyar Mozaik Virüsü ve Patates Y ve X virüslerini gösterebiliriz.

Vegetatif Taşınma

Bu yolla taşınma virüs içeren bitkilerden alınan parçaların sıhhatli bitkilere üretim amacıyla aşılınması sonucunda ortaya çıkar. Patates ve soğanlı bitkiler vegetatif olarak çoğalan bitkiler ile özellikle meyve ağaçlarında bu yola virüsün nakli büyük önem taşımaktadır. Bunu önlemek amacıyla yumrulu bitkilerde bazı önlemler alınmaktadır. Eğer patates bitkisi hasattan kısa bir süre önce virüsle bulaşmış ise bu bitkiden elde edilecek yumrular virüsle bulaşmamış olduğu için bu yumruları üretimde kullanmak mümkündür. Çelik alırken temiz ağaçlardan çelik alınmalı ve alınan çelikler 37°C'de 1000-1500 lüks'lük ışık altında

tutulduktan sonra kullanılmalıdır. Ancak alınan elik virüs ile bulaşık ise elde edilen yeni bitkiler virüs ile bulaşık olacaktır. Ayrıca süs bitkilerinde üretim materyali olarak kullanılan rizom veya stolonlarda da virüs hastalıkları canlılıklarını korumakta, bunların dikilmesi ile hastalıklar yeniden ortaya çıkmaktadır.

Çeliklerin 37°C’de 1000-1500lüx’lük ışık altında belirli bir süre tutulmaları virüssüz elik elde etmeye yardımcı olmaktadır.

2. TOHUMLA TAŞINMA

Virüsle bulaşık tohumların primer inokulum kaynağı olması nedeniyle tohumla yayılma virüslerin epidemiyolojisinde önemli olmaktadır. Özellikle konukçu çevresi çok dar olan virüslerin olumsuz koşullarda canlılıklarını sürdürebilmeleri, toprakta kalan tohumlar sayesinde olabilmektedir. Örneğin **Fasulye adi mozaik virüsü** sadece fasulye, bakla ve börölce bitkilerini enfekte etmektedir. Bu nedenle hastalığın yayılması hasat sonrası tarlada kalan enfekteli tohumlar, bitki artıkları ve bulaşık tohum ekimi ile olmaktadır.

Tohumlar virüslerin hayatlarını devam ettirmelerinde çok uygun ortam oluşturur. Tohumla taşınma oranı konukçu- virüs kombinasyonuna bağılı olarak değışiklik gösterir. Bu oran %1’den %100’e kadar değışebilir. ***Tobacco ringspot virus*** %100, ***Squash mosaic virus*** %28-94, ***Barley stripe mosaic virus*** %50-100 arasında değışen oranlarda tohuma geçer.

Enfekteli bitkiden elde edilen tüm tohumların virüsle bulaşıklılığı söz konusu değıildir. Bu oran soya fasulyesi mozaik virüsüne karşı %0-68 olmakta, genel olarak tohumla taşınma %15-70 arasında değışmektedir. Virüslerin tohumla taşınmaları karantina açısından oldukça önem taşımaktadır. Bu nedenle karantina ofislerinde yurt dışından ithal edilen tohumlar virüsle bulaşıklık

açısından incelenmekte ve analize tabi tutulmaktadır. Virüsle bulaşık tohumlar tarlaya ekildiklerinde virüs kaynağı olarak görev yapmakta ve bunlarda beslenen afitler yardımıyla tarla ve bahçedeki sağlıklı bitkilere taşınmaktadır.

Örneğin CMV'nin kabakgöl tarlalarında yayılımı bu şekilde gerçekleşir. Bazen, tohumlar içinde virüsler aktivitelerini 1-2 yıl, bazılarında ise daha uzun sürelerde korur. Örneğin arpa çizgi mozaik virüsü, kirazlarda nekrotik halkalı leke virüsü (PNRSV) tohumlarda 5 yıldan fazla süre canlılığını korur. Tohumla taşınmada bitkinin tozlaşması önemlidir. Kendine tozlanan bitkilerde taşınma düşük olurken, tozlayıcı çeşitlerle tozlanan çeşitlerde taşınma yüksek olmaktadır.

Tohumla taşınmada en önemli faktör **çevre koşullarıdır**. Özellikle sıcaklık virüslerin tohumla taşınmasında önemli derecede etkili olmaktadır. Örneğin fasulyelerde fasulye adi mozaik virüsünün tohumla taşınmasında fasulye bitkilerinin çiçeklenmeden önceki sıcaklığın tohumla taşınma üzerine belirli bir oranda etki yaptığı tespit edilmiştir. Arpalarda arpa çizgi mozaik virüsü sıcaklık 24°C'nin üstünde olduğunda tohumda daha yüksek oranda taşınmakta, düşük sıcaklıklarda ise bu oran düşmektedir.

Tohumla taşınmada diğer faktör **enfeksiyon zamanıdır**.

Erken dönemde enfekte olan bitkilerde tohumda taşınma oranı yükselmekte, çiçeklenme sonrası enfekteli olan bitkilerde ise tohumla taşınma düşmektedir.

Tohumla taşınmada etkili olan diğer faktörler;

patojenin ırkı, bitkinin türü ve yaşıdır.

Virüsler tohumla 3 şekilde taşınır.

Tohumun kabuğunda = BCMV, TMV, CMV, *Bean curly top virus*

Tohumun endospermide = *Bean curly top virus*, CMV, TMV,

Tohumun embriyosunda = *Tobacco ring spot*, TMV, *Bean southern mosaic virus*, BCMV

3. TOPRAKLA TAŞINMA

Topraktan taşınma nematod ve funguslarla olmaktadır.

3.1 Nematodla yayılma

Nematodlarla yayılma 1958 yılında California'da Hewitt isimli bir araştırmacının asmalarda zarar yapan **Fanleaf** virüsünün *Xiphinema index* nematodu ile taşındığını ortaya koyması ile çıkmıştır. Günümüzde 19 nematodun çeşitli virüs hastalıklarını taşıdığı belirlenmiştir.

Nematod türünün hayat devresinin uzun veya kısa olması şunlara bağlıdır. Bunlar konukçunun çeşidi, toprak yapısı ve çevre koşullarıdır. Ilıman iklimlerde *Xhiphinema* türleri gelişmesini bir yılda tamamlar. Eğer sıcaklık 30°C civarında labratuvarda tutulursa bu süre 20-22 güne düşer. Nematod ile taşınan virüsler nematodun özefagus ve stylet uzantılarında bulunmakta ve emgi sırasında konukçuya aktarılmaktadır. Nematodlar gerek larva gerek ergin dönemlerinde virüs nakledebilirler. Nepovirüslerin hemen hemen çoğu nematodların tüm hayatları boyunca rahatlıkla taşınırlar.

Nematodlarla nakledilen virüslerin geniş bir konukçusu nepovirüsler **Longidorus**, **Xiphinema**; netuvirüsler ise **Trichodorus** türleri ile taşınır.

Nepovirüsler

Nepovirüsler polihedral, netuvirüsler ise tüp şeklindedir. Nepovirüsler, nematodlarla nakledilen ve partikül yapıları yuvarlak yapıda olan virüslerdir. Bu gruptaki virüsler **Xiphinema** ve **Longidorus** cinsi nematodlar ile taşınır. Serolojik özellikleri bakımından birbirlerinden farklılık gösterirler ama fiziksel özellikleri oluşturdukları semptomların benzerliği yönünden birbirlerine benzer yönleri vardır. Partikülleri çoğunlukla 25-30nm uzunluğundadır.

Arabis mosaic virus (Kazotu mozaik virüsü)

Brome mosaic virus (Çayır mozaik virüsü)

Fanleaf virus (Kısaboğum virüsü)

Strawberry latent ringspot virus (Çilek latent halkalı leke virüsü)

Tomato ringspot virus (Domates halkalı leke virüsü)

Bazıları konukçuların tohumları ile de taşınır. Enfekte olmuş bitkiler ya çok az simptom gösterir yada hiç simptom göstermez. Tipik özellikleri istila ettikleri bitkilerin özellikle tepe kısımlarında şiddetli simptomlara neden olmaları daha sonra oluşan yaprakların virüs içermesine karşın tamamen normal görünümde olmalarıdır. Örneğin kısıboğum virüsü *Chenopodium quina*'ya aşılandığında 10 gün içinde bitkinin tepe yapraklarında belirti meydana getirir. Ancak daha sonra bu belirtiler yavaş yavaş ortadan kalkar.

3.2. Funguslarla Taşınma

Bazı virüs enfeksiyonları toprakta mevcut bulunan fungus ve protozoa enfeksiyonları ile taşınmaktadır. Funguslarla taşınan çubuk şeklindeki virüsler **furovirus** cinsi içinde yer almaktadır. Fungus türleri içinde **Polymxa** türleri Plasmodiophorales sınıfından *Polymyxa*, *Spongospora* ve *Olpidium* türleri en az 30 virüsü taşımaktadır. Bunların bazılarında virüs içinde veya üzerinde dinlenen sporelarda veya zoosporlarda taşınmaktadır.

Taşıdıkları bitkide virüse özgü simptomları meydana getirir.

Patates X virüsü *Synchytrium endobioticum* tarafından nakledilir.

Soil borne wheat mosaic virus ise *Polymyxa graminis* tarafından nakledilir.

Bazı funguslar ve taşıdıkları virüsler aşağıdaki gibidir.

Potato mop-top virus : *Spongospora subterrenea*

Olpidium brassicae : *Tobacco necrosis virus- Lettuce big vein*

Olpidium cucurbitecearum : *Cucumber necrosis*

Puccinia graminis tritici : *Brome mosaic virus*

Synchytrium endobioticum : *Potato X virus*

Polymyxa betae : *Beet necrotic yellow vein virus(BNYVV)*

Topraktan nematodlarla taşınan virüslerin ve vektörlerin geniş bir konukçu çevresi bulunmaktadır. Virüslerin canlılıklarını sürdürmelerinde yardımcı olan

faktör nematodların özellikle yaşam sürelerinin uzun oluşlarıdır. Bu virüsü nakleden

nematodlarda *Longidorus* ve *Xiphinema* nadasa bırakılmış alanda daha uzun süre yaşar. Kısa boğum virüsünün *Xiphinema index*'te hayat süresi 4 aydır. Yapılan çalışmalarda buğday mozaik virüsü toprağın 4-60 cm derinliklerinde, tütün rattle virüsü 10 cm derinliğinde saptanmıştır. Buna karşın vektörler daha da derine inebilmektedir. *Xiphinema diversicaudatum* 30 cm derinliğe inerken *Xiphinema index* toprağın 180 cm altında da saptanmıştır.

Vektörlerin çoğalması da çok önemlidir. *Olpidium* türlerinin birkaç günlük dönemi vardır. Bunlar uygun şartlar bulunca derhal yeni generasyonlar vererek çoğalır. Bu nedenle toprak kökenli buğday mozaik virüsünün yayılışı oldukça hızlı gerçekleşir. *Xiphinema index*'de saksı içindeki çalışmalarda 3,5 ayda populasyonun 60 kat arttığı saptanmıştır.

Konukçularını özellikle sistemik olarak istila eden virüslerin vektörler ile taşınmasında köklerin enfeksiyona karşı hassasiyeti ve bitkinin yaşı oldukça önemlidir. Buğdaylarda 1-4 haftalık olan buğday bitkisi buğday mozaik virüsüne çok daha hassas olmaktadır. Bu nedenle erken kışlık buğday geç ekilenden daha fazla virüsten etkinler.

Toprakta virüsün yayılışını etkileyen diğer faktörlerde nem ve toprak sıcaklığıdır. Buğday mozaik virüsü, marul geniş damarlılık virüsü için 15-18°C'deki toprak sıcaklığı uygun olmaktadır. Toprak nemli olunca virüsler daha kolay yayılır. Sürekli aynı tarlaya monokültür olarak aynı bitkilerin ekilmesi gün geçtikçe hastalıkların görüldüğü alanın artmasına neden olur. Buna engel olmak için mutlak olarak münavebe yapılmalıdır.

5 . KONU:

4.PARAZİT BİTKİLERLE TAŞINMA

Küsküt (*Cuscuta spp.*) tam parazit bir bitki olup kökleri bulunmamaktadır. Emeçleri sayesinde bulunduğu bitkinin öz suyunu emerek beslenmektedir. Bu esnada bitki öz suyunda bulunan virüsleri de bünyesine almakta ve başka bir bitki ile beslenirken viüsü bu bitkiye bulaştırmaktadır.

Küsküt bazı virüslerin konukçusu olup, küskütte çoğalmakta ve simptom oluşturmaktadır. Küskütün konukçuluk ettiği virüsleri daha etkili olarak taşıdığı saptanmıştır.

a. BÖCEKLERLE TAŞINMA

Virüslerin taşınmasında arthropodlar(böcekler, akarlar), nematodlar ve funguslar vektörlük yapar. Hareket yeteneği olmayan virüslerin konukçudan konukçuya taşınmasını sağlayan organizmalara **VEKTÖR** adı verilmektedir.

Arthropodlar bitkilerin yapraklarında beslenir ve bu sırada virüsü bitkiden alır veya bitkiyi enfekte eder. Virüslerin geniş bitki topluluklarına taşınmasında önemli rol oynar.

Hayvanlar alemine bağlı 381 türün bitki virüslerinin vektörlüğünü yaptığı ve bunların % 94'ünün Arthropoda şubesine bağlı olduğu tespit edilmiştir. Arthropoda şubesine bağlı vektörlerin tamamına yakını *Insecta* sınıfı (böcekler), bir kısmı ise *Acarina* ve *Nematoda* içerisinde yer almaktadır. Böcekler içerisinde en önemli vektörler ise **Homoptera** takımı içerisinde yer almaktadır. Özellikle *Aphididae*, *Cicadellidae* ve *Aleyrodidae* familyalarına bağlı türler önemli virüs hastalıklarının yayılmasında çok büyük rol oynamaktadır. Homoptera tarafından afitler, *Aphididae*, yaprak pireleri *Scadellidae* ve bitki pireleri *Delphacidae* en önemli ve en büyük virüs vektörleridir. Virüs nakleden diğer Homoptera üyeleri ise *Aleyrodidae* olup bazı **geminivirüsleri** nakleder. Diğer bazı virüsleri ise

Coccoidea, bazı ağaç pireleri *Membracidea* tarafından taşınır. Diğer virüs vektörü olan böcekler ise *Hemiptera*, *Scadellidae*, *Tysanoptera* ve *Coleoptera* takımına aittir. Çekirgeler ise *Orthoptera* (nadiren) birkaç virüsü taşır ve nakleler.

Virüslerin böcekler ile taşınması üç şekilde olmaktadır;

a. Non persistent virüsler

b. Semi persistent virüsler

c. Persistent virüsler

a. Non persistent virüsler

Sokucu delici ağız parçasına ait böcekler virüsleri styletleri üzerinde taşır. Bu tür virüslere **non persistent** veya **stylet borne virüs** adı verilir.

Böcek enfekteli bitkide birkaç saniye ile birkaç dakika arasında beslenmekle virüsü kazanır ve sağlıklı bitkiye taşır. Bu tip taşınmada böcekler tarafından besin almak için bitkide yapılan en basit işlem ile virüs böcek tarafından alınmakta ve sağlıklı bitkide beslenirken virüs bitkiye nakledilmektedir. Bu yolla taşınan virüsler genellikle bitkinin epidermis hücrelerinde bulunmaktadır. Bu grup virüsler sokucu-emici ve çiğneyici ağız yapısına sahip böceklerle nakledilebilir. Virüs çok kısa bir beslenme periyodu ile alınıp bulaştırılmakta ve virüs vektör bünyesine geçmemektedir. Vektör bünyesinde birkaç saatten fazla kalmaz. Bu nedenle virüsün bulunduğu yerde (stylet, ağız parçaları vs.) inaktif hale geçmesi söz konusu olmaktadır.

Afitler en önemli virüs vektörüdür. Yaklaşık olarak 170 adet non presistent virüsü naklelerler. Aynı virüs birkaç afit türü tarafından da taşınır ve aynı afit türü aynı anda birkaç virüsü taşıyabilir. Ancak birçok durumda virüs vektör ilişkisi oldukça spesifiktir. Afitler enfekteli bitki üzerinde beslenmeleri sırasında 30 saniye ve daha az sürede virüsü kazanır. Virüsü taşıma süreleri ise birkaç dakika ile birkaç saat arasında değişim gösterir.

Patates Y Virüsü, Hıyar mozaik virüsü, Fasülye adi mozaik virüsü, Fasülye sarı mozaik virüsü gibi birçok virüs bu yolla taşınmaktadır.

Afitler en önemli virüs vektörüdür. Yaklaşık olarak 170 adet non presistent virüsü naklederler. Aynı virüs birkaç afit türü tarafından da taşınır ve aynı afit türü aynı anda birkaç virüsü taşıyabilir. Ancak birçok durumda virüs vektör ilişkisi oldukça spesifiktir. Afitler enfekteli bitki üzerinde beslenmeleri sırasında 30 saniye ve daha az sürede virüsü kazanır. Virüsü taşıma süreleri ise birkaç dakika ile birkaç saat arasında değişim gösterir.

Patates Y Virüsü, Hıyar mozaik virüsü, Fasülye adi mozaik virüsü, Fasülye sarı mozaik virüsü gibi birçok virüs bu yolla taşınmaktadır.

Afitler en önemli virüs vektörüdür. Yaklaşık olarak 170 adet non presistent virüsü naklederler. Aynı virüs birkaç afit türü tarafından da taşınır ve aynı afit türü aynı anda birkaç virüsü taşıyabilir. Ancak birçok durumda virüs vektör ilişkisi oldukça spesifiktir. Afitler enfekteli bitki üzerinde beslenmeleri sırasında 30 saniye ve daha az sürede virüsü kazanır. Virüsü taşıma süreleri ise birkaç dakika ile birkaç saat arasında değişim gösterir.

Patates Y Virüsü, Hıyar mozaik virüsü, Fasülye adi mozaik virüsü, Fasülye sarı mozaik virüsü gibi birçok virüs bu yolla taşınmaktadır.

6. AKARLARLA TAŞINMA

Akarlardan **Eriophyidae** familyası üyeleri 9 virüsü (*Wheat streak mosaic*, *peach mosaic* ve *fig mosaic virus*) taşır. Bu akarlar sokucu emici ağız yapısına sahiptir. *Eriophyidae* akarlarla virüs nakli oldukça spesifiktir. Çünkü bu akarların sınırlı konukçu dizileri mevcuttur. Bilinen bir veya birkaç virüsün vektörüdür. Akarlarla taşınan virüsler stylet kökenlidir. Ancak bazı virüsler sirkülatif olup döllere dahi geçer.

6. KONU:

BİTKİ VİRÜSLERİNİN EPİDEMİYOLOJİSİ

Virüs taşınmasına ait bazı metodlar, örneğin vegetatif üretim materyali ve tohumla taşınma, bir bitki generasyonundan diğer birine taşınmada önemli olmasına karşın virüsün hastalıklı bitkiden sağlam bitkiye yayılmasında herhangi bir rol oynamazlar. Bu şekilde taşınma yöntemleri bitkilerde primer enfeksiyonun oluşmasına neden olur. Diğer taşınma yöntemleri ise sadece ürüne virüsü bulaştırmakla kalmayıp virüsün enfekteli bitkiden sağlam bitkiye ulaştırarak da aynı gelişme döneminde ve aynı generasyona virüsün naklini sağlar. Virüslerin sekonder yayılımı vektöre bağlı olarak değişim gösterir. Vektör popülasyonunun artması ile artar. Vektörlerle taşınan virüsler polsiklidir. Genellikle 2-5, afitlerle taşınan virüslerde ise 10-20 arasında değişir. Vegetatif üretim materyali ve tohumla taşınan virüsler böceklerle taşınır ve bu şekilde kısa sürede tüm ürün virüs ile bulaşır. Bunun sonucunda şiddetli ürün kaybı gerçekleşir.

BİTKİ VİRÜSLERİNİN BİTKİ İÇİNDEKİ HAREKETİ

Birçok virüsün inokule edilen yaprağın dışına bulaşması 2-5 gün alır. Ancak floeme ulaştıktan sonra bitkinin uç noktalarına yani meristem ile besin depo bölgelerine yumru ve rizomlara doğru hareket eder. Örneğin patates virüsleri genç patates bitkisinin alt yapraklarından içeri girdiğinde hızla gövdeye doğru ilerler. Ancak bitki yumru oluşturmaya başladığı dönemde inokule edildiğinde ise 30 günden daha uzun bir süre yukarı ilerlemeyip aşağı yumrulara doğru hareket ederler. Bir kez floeme ulaştıktan sonra virüs sistemik olarak tüm bitkiye yayılır. Ve floemin bitişiğinde yer alan parankima hücrelerine plasmadesmata yoluyla geçer. Virüsün bitki içinde yayılışı virüs ve bitki türüne bağlı olarak değişir. Lokal leke belirtilerinin oluşumu virüsün lekeli alan içinde lokalize olduğunu gösterir. Bu durum bazı virüsler için geçerli olmasına karşın diğer bazı virüslerde lekeler giderek büyür ve bunu sistemik belirtiler izler. Bu durum

virüsün lekenin dışına doğru yayıldığını gösterir. Sistemik virüs enfeksiyonlarında floemde taşınan virüsler bu doku ve birkaç parankima hücresi ile sınırlanmış görünür. Patates leaf roll hastalığında ve hububat sarı virüs gibi.

Celtik cücelik hastalığında durum böyledir. Ancak mozaik tipi hastalık oluşturan virüsler doku ile sınırlı olmayıp yayılma özelliğine sahiptirler.

VİRÜS ENFEKTELİ BİTKİLERİN FİZYOLOJİSİ

Bitki virüsleri diğer patojenlerin patojenisiteleri içinde yer alan herhangi bir enzim, toksin veya diğer bir bileşik içermemelerine rağmen konukçuda oldukça değişik simptomlar oluştururlar. Viral nükleik asit RNA hastalığın determinantı olarak görülmesine rağmen RNA'nın yoğun olarak varlığı belirti oluşması için yeterli neden değildir. Çünkü bazı bitkiler yüksek düzeyde virüs içermelerine karşın ılımlı simptomlar gösterir veya simptomsuz taşıyıcılarda olabilirler. Bu durum bitkisel virüs hastalıklarının esas olarak virüsün konukçu dokusuna olan indirekt etkilerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu etkilerin bazıları biyolojik olarak aktif bileşikler olan ve virüs nedeniyle konukçuda oluşan yeni proteinlerin etkisi ile oluşuyor olabilir. Bu proteinler (enzim, toksin vs.) konukçunun normal metabolizması ile girişim içinde olabilir. Virüsler genellikle fotosentezde düşüşe, birim yapraktaki klorofilin miktarında azalmaya ve birim yaprak alanında bir düşüşe neden olurlar. Virüsler ayrıca gelişmeyi düzenleyici bileşiklerin hormonların, bitki içindeki miktarlarında gelişmeyi önleyici bileşiklerin salgılarını arttırarak azalmaya neden olurlar. Hızlı virüs sentezinin olduğu dönemlerde çözünür azotda bir düşme görülür. Mozaik hastalıklarında da bitki dokularında karbonhidrat düzeyinde kronik azalmalar gözlenir. Virüs enfekteli bitkilerden enfeksiyondan hemen sonra solunumda hızlı bir artış görülür. Daha sonra normal düzeye iner. Enfeksiyonun ilerleyen dönelerinde ise sağlam bitkiden daha düşük düzeyde kalır. Bitkilerin yüksek dozda azotlu bileşik ile beslenmesi halinde bitkide hızlı virüs sentez fazı tamamlandığında toplam azotlu bileşik oranının sağlam bitkilerden daha yüksek oranda olduğu

saptanmıştır. Bunun sonucunda bitkideki birçok fonksiyonel sistem virüs enfeksiyonundan direkt veya indirekt olarak etkilenir.

7. KONU:

VİRÜSLERİN MOLEKÜLER YAPISI

Virüs ışık mikroskobu ile görülemeyecek kadar küçük olup, sadece canlı hücrelerde çoğalan, hastalık yapma yeteneğine sahip nükleoproteinlerdir. Tüm virüsler, hücre içinde parazitik olup tek hücreli organizmalardan büyük bitki ve hayvanlara kadar pek çok canlıda hastalığa neden olur. Bazı virüsler insan ve hayvanlara arız olur ve kuduz, suçiçeği, grip gibi hastalıklara neden olur. Bir bölümü de bitkileri hastalandırır. Bir kısmı da fungus, bakteri ve mikoplazmaları hastalandırır. Bugüne kadar 2000 adet virüsün varlığı bilinmektedir.

En basit olarak bir virüs bir nükleik asit ve bunu çevreleyen protein kapsid tarafından oluşmaktadır. Nükleik asit RNA ya da DNA olabilir. Ancak tek tip protein bulunmaktadır. Bazı daha büyük virüslerden her birinin ayrı birer fonksiyonu olduğu birkaç proteini bulunmaktadır. Virüsler bölünmez ve hücre içinde özel çoğalma yapıları oluşturmaz.

Bileşim ve yapı

Her bitki virüsü en az bir nükleik ve bir proteinden oluşur. Bazı virüsler hacimce daha fazla nükleik asit ve proteinden oluşur. Bazılarında ise polyaminlar, lipidler veya spesifik enzimler yer alır.

Her virüs içindeki nükeik asit ve protein yüzdesi birbirinden farklı olup, nükleik asit virüsün %5-40'ını, protein ise %60-95'ini oluşturur. Uzun çubuk şekilli virüslerin nükleik asit yüzdeleri düşük, protein yüzdeleri ise yüksektir. Yuvarlak virüslerde ise yüksek oranda nükleik asit ve düşük oranda da protein içerirler. Virüsün moleküler ağırlığı 4.6 milyon molekül ağırlık ünitesi (*Brome grass mosaic virus*) 39 milyon'a (TMV) ve hatta73 milyona (*Tütün rattle v.*) kadar çıkmaktadır. Bir partiküldeki nükleik asitin ağırlığı ise 1-3 milyon ($1-3 \times 10^6$) molekül ağırlık ünitesinden, 6 milyon ağırlık ünitesine kadar değişir. 12 komponentli yara tumör virüsünün moleküler ağırlığı 16×10^6 moleküler ağırlık

ünitesinden oluşmaktadır. Tüm viral nükleik asitlerin büyüklükleri diğer mikroorganizmalara kıyasla oldukça küçüktür ($0,5 \times 10^9$ MLO, 1×10^9 spiroplasma, $1,5 \times 10^9$ bakteriler).

VİRAL PROTEİNİN YAPISI VE BİLEŞİMİ

Viral proteinler, diğer proteinlerde olduğu gibi aminoasitlerden oluşmaktadır. Aminoasitlerin protein içindeki dizilişi genetik materyal tarafından belirlenmektedir.

Bitkisel virüslerin, protein komponentleri tekrarlanan alt ünitelerden oluşur. Virüsün protein alt ünitesinin aminoasit miktarı ve dizilişi sabit olup farklı virüslerde, aynı virüsün farklı ırklarında ve hatta aynı virüsün içinde yer alan diğer proteinlerde birbirinden ayrıcalık gösterir. Bazı virüslerin yapısında yer alan proteinler içinde yer alan aminoasitlerin miktarı ve dizilişi tespit edilmiştir. Örneğin TMV'nin protein alt ünitesi 158 aminoasitten oluşmaktadır. Aynı şekilde *Turnip yellow mosaic virus* alt ünitesinde de 189 aminoasit yer almaktadır.

TMV'de protein alt üniteleri, heliksin her bir dönüşünde $16 \frac{1}{3}$ protein alt ünitesi (49 üç dönüşte olacak şekilde nükleik aside tutunmaktadır. Ortada ise 4nm çapında bir boşluk yer alır. Partikülün eni ise 18nm'dir. Her bir TMV partikülünde 130 heliks dönüşü bulunur. Rhabdovirüslerde ise helikal nükleoproteinler bir zarfın içinde yer alır. Polihedral virüslerde ise protein alt üniteleri birbirine sıkıca sarılarak 20 yüzlü veya yirminin katı kadar yüzlü kabuk oluştururlar. Nükleik asit bu kabuğun içinde katlanmış olarak yer alır.

VİRAL NÜKLEİK ASİTİN BİLEŞİMİ VE YAPISI

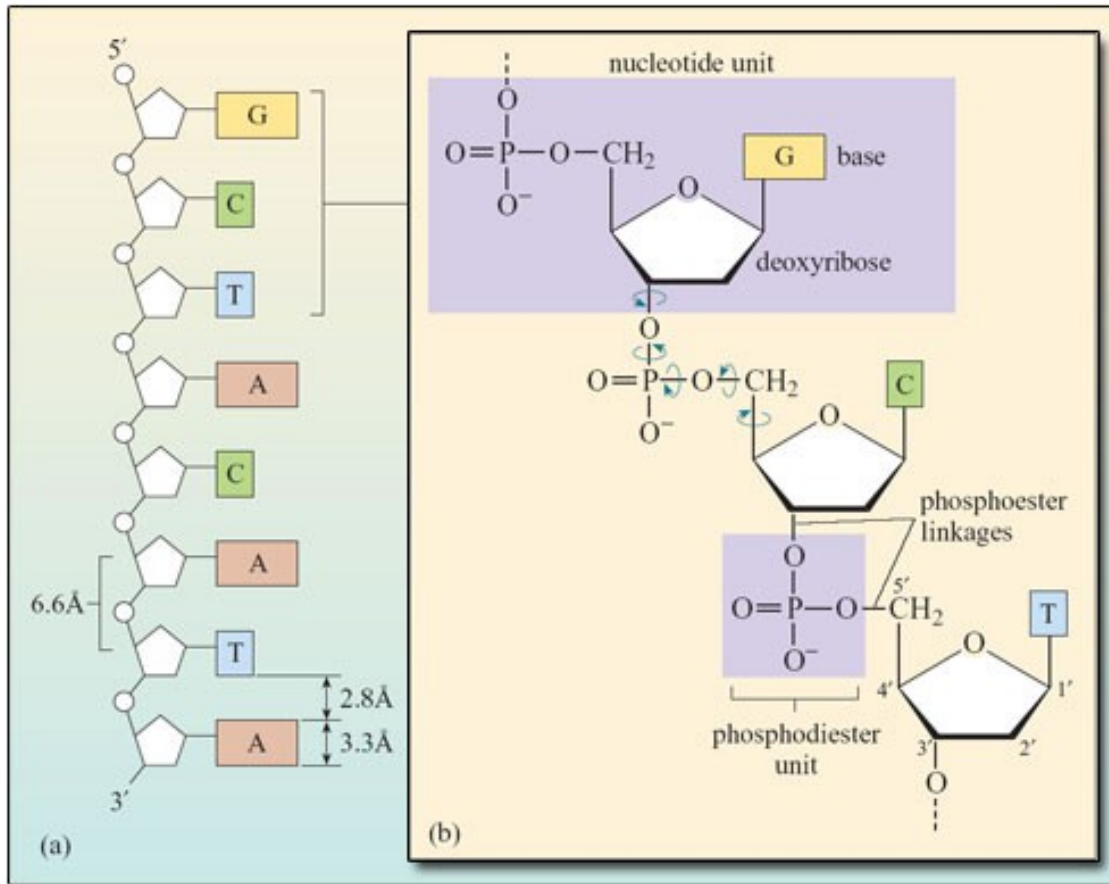
Birçok virüste nükleik asit RNA olmakla birlikte, 25 virüste ise bunun DNA olduğu tespit edilmiştir. RNA ve DNA uzun zincirvari moleküller olup nükleotid adı verilen ünitelerden oluşur. Her nükleotid taban "base" adı verilen bir halkalı bileşik ile buna bağlı 5 karbonlu şeker (RNA'da riboz, DNA'da deoksiriboz) ve

fosforik aside bağlıdır. Bir nükleotidin şekeri diğer nükleotidin fosfatı ile reaksiyona girer ve böyle RNA ve DNA zincirini oluşturur. Viral RNA'da riboz molekülüne tabanlardan biri bağlanır. Bu tabanlar adenin, guanin, sitozin ve urasil'dir.

Sağlıklı hücreler çift sarmallı DNA ve tek sarmallı RNA içerir. Virüslerde ise yaklaşık 400 adedi tek sarmallı, 12 tanesi çift sarmallı DNA ve 15 tanesi tek sarmallı DNA içerir.

Uydu virüsler (satellite virus)

Belli tipik bitkisel virüslerle birlikte olan ve onların çoğalmasında ve bitkiyi enfekte etmelerinde etken olup, çoğalma ve enfeksiyon yeteneğini azaltan virüslerdir. Diğer bir deyişle uydu virüsler, bağlı oldukları bitkisel virüsün paraziti gibi davranır.



Viroidler

Küçük (250-400 nükleotid) çıplak, tek sarmallı dairesel RNA parçalarıdır.

Virusoidler

Viroid benzeri küçük, tek sarmallı, dairesel RNA'lar olup bazı RNA virüslerinin içinde yer alırlar. Bu virüsün genetik materyalinin bir parçası olup, bu etmenlerle birlikte olmaları gerekir. Aksi halde ne virüs ne de virusoid kendi kendilerine çoğalıp enfeksiyon yapamazlar.

Uydu RNA

Küçük, çubuk şeklinde RNA parçacıkları olup bazı multikomponent virüslerde bulunmaktadır. Uydu RNA'ları virüsün RNA'sına veya konukçunun RNA'sına akraba olabilir. Uydu RNA'lar genellikle viral enfeksiyonların etkisini azaltır ve viral enfeksiyona karşı konukçunun koruyucu bir karşılığını temsil eder.

8. KONU:

VİRAL KOMPONENTLERİN BİYOLOJİK FONKSİYONU

Kodlama: Her virüs kendine özgü proteini oluşturmakla birlikte, proteinde nükleik asidi için koruyucu kalkan görevi görmektedir. Protein kendi kendine enfeksiyon yeteneğine sahip değildir. Ancak onun varlığı genellikle nükleik asidin hastalık yapabilme yeteneğini artırır. Tam virüs partikülleri ile yapılan inokulasyonlarda protein nükleik aside ne fonksiyonlarında ne de bileşiminde yardımcı olmaz veya etkide bulunmaz. Nitekim sadece nükleik asitlerle yapılan inokulasyonlar sonucunda da enfeksiyon oluşmakta ve orginal virüsle aynı olan yeni nükleik asid sentezi olduğu gibi biraz proteinde üretilmektedir.

Proteini sentezi, bileşimi ve yapısı bütünüyle nükleik aside bağlı olup sadece nükleik asidle protein birleşerek virüs sentezinden sorumlu olur.

Virüslerin infektivileri nükleik asitlerinin bir özelliği durumundadır ki bu da birçok virüste RNA'dır. Bazı virüsler çoğalmak ve enfeksiyon yapmak için bir RNA transkriptaz enzimine ihtiyaç duyar ve taşırlar. Ancak viral RNA'nın kendini ve kendi spesifik proteinini üretme yeteneği, RNA'nın viral karakterlerinin genetik determinantlarını taşıdığını göstermektedir.

Viral kalıtsal karakterlerin ekspressiyonu(açılımı) viral RNA'nın belli bir bölgesindeki nükleotid dizilimine bağlıdır. Bu bölge yapısal bir proteindeki veya bir enzimdeki aminoasid dizilişini de belli eder. Bu olaya "kodlama" denir ve tüm canlı organizmalarda ve virüslerde aynı şekilde gelişir.

Kod, kodon adı verilen kodlama ünitelerinden oluşur. Her kodon birbirine bitişik 3 nükleotidden oluşur ve belirli bir aminoasidi belirler. Her virüs içindeki RNA miktarı viral RNA'nın yaklaşık uzunluğunu ve dolayısıyla da nükleotidlerin sayısını belirler. Bu da diğer bir deyişle kodon sayısını ve sentezlenebilecek amino asid sayısını gösterir. Virüslerdeki protein alt üniteleri az miktarda aminoasid ihtiva ettiğinden dolayı, bunların sentezini yapan kodon sayısı tüm mevcut kodonların sadece bir bölümünü oluşturur. Geri kalan kodonlar diğer yapısal proteinlerin veya enzimlerin sentezinde görev almaktadır.

Bu enzimlerden bir tanesi RNA polimeraz (RNA sentetaz veya RNA replikaz) olup, virüs RNA'sının replikasyonu için gereklidir. Viral nükleik asid tarafından kodlanan diğer birçok proteinin rolü henüz bilinmemektedir. Böylece virüsler tarafından bitkilerde oluşturulan hastalıklar enfekteli parankima veya özel hücrelerde normal metabolik işlevlerin virüsün çoğalması ile bozulması ve keşişmesi nedeniyle oluşmaktadır. Ayrıca henüz herhangi bir bileşik bulunmamasına rağmen virüsler tarafından oluşturulan diğer proteinlerin anormal veya toksik etkileri de hastalanmaya neden olmaktadır.

VİRÜS SENTEZİ

Bitkisel virüsler bitkilere, mekaniksel olarak açılan yaralardan, vektörlerden veya enfekteli polen ile yapılan döllemelerden girerler. İlk olarak virüsün nükleik asidi (RNA) protein kapsülünden ayrılır. Hücre tarafından RNA polimeraz oluşumunu indükler. Bu enzim viral RNA'nın varlığında template olarak görev yapan ve RNA'yı oluşturan nükleotidleri kullanarak yeni bir RNA oluşturur. Oluşan bu yeni RNA viral RNA olmayıp onun ayna görünümüdür ve viral RNA ile bağlantılıdır. Böylece bu iki iplik çift sarmallı bir RNA oluşturur ve daha sonra ayrılarak orginal virüs RNA'sını (+) ve ayna görüntüsünü (-) oluştururlar. Daha sonra bu (-) strand diğer (+) strandların oluşmasında model olarak görev yapar.

Genomları iki veya daha fazla parçaya bölünen virüslerin, rhabdovirüslerin ve bazı çift sarmallı RNA içeren virüslerde bu durum farklılıklar gösterir. Genomik yapıları iki veya daha fazla parçadan oluşan virüslerin çoğalabilmeleri ve enfeksiyon oluşturabilmeleri için tüm partiküllerin hücre içinde bulunması gerekir.

Tek sarmallı RNA içeren Rhabdovirüslerde, RNA enfeksiyon yapma yeteneğinde değildir. Bu RNA'nın konukçuda virüs tarafından taşınan bir enzim olan transkriptaz enzimi yardımıyla (+) sarmal şekline dönüştürülmesi gerekir. Daha sonra bu RNA sarmalıda daha önce belirtildiği şekilde çoğalır.

Çift sarmallı RNA içeren (dsRNA) izometrik virüslerde ise RNA virüs içinde segmentlerine ayrılır. Ancak bu RNA'nın enfeksiyon özelliği mevcut değildir. Konukçu içindeki çoğalması virüs içinde taşınan transkriptaz enziminin varlığına bağlıdır.

Çift sarmallı DNA içeren virüslerin çoğalmasının konukçu DNA'sına benzer bir şekilde olduğu zannedilmekteydi. Ancak bunun daha karmaşık olduğu son zamanlarda yapılan çalışmalarda açığa çıkmıştır. Kısaca, enfeksiyonla birlikte viral çift sarmallı DNA hücre nükleusuna girer. Burada bükülür ve bir minikromozom şeklini alır. Daha sonra çoğalır ve iki tek sarmallı RNA şeklini alır. Küçük RNA parçası stoplazmaya taşınır ve burada virüs tarafından kodlanan proteinleri oluşturur. Daha büyük olan RNA parçası stoplazmada aynı yere taşınır ancak burada ters transkripsiyon işleminde model görevi görerek komple virüs DNA'sını oluşturur. Daha sonra bunlar viral proteinlerle çevrilerek tam bir virüs partikülü oluşur.

Tek sarmallı DNA içeren bitkisel virüslerinin çoğalması bugün tam kesin olarak açığa kavuşmuş değildir. Hayvansal ve bakteriyel tek sarmallı DNA virüslerinde, tek sarmallı DNA dairesel bir şekil alarak multimerik(-) sarmal oluşturur. Bu multimerik (+) sarmalların oluşturulmasında model görevi görür. Daha sonra bu DNA istenilen uzunluklarda parçalanarak virüs DNA'sı oluşur. Viral DNA oluştuktan sonra, bir bölümü tercüme olur ve virüsün protein kodunu oluşturarak protein moleküllerinin oluşturmasını teşvik eder.

Görüldüğü gibi viral proteinin oluşmasında viral RNA veya DNA'nın sadece bir bölümü görev almaktadır. Protein alt ünitesindeki her bir amino asid, viral RNA'daki 3 nükleotid tarafından kodlanması nedeniyle, örneğin protein alt ünitesinde 158 aminoasid yer alan TMV'de sadece 474 nükleotid (toplam 6400 nükleotidden) kod oluşumunda görev alır.

Çift sarmallı DNA içeren virüslerin çoğalmasının konukçu DNA'sına benzer bir şekilde olduğu zannedilmekteydi. Ancak bunun daha karmaşık olduğu son zamanlarda yapılan çalışmalarda açığa çıkmıştır. Kısaca, enfeksiyonla birlikte viral çift sarmallı DNA hücre nükleusuna girer. Burada bükülür ve bir minikromozom şeklini alır. Daha sonra çoğalır ve iki tek sarmallı RNA şeklini alır. Küçük RNA parçası stoplazmaya taşınır ve burada virüs tarafından kodlanan proteinleri oluşturur. Daha büyük olan RNA parçası stoplazmada aynı yere taşınır ancak burada ters transkripsiyon işleminde model görevi görerek komple virüs DNA'sını oluşturur. Daha sonra bunlar viral proteinlerle çevrilerek tam bir virüs partikülü oluşur.

Tek sarmallı DNA içeren bitkisel virüslerinin çoğalması bugün tam kesin olarak açığa kavuşmuş değildir. Hayvansal ve bakteriyel tek sarmallı DNA virüslerinde, tek sarmallı DNA dairesel bir şekil alarak multimerik(-) sarmal oluşturur. Bu multimerik (+) sarmalların oluşturulmasında model görevi görür. Daha sonra bu DNA istenilen uzunluklarda parçalanarak virus DNA'sı oluşur. Viral DNA oluşuktan sonra, bir bölümü tercüme olur ve virüsün protein kodunu oluşturarak protein moleküllerinin oluşturmasını teşvik eder.

Görüldüğü gibi viral proteinin oluşmasında viral RNA veya DNA'nın sadece bir bölümü görev almaktadır. Protein alt ünitesindeki her bir amino asid, viral RNA'daki 3 nükleotid tarafından kodlanması nedeniyle, örneğin protein alt ünitesinde 158 aminoasid yer alan TMV'de sadece 474 nükleotid (toplam 6400 nükleotidden) kod oluşumunda görev alır.

VİRÜS PARTİKÜLLERİNİN YAYILIMI VE LOKALİZASYONU

Bir bitkinin viral bir enfeksiyona yakalanması için virüsün bir hücreden diğerine hareket etmesi ve hareket ettiği hücrelerde de hepsinde olmamakla birlikte çoğalması gerekir. Virüsün hücreden hücreye hareketinde, hücreler arası boşluklardan (plasmodesmata) yararlanır. Virüsler enfekte etmedikçe parankima hücrelerine doğru ilerlemez ancak ilerlediklerinde de direkt hücreden hücreye geçiş gerçekleşir. Yaprak parankima hücrelerinde virüs günde 1mm veya 8-10 hücre ilerleyebilir.

Parankima hücrelerinde ilerleme, virüsten virüse farklılıklar göstermekle birlikte tüm virüsler floemle daha hızlı taşınır. Bir virüsün inokule edilen yaprağın dışına çıkması 2-5 gün içinde olur. Bir kez floeme ulaştıktan sonra hızla apikal meristeme ve besin depolama organı olan yumru ve rizomlara doğru ilerler.

Genç patates bitkisinin taban yapraklarına virüs bulaştırıldığında etmen hızla gövde üzerinde uç meristemine doğru ilerlerken, yumru oluşturma döneminde aynı şekilde enfekte olan bitkilerde ise etmen hızla yumrulara doğru ilerler ve 30 günden daha uzun bir süre yukarı doğru ilerlemez. Floeme yerleştikten sonra ise sistemik olarak tüm bitkiye yayılır. Floeme bitişik parankima hücrelerine plasmadesmatalar yardımıyla girerek enfeksiyona neden olur. Virüsün bitki içindeki yayılımı virüse ve konukçuya göre değişim gösterir. Virüsün lokal leke oluşturması etmenin leke içinde hapsedildiğini göstermektedir. Ancak bazı durumlarda lokal lekeler büyümekte ve bunu sistemik belirtiler izlemektedir. Bu durum virüsün lekenin sınırları dışında da gelişmesini sürdürdüğünü gösterir. Bazı sistemik virüs enfeksiyonlarında floemle sınırlı olup sadece floemde ve buna komşu hücrelerde yayılım gösterir. Bunlara örnek Patates leaf roll ve hububat yellow dwarf virus'tur. Mozaik virüsleri ile enfekteli hücrelerin her birinde 10.000-100.000 adet virüsün sistemik dağılım göstermesi halinde, tüm canlı hücrelerinde yayılması olasıdır. Bazı virüsler bitki bünyesine girişi takiben hemen yeni gelişen apikal dokuları enfekte ederken birçok durumda ise enfekteli bitkilerin gövdedeki ve kökteki gelişme noktaları virüssüz olarak kalır.

9. KONU:

VİRÜSLERİN SAFLAŞTIRILMASI

Virüslerin izole edilmesi diğerk bir deyimle saflaştırılması alçak ve yüksek devirli santrüfigasyonlardan sonra ultra santrüfigasyon ile elde edilir. Ultra santrüfigasyon 100.000 g üstünde olup virüsü konukçu hücre bileşiklerinden ayırır. Virüs saflaştırılmasında density gradient saflaştırılması oldukça iyi sonuçlar vermektedir. Uygulana tüm bu yöntemlerde virüs test tüpünü dibinde renksiz bir çökelti ve ya test tüpünün içinde bir bant şeklinde görülür. Bu şekilde saflaştırılan virüs elektromikroskop, serolojik çalışmalar ve nükleik asit çalışmaları için başlangıç materyalini oluşturur

VİRÜS HASTALIKLARININ TESPİTİ

1. Mekanik İnokulasyon (konukçu dizisinin belirlenmesi)

Virüs hastalıklarının belirlenmesinde birinci aşamadır. Virüsün enfekte ettiği bitki familyası olmak üzere, fosfat buffer içinde belli oranda sulandırılmış bitki özsuyu başta konukçu bitkinin içinde bulunduğu familya üyelerini akabinde *Nicotiana*, *Chenopodium*, *Amaranthus* sp., şayet odunsu dokularda enfeksiyon yapan bir virüs ise konukçunun bulunduğu familya üyelerine aşılır. Virüsün orjinal konukçusu ile birlikte hangi konukçularda enfeksiyon oluşturduğu saptanır. Ayrıca virüsün otsu lokal leke konukçusu bu şekilde belirlenmiş olur. Bu çalışmada aşılama sonrasında bitkide oluşan simptomlar günlük yapılan gözlemlerle kaydedilir dolayısıyla enfeksiyonu takiben ne kadar süre sonra hastalığın ortaya çıktığı belirlenmiş olur.

2. Serolojik Yöntemler

Bir antigen, örneğin yabancı bir protein, mesela bir virüs proteini bir memeliye (tavşan, kobay, at) veya bir kuşa tavuk veya bildircına verildiğinde hayvanın kanında yeni spesifik proteinler meydana gelir. Buna **antibody** denir. Antibodyler kan sıvısında veya serumunda dolaşır. Ve tamamı ile enjekte edilen antigen, antigenik determinantları ile özel olarak birleşir. Antigenin küçük bir yüzeyi ile

birleşir. Her antigenin örneğın bir virüsün yüzeyinde 6-10 aminoasitten oluşan farklı antigenik determinant bölgeleri mevcuttur. Antibodyleri ihtiva eden kan serumuna **antiserum** adı verilir. Antiserum hayvandan belli dönemlerde kan alınarak elde edilir. Sıcak kanlı hayvanların vücutlarında çok farklı antibodylerin bir karışımı oluşur ki bu tür antibodylere **poliklonal antibody** denir. Tek bir klondan elde edilen antibodylere ise **monoklonal antibody** adı verilir. Bunlar genellikle dalak hücrelerinden elde edilir ve belli bir virüs ırkına karşı afinitesi olan antiserumlardır. Bu tekniğe **hibridoma teknolojisi** adı verilir.

Antiserum ve virüs en basit olarak **presipitasyon testlerinde** bir araya gelir. Bu basit bir test olup tüp içinde veya petri kabı içindeki damlacıklarla gerçekleştirilir. Hangi sulandırma derecesine kadar antiserumun virüsü tanıdığı ortaya çıkarılır.

Diğeri ise **Agar jel testi** olup katı agar jel ortamında antigen ve antiserum karşı karşıya gelerek beyaz bir çizgi veya zoom meydana getirerek virüs belirlenir.

Son dönemlerde yaygın olarak kullanılan serolojik test **ELISA**'dır. Bu teknik 1970 ortaya çıkmış ve 1977'de bitki virolojisinde uygulanmıştır. Mikro titre tabakalar adını verdiğimiz saydam tabakalarda test gerçekleşir. Antigen ve antiserum belli bir düzende tabakaya yerleştirilir uygulamalar arasında tween içeren buffer solusyonu ile tabakalar yıkanır. Antiserum alkalın fosfataz ile etiketli ise paranitrofenil fosfat substratı ile reaksiyon belirlenir. Test iki günde gerçekleşir. Ve neticede boşluklar sarı renkli olarak gözlenir. Antiserumlar ayrıca virüslerin elektromikroskop ile tesbitinde de kullanılmaktadır. Bu tekniğe **immonosorban (İSEM)** adı verilmektedir. Bu teknikte giritler önce antibody ile kaplanmakta daha sonra üzerine enfekteli bitki özsuğu damlatılarak virüs özsuğu yakalanmaktadır.

3. Fiziksel özellikler

a. En son sulandırma noktası

b. İn vitro ömür uzunluğu

c. Termal inaktivasyon noktası

En son sulandırma noktasında virüs, virüs enf bitki özuyu 10¹⁻⁹ den kadar sulandırma seri hazırlanır. Daha sonra bunlar her bir örnek virüsün lokal leke konukçusuna aşılansarak virüs enfeksiyonun gelişmediği sulandırma derecesi saptanır.

Termal inaktivasyon noktasında, virüs ile bulaşık bitki özsuyu çeşitli sıcaklık derecelerinde 10 dakika tutulur virüsün lokal leke konukçularına aşılansarak virüsün hangi sıcaklık derecelerine kadar aktif olduğu belli olur.

İn vitro ömür uzunluğu, enfekteli bir özsuyu hazırlanır. İçine birkaç damla streptomycin ilave edilir. Bu şekilde oda sıcaklığında tutulan ekstraktan belli aralıklarla örnek alınarak konukçu aşılansır.

d. Elektromikroskop

Bu teknikte virüs (formvar ile kaplı) küçük bakır Giritlere virüs enfekteli bitki özsuyu konur. Giritler %1'lik granil aseatat PTA ile boyanarak elektromikroskopunda gözlenir. BU yöntem virüsün büyüklüğü hakkında fikir vermektedir.

4. Moleküler yöntemler

En son gelişen tekniktir. RT-PCR RNA virüslerinde uygulanır. Direkt PCR ise DNA virüslerinde uygulanır. Bu yöntemlerde virüsün DNA'sı veya RNA'sı izole edilerek taq DNA polimeraz enzimi ve 20-30 baz uzunluğundaki primerlerle suni ortamda çoğaltılır. Genellikle virüslerde RNA olduğundan dolayı RT enzimi yardımıyla RNA' dan cDNA elde edilir. Daha sonra PCR uygulanır. Genom büyüklüğüne göre virüsün ne olduğu saptanır.

Viroid enfeksiyonlarında serolojik olarak tespitleri mümkün değildir. Sadece moleküler teknikler kullanılarak tespitler yapılabilir.

VİRÜS TAKSONOMİSİ

10.KONU:

RNA Virüsleri

ÇUBUK ŞEKİLLİ ,TEK SARMALLI VİRÜSLER (+ 1 ssRNA)

Cins: Tobamovirus cinsi

Tip üyesi:Tobacco mosaic virus (1 ssRNA)

Bu cins içinde yer alan virüsler bir düzine çubuk şeklinde olup, 18x300nm boyutlarında sabit çubuklar şeklindedir. Genomları pozitif, tek sarmallı RNA içerir ve 6400

nükleotidden oluşur. Protein kılıfı tek tip protein alt ünitesinden ibaret olup heliks şeklindedir. Bu cinste oldukça ekonomik iki yakın akraba tür bulunur. Bunlar;

Tobacco mosaic virus (TMV)(tip üyesi)

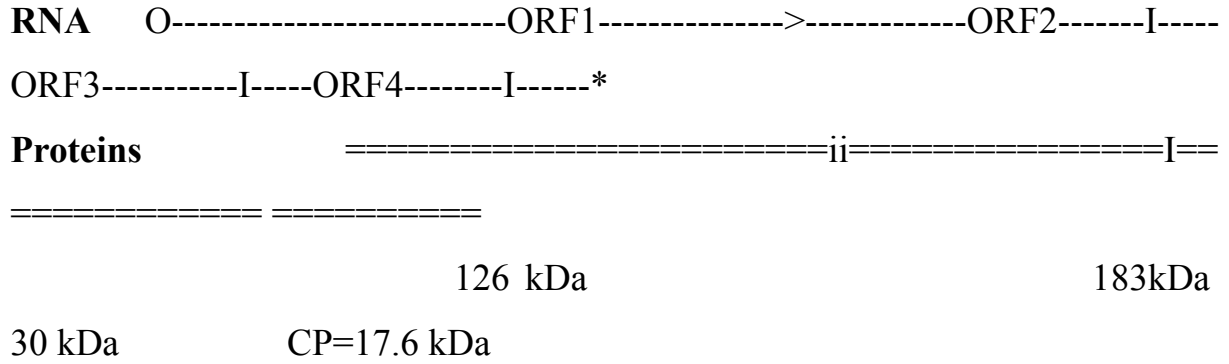
Tomato mosaic virüs (ToMV)'tur.

Bunların dışında biberde zarar yapan *Pepper Green Mottle Virus* ve *Odontoglossum Ring Spot Virus* özellikle süs bitkilerinde (başta orkide) ekonomik zarar yapar. Erken dönemde enfekte olan bitkiler büyük zarar görür. Geç dönemde enfekte olanlarda ise düşük kayıplar meydana gelir.

Tobamovirüsler mekanik olarak temas ve yaralanma ile yayılır. Vektörleri yoktur. Bitkilerde genellikle mozaik, beneklenme, kloroz, bükülme, dönme, çiçeklerde küçülme, bitkide bodurlaşma şeklinde belirtiler oluşturur. Bazı bitkilerde yapraklar üzerinde nekrotik alanlar meydana gelir. Domateste yaprak ayasında belirgin daralmaya neden olur ve yaprak ince uzun ayakkabı bağı gibi ip hali alır. Hastalık meyve oluşumunu etkiler. Bitkide meyve tutumu azalır. Enfekteli bitkilerde oluşan meyvelerde iç kararması yapar. Enfekteli hücreler virüs partikülleri içerir. Bu partiküller elektron mikroskopunda kolayca gözlenir. Bazen kristal agregatlar olarak görülür.

Tipik üyesi *Tobacco mosaic virus* (TMV)'dur. Ağırlığı 39 milyon daltondur. Proteinleri 2130 protein alt ünitesinden oluşmuştur. Her bir alt ünite 158 aminoasit taşır. ssRNA 6400 nükleotid içerir. RNA'da 4 adet ORF (Open

Reading Frame) bölgesi bulunur. Bu ORF bölgeleri 4 adet proteini kodlar. Bu proteinlerden bir tanesi coat proteini, iki tanesi RNA polimeraz komponentlerini, dördüncüsü ise hücreden hücreye hareket proteinini kodlar.



TMV stabil bir virüstür. Enfekteli tütün yaprak, sap ve artıklarında uzun süre canlılığını korur. Bulaşık tohum yüzeyinde, enfekteli puro ve sigarada canlı kalır. Süs bitkilerini enfekte ederler. Tütünden kolaylıkla domates, biber, patlıcan gibi özellikle örtü altında yetiştirilen bitkilere geçer. Hücrede çok kolay yayılır. Kısa sürede bitki içinde çoğalır.

Mücadelesi: sanitasyon, kültürel önlemler ve dayanıklı çeşit yetiştirmektir.

Bulaşık bitkiler ortadan kaldırılmalı, hasat, koltuk almada alet dezenfeksiyonu, temiz tohumluk ve materyal kullanılmalıdır. Özellikle yağı alınmış süt Püskürtülmesi veya bitkinin süte bandırılması enfeksiyonu engeller.

Cins: Tobravirus

Tip üyesi: Tobacco rattle virus

Tütün patates gibi konukçularda enfeksiyon yaparlar. Tütün yapraklarında kırışık bir görünüme, yaprak alanı ve gövdede nekrotik Alan oluşumuna neden olur. Patateste gövde ve yumruda nekrotik Alanlar meydana getirir.

Tobacco rattle dışında *pea early browning*, *pepper ringspot virus*'da tobravirus cinsine aittir.

Torbavirus boyutları 190x22nm ve 80-100x22nm civarında çubuk şeklinde 2 tane tek sarmallı RNA'dan (ssRNA) ibarettir. Uzun partikülün RNA'sı 6,8 kb

olup 4 adet gen kodlar. Bu genlerin ikisi (194 ve 29K) RNA polimeraz komponentidir, üçüncü gen virüsün hücreden hücreye geçişini kolaylaştırır. Sonuncu genin fonksiyonu bilinmemektedir. Kısa RNA partikülü(1.8- 4.5 kb) coat proteini kodlayan bir gen ve fonksiyonu bilinmeyen iki küçük protein kodlayan gen içerir.

Tobravirüsler *Trichodorus* ve *Paratrichodorus* cinsi nematodlarla taşınır. Virüs vektörde haftalar veya aylar boyunca kalabilir, ancak vektöründe çoğalamaz. Tobravirüsler bazen yalnızca bitki köklerinde kalır. Kültür bitkilerinde ve yabancı

otlarda kışlarlar. Hastalık bulaşması köklerden olur. Hücreden hücreye geçerek floeme ulaşır ve bitki içinde hızla yayılırlar. Bazı tobravirüsler örneğin *pea early browning virus* %4-10 oranında enfekteli bitkilerin tohumunda taşınabilmektedir.

Cins: Furoviruses (+2ssRNA)

Tip üyesi: Soil borne wheat mosaic virus (SBWMC)

Funguslarla taşınan çubuk şeklindeki virüslere verilen isimdir. Bu cinse ait virüsler; *Soil borne wheat mosaic virus (SBWMC)* ve *Peanut clump virus*'dür. Her iki virüsde *Polymyxa graminis* fungusuyla taşınır.

Furovirüsler iki tane (260-çubuk şekilli partikülden oluşan bölünmüş genoma sahiptir. Bunlar bir araya gelerek şifreyi tamamlarlar ve enfeksiyonu oluştururlar. Partiküllerden biri eksik ise enfeksiyon gerçekleşmez. İki RNA 9 tane protein kodlar ve bunlar RNA polimeraz, coat protein ve virüslerin vektörle taşınmasından sorumlu olan iki proteindir.

Furovirüsler ile enfekteli bitkilerde bodurlaşma, genellikle beneklenme ve yapraklarda alacalaşma görülebilir. Hastalık etmeni yoğun bir şekilde odunlaşmaya neden olur. Kök sistemi azalır yada aşırı şekilde saçaklanma (Rhizomoniasis) görülür. Ürünler ya çok düşer ya da tümüyle ortadan kalkar. Hastalık toprak suyuna karışan zoosporların sağlam bitki köklerine bulaşması ve

enfekte etmesiyle bulaşır. Bitkide hızla çoğalarak enfeksiyonu başlatır. Hastalık etmeni ile mücadele zordur. Virüssüz tohum kullanmak gerekir. Tarla bulaşık ise ya fumigasyon yapılmalı ya da tarla Ph'sı değiştirilerek enfeksiyon azaltılmalıdır.

Peanut clump virus yerfistiğinde zararlı ve kapsül deformasyonuna neden olur.

Cins: Hordeivirus

Tip üyesi: Barley stripe mosaic virus

Özellikle kültür ve yabani gramineae'lerde hastalık yaparlar.

Virüs partikülü 100-150 nm uzunluğunda 20 nm genişliğinde 3 tane çubuk şeklinde partikülden oluşmuştur. Uzun RNA her üç RNA partikülünün RNA'sı için RNA polimerazı kodlar. Ortanca RNA partikülü örtü proteini kodlar. Kısa RNA ise iki protein kodlamaktadır.

Hordeivirüsler (*barley stripe mosaic dışında*) her yerde görülür. Enfekteli bitkilerde klorotik leke, sarı kahverengi çizgiler ve bazen de rozetleşme görülür. Enfekteli yapraklarda mozaik simptomsu, yaprak damarları boyunca çizgiler olarak görülür. Virüs bitkiden bitkiye temasla, tohumla, polenle yayılır. Esas kaynağı tohumdur. Bu nedenle temiz tohumluk ve kültürel önlemler önemlidir. Virüs partikülleri enfekteli bitkilerin sitoplazmasında bazen de çekirdekte meydana gelir.

Cins: Pecluviruses

Peanut clump virus

Pecluvirus tip türü olan *Peanut clump virus*'u temsil eder. 245 ve 190nm uzunluğunda ve 12 nm çapında iki çubuk şekilli partiküle sahiptir. Plasmodiophoromycete *Polymyxa graminis* ve yerfistiğinde tohum ile taşınır.

Cins: Pomoviruses

Potato mop-top virus

Pomoviruses ismini tip türü olan *potato mop-top virus*'tan alır. Patatesde zarar yapar. 290-310,150-160 ve 65-80nm uzunluğunda 18-20nm çapında üç tane

ubuk Şekilli partiküllere sahiptir. Dikotiledonlar arasında konukçu sayısı sınırlıdır ve *Spongospora subterranea* ve *Polymyxa betae* gibi toprak plasmodiophoromycetesler ile taşınırlar.

Cins: Benyviruses

Beet necrotic yellow vein virus

Şekerpancarında rhizomonıa hastalığına neden olur ve *Polymyxa betae* (Keskin) fungusu ile taşınır. *Beet necrotic yellow vein virus* 5 tane RNA dan oluşan genoma sahiptir ve kökte gerilemeye ve aşırı derecede kılcal kök oluşumuna neden olur. Yumru ağırlığını aşırı düşürür.

12.KONU:

Potato Virus Y

Potato virus Y (PVY) dünyanın her tarafında yaygındır ve büyük ekonomik kayıplara neden olur. Patates, biber, domates, ve tütünün enfekte eder ve yoğun kayıplara neden olur. Simptomlar, yapraklarda mozaik şeklinde beneklenme ve buna ilave olarak, şiddetli yaprak kırışıklığı ortaya çıkabilir. Nekrotik çizgiler yaprak damarı, yaprak sapı ve gövdede ortaya çıkabilir. Enfekteli yumruların çıkan bitkiler çoğunlukla bodur ve benekli ve kıvrık yapraklara sahiptir. Yapraklar ve gövde bazı durumlarda ölmektedir. Enfekteli bitkilerden alınan yumruların kabuğunda hafif kahverengi halka şeklinde lekeler görülebilir. *Potato virus X* ile birlikte enfeksiyon yaptığında “rugose mosaic” e neden olur.

Potato virus Y 730 nm uzunluk ve 11nm çapında olup doğada farklı strainleri (ırk) vardır. Enfekteli tohumluk patates yumruları ile mekanik olarak ve en az 25 afit türü ile non persistent olarak taşınır. Mücadelesinde virüsten ari tohumluk kullanılmalı, dayanıklı çeşitler tercih edilmeli, mekanik olarak bulaşmaları önlenmeli, vektör afitlerle mücadele edilmelidir.

Sugarcane Mosaic virus(Şeker kamışı mozaik virüsü)

Şeker kamışı yanında mısır, sorgum ve gramineelerde enfeksiyon yapar. Hastalık oldukça şiddetlidir. Belirtileri yapraklarda açık renkli lekeler, şeklinde görülür. Düzgün genişliğe sahip olmayıp damarlar dışına taşmış olarak görülür. Gövdede beneklenme görülür daha enfekteli alanlar nekrotik hale dönüşür. İki mısır ırkı belirlenmiştir. Bunlar maize dwarf mosaic Amerika ve Avusturya ırkı olarak adlandırılmaktadır. Bunlar mısır ve sorgum ile birlikte bazı yabancı otlarıda enfekte eder ancak şeker kamışını enfekte etmez. Bu virüsler mısır koçanında düzensiz meyve tutumuna neden olur. Yaşlı yapraklarda bir süre sonra sarımsı kırmızı renkte çizgiler meydana gelir. Üründe %40 oranında azalma görülür. Maize dwarf virüsünün A ırkı çok yıllık yabancıot Johnsongrass’da kışlarken ve enfekte ederken, B ırkı Johnsongrass’ı enfekte etmez. Etmen

750nm uzunluğunda ve 11nm enindedir. Bazı afitlerle non persistent olarak taşınır. Virüs çok yıllık konukçularda kışlar. Mücadelesinde dayanıklı çeşit kullanılmalıdır.

Tobacco Etch virus (TEV)

TEV 730nm uzunluğunda 12nm çapında + ssRNA partikülüne sahiptir. RNA partikülü iplikli formdadır. Domates, biber ve tütünde enfeksiyon yapar. Konukçularında yoğun kayıplara neden olurlar.

Enfekteli tütün yapraklarında beneklenme ve nekrotik alanlar, biber yapraklarında mozaik, beneklenme ve deforme olmuş yapraklar, biber meyvelerinde deformasyon ve bitkilerde genel bir bodurlaşma gözlenir. Bitkilerde şiddetli solgunluk ve ölüm görülebilir. Enfekteli domateslerde ise bitkilerde bodurlaşma, yapraklarda beneklenme ve deformasyonlar şeklinde simptom oluşturur. Virüs 10'dan daha fazla afit türüyle non-persistent olarak taşınır. Mücadelesi dayanıklı çeşit kullanmaktır.

Turnip Mosaic Virus (Şalgam mozaik virüsü)

Watermelon Mosaic Virus (Karpuz Mozaik Virüsü)

Zucchini Yellow Mosaic virus (Zucchini Sarı Mozaik Virüsü)

Zucchini yellow mosaic virus 750nm uzunluğunda 12nm çapında +ssRNA'ya sahiptir. Etmen dünyanın her yerinde yaygındır. Kavun, karpuz, hıyar, kabakta yoğun ekonomik kayıplara neden olurlar. Hastalık belirtileri genellikle sarı mozaik, şiddetli deformasyon, kabartı, yaprak ayasında önemli ölçüde küçülme, nekroz, ve şiddetli bodurlaşmadır. Kabak meyvelerinde yumru gibi şişkinlikler geliştirerek meyvelerde şekil bozuklukları görülebilir. Kavun ve karpuz meyveleri de şekilsiz ve uzunlamasına derin çatlaklar meydana gelir. Tohum oluşumu önemli ölçüde azalır ve tohumlar genellikle deforme olmuştur. Virüsün belirtileri ırka bağlı olarak Papaya Halkalı leke Virus' ünün (papaya ringspot virus type W (PRSV-W)) oluşturduğu belirtilere benzemektedir. Tropik bölgelerde ZYM virüsü genellikle PRSV-W ve WMV ile ilişkilidir. Bazı afit türleri ile non persistent olarak taşınır.

Cins: Ipomoviruses, Macluraviruses, Rymovirus ve Tritimoviruses

Ipomoviruses adını tip türü olan *Sweet potato mild mottle virus*'dan alır. 800-900nm uzunluğundadır ve beyaz sinek *bemisia tabaci* ile non persistent olarak taşınır.

Macluraviruses adını *Maclura mosaic virus*'tan alır. 650-675 nm uzunluğunda olup afitlele non persistent olarak taşınır.

Rymovirus adını *rygrass mosaic virus*'den alır. 690-720 nm uzunluğundadır ve eriophid akarlar tarafından taşınır.

Tritimovirüsler tip üyesi *wheat streak mosaic virus*'tur. Sadece hububatı enfekte eder. *Wheat streak mosaic virus*(buğday çizgi mozaik virüs) çok şiddetli belirtiler meydana getirir. Tritimovirüsler aynı zamanda eriophid akarlara tarafından persistent olarak taşınır.

Cins 2 :Bymovirus

Partikül yapıları ve sitopatolojileri potyviruslere benzer ancak farklı vektörleri mevcuttur. Ancak adını *Barley yellow mosaic virüs*'den (arpa sarı mozaik virüs) alır ve hububatta, gramineae otlarda belirgin kayıplara neden olur.

Diğer bymovirüsler *Oat mosaic virus*, *rice necrosis mosaic virus* ve *wheat spindle streak mosaic virus*'tur. Bunların hepsi toprak kökenli olup *polymyxa graminis* ile taşınır.

Her bymovirus iki partiküle sahiptir. Bunlardan ilki 500-600 nm uzunluğunda ve 12 nm enindedir. İkincisi ise 275-300nm uzunluğunda ve 12 nm enindedir.

CLOSTEROVIRIDAE TARAFINDAN OLUŞTURULAN HASTALIKLAR

Clostera **iplik benzeri virüsler** anlamına gelir. Bu virüsler oldukça ince, esnek, iplik benzeri yapıdadır. İki cins yer alır. Bunlar **Closterovirus** ve **crinivirus**'dür. İlki **Closterovirus**'tur. Bu cinsteki virüsler oldukça ince, esnek, bükülebilir iplikçiklere sahip olup 1100-2000nm boyunda ve eni 12nm'dir. En uzun tek ssRNA genomuna sahip bitki patojeni virüsler, bu cins içinde yer almaktadır.

Diğer cins ise **crinivirus** olup genomları 700-900nm ve 650-850nm uzunluğunda iki parçadan ibarettir.

Bazı closteravirüsler afitlerle bazısı beyaz sineklerle ve geride kalanlar unlu bitlerle taşınır. Afitlerle taşınan closterovirüsler *Beet yellows virus*, *Citrus Tristeza virus* ve unlu bitlerle taşınan *grapevine leafroll virüs* 'lerdir.

Tüm bu virüsler konukçularında şiddetli derecede kayba neden olurlar. Criminiviruslere örnek beyaz sineklerle taşınan *lettuce infectious yellows virus* 'tur. Closteravirüsler esas olarak floem ve parankima hücrelerinde sınırlı olarak bulunmakla birlikte tüm bitkiye sistematik olarak dağılırlar. Bu virüsler oldukça dar konukçu dizisine sahip olup floem nekrozu sonucunda sararmaya neden olur. İletim demetlerinde ise çıkıntılar ve çukurluklar meydana gelir.

Cins1 :Closteravirus

Citrus tristeza virus

Ülkemizde turunçgil ekim alanlarında mevcuttur. Portakal başta olmak üzere greyluft ve limonu enfekte eder. Meyve kalite ve kantitesini etkileyerek üründe önemli kayıplara neden olur. Bitkide hızlı veya yavaş gelişen ölüm görülür. Özellikle turunç üzerine aşılınmış fidanlarda daha önemli zarar yapar. Bu virüs Amerika kıtasında oldukça yaygındır. Yayılması kahverengi citrus afiti *Toxoptera citricida* tarafından gerçekleşmektedir. Enfekteli bitkilerde şiddetli bir bodurluk ve sararma gözlenir. Aşı ile anaç uyumsuzluğu söz konusudur. Aşı yerindeki kabuk kaldırıldığında kabuk kısmında çıkıntılar, floem üzerinde ise çukurluklar gözlenir(stem pitting). Bu hastalığın başlıca belirtisidir. Şiddetli ırklar birkaç hafta içinde bitkinin ölümüne sebep olur. Bazı ırkları ise bitkiyi öldürmez. Kronik olarak bitkide hastalığın bulunmasına neden olur.

Etmen 2000nm uzunluğunda 12 nm enindedir. Tek sarmal + sense RNA'dan ibarettir. 20 kb molekül ağırlığına sahiptir. 25000 molekül ağırlığında protein kılıf oluşturur. Tristeza virüsünün RNA'sı 10-12 adet protein kodlamaktadır. Bunların bazılarının fonksiyonu belli değildir. Coat proteini dışında kodlanan proteinlerden bazıları proteinaz, metil esteraz ve helikaz'dır.

Hastalığın mücadelesi oldukça zordur. Şiddetli karantina önlemleri alınmalıdır. Anaç ve kalem olarak kullanılan bitkiler sık sık kontrol edilmelidir. Hastalığa karşı cross protection çalışmaları yapılmıştır.

Beet yellows virus

Şeker pancarı, pancar ve ıspanağın zararlısıdır. Dış ve orta yapraklarda şiddetli sararma görülür. Yapraklar kalınlaşır ve daha sonra nekrotik bir hal alır. Şeker miktarını düşürür. 1250 nm uzunluğunda ve 12 nm enindedir. 20 afit türü tarafından semi persistent olarak taşınır.

Cins 2: Crinivirus

Lettuce infectious yellows virus (LIYV)

LIYV bipartite genoma sahip olup 700-900 nm ve 650-850 nm uzunluğunda , 12 nm çapında partiküllere sahiptir. Toplama ssRNA 16,5 bp,ilk parçası 8.5 bp olup diğerinde ise 7,5 bp yer almakatadır.

Etmen Amerika kıtasında gözlenir. Marul, şekerpancarı, havuç, kavun, kabak ile birlikte pek çok yabancı otu enfekte eder. Üründe %100'e varan kayıplara neden olur. Hastalık yapraklarda aşırı sararma ve kızarma ile birlikte bodurlaşma ve kıvrılmaya sebep olur. Enfekteli bitki bodur kalır ve bir süre sonra ölür.

Tatlı patates beyaz sineği *bemicia tabaci* tarafından semi persistent olarak taşınır. Beyazsinekler virüsü beslenmelerinden 10 dakika sonra alır ve bir saatten fazla süre beslendikleri takdirde daha fazla taşır. Hastalık çok yıllık yabancıotlarda kışlar. Bunlardan vektörleri tarafından marula bulaşır. Hastalıkla mücadele oldukça zordur. Dayanıklı bitki yetiştirmek, beyaz sinek popülasyonunu kontrol altına almak başlıca mücadele yöntemidir.

İzometrik ss RNA virüsleri

Sequiviridae, Tombusviridae, ve Luteoviridae familyaları ve henüz bir familyaya bağlanmayan cinsleri içerir. Diğer ssRNA genomu iki parçaya

bölünmüş olanlar **Comoviridae**;, üç parçaya bölünmüş olanlar **Bromoviridae** familyası bu kısımda yer almaktadır. Son familya olan Bromoviridae içinde yer alan *Iiarvirus*, *Alfamovirus* ve *Oleavirus* farklı büyüklük ve yapıda partiküllere sahip olup yuvarlaktan basil şekline kadar partikül yapısı değişmektedir.

SEQUIVIRIDAE TARAFINDAN UŞTURULAN HASTALIKLAR

Cins: Waikavirus

Waika adını (Cücelik) (*rice waika virus*) çeltik cücelik virüsünden alır ve çeltik *tungro spherical virus* bu cins içinde yer alır.

Waikavirüsler 30 nm çapında 11 kb büyüklüğünde tek sarmal RNA genomuna sahiptir. Coat protein yapısı bilinmemektedir. Bunlar hububatı ve yabancı otu enfekte eder. Afitler ve cüce ağustos böcekleri tarafından semipersistent olarak taşınır. Virüs vektörlerine dayanıklı tohum kulani ile mücadele edilir.

Çeltik tungro hastalığı

Çeltik yetiştirilen her yerde Güneydoğu Asya, Filipin ve Pakistan'da oldukça yaygındır. Tungro (sarı portakal) iki virüsün enfeksiyonu ile ortaya çıkan bir hastalıktır. Tek sarmal RNA virüsü olan çeltik Tungro spherical virus (RTSV) ve çift sarmal RNA virüsü olan *Rice tungro virus* olan RTV'dür. Her ikisi de yaprak pire böcekleri *Nefotettix virescens* tarafından sermipersistent olarak taşınır.

RTSV RNA'sı 12,4 kb olup 393 kDa büyüklüğünde bir polyprotein kodlar. Tungro enfekteli çeltik bitkilerinde bodurlaşma ve sarımsı portakal renkte yaprakta renk değişimi gözlenir. Her iki virüste aynı böcek ile taşınmasına rağmen RTSV cüce ağustos böcekleri ile taşınmakta, RTV'nin taşınması için donör bitkide RTSV'ninde mevcut olması gerekmektedir.

TOMBUSVIRIDAE TARAFINDAN OLUŞTURULAN HASTALIKLAR

ssRNA genomuna sahip isometrik yapıda 32-35 nm çapında olan 8 cinsi içerir. Partiküller + sense olup ya monokotiledon ya da dikotiledon bitkilerde

enfeksiyon oluşturur. Her ikisini birlikte enfekte etmezler. Genellikle bu virüsler oldukça stabil olup yüzey sularında ve ya toprakta canlı kalıp herhangi bir vektöre ihtiyaç olmaksızın bitkiye bulaşırlar.

Birkaç virüs bitkilerde önemli kayba neden olmaktadır.

Cins1: Cins1: Tombusvirus : tip türü *Tomato bushy stunt virus*'dur. Toprak kökenlidir. Bazıları ise *Olphidium* fungusu ile taşınır.

Cins2: Aereusvirus: Tropik ormanlarda sarmaşıklarda görülen bir türdür.

Cins3: Avenavirus: Yulafda zararlı bir türdür.

Cins4: Carmovirus: Carnation mottle virus tip üyesidir.

Cins5: Machlomovirus: Maize chlorotic mottle virus tip üyesidir. Graminelerle sınırlıdır. Tohumla, trips ve diğer böceklerle taşınır.

Cins6: Necrovirus: Tobacco necrosis virus A'dan alır. Mono ve dikotiledonlara arız olur. Geniş konukçu spektrumuna sahiptir. Genellikle kökleri enfekte eder. *Olphidium* türleri ile taşınır.

Cins7: Panicovirus: Panicum mosaic virus (Darı mosaic virus). Sadece buğdaygilleri enfekte eder. Temasla yayılır.

Cins8: Dianthovirus: Adını *Carnation ring spot virus*'dan alır. İki adet ssRNA'dan ibaret olup 32-25 nm çapındadır. Dikotiledonları enfekte eder. Toprakla taşınır. Belirgin vektörü saptanmamıştır.

LUTEOVIRIDAE TARAFINDAN OLUŞTURULAN HASTALIKLAR

Luteoviridae familyası adını latince bir terim olan **luteus** (sarı) kelimesinden alır. Bitkilerde çeşitli derecede sarılık oluşturan 30 kadar virüsü içerir. Tüm luteoviruslar konukçusunda floem hücrelerinde sınırlıdır. Oldukça düşük konsantrasyonda bulunur. Mekanik inokulasyonlarla taşınmaz. Afitle de persistent sirkülatif olarak taşınır. Ancak afit vücudunda çoğalmazlar.

Luteovirüsler yuvarlak tek sarmal RNA içerirler. Virüs partikülü 25-30 nm çapındadır. Genom büyüklüğü 6000kb kadardır. Tek bir tip coat protein içerir. Protein alt üniteleri 22-23 kDa büyüklüğündedir.

Luteoviridae içinde yer alan 4 cins bitkilerde şiddetli hastalıklara neden olur.

Cins1: Luteovirus. Tip üyesi *Barley yellow dwarf virus*'dür ve buğdaygillerde zararlıdır.

Cins2: Polerovirus. Tip üyesi *Potato leaf roll virus*'dür.

Bazıları monokotiledonları bazıları dikotiledonları enfekte eder.

Beet western yellow virus bu cins içinde yer alır.

Cins3: Enamovirus. *Pea enation mosaic virus* tip üyesidir.

Ancak bu hastalık *Pea enation mosaic virus 1* (enamovirus),

PEMV-2 (unbravirus) birlikte bulunması halinde ortaya çıkar.

Enamovirusler mekanik olarak ve afitlerle taşınır.

Cins1: Luteovirus

Barley yellow dwarf virus

Etmen tüm dünyada mevcuttur. Buğday, arpa ,çavdar, yulaf ,yem bitkileri ve yabancı otlarda zarar yapar. Enfekteli bitkilerde bodurluğa neden olur. Kardeşlenme azalır . Baş gelişimi azalır ve sterilité görülür. Enfekteli tarlalar hasat edilmez ve bir şekilde yok edilir. Etmen en çok yulafı etkiler. Bunu arpa ve buğday izler. Üründe %30-50 den fazla zarar meydana getirir.

Bu hastalık enfekteli bitkilerde kızarma, sararma ve ya mor renkli alanlar, yaprak uçlarında, kenarlarında ve uçlarında gözlenebilir. Hastalıklı bitkilerde kardeşlenme azalır. Çiçekler sterildir. Başakçıkların sayısı ve ağırlığı azalmıştır. Kök sisteminde şiddetli kayıplar meydana gelir. Bazı afit türleri ile taşınmaktadır. Çok sayıda ırkı vardır. Kışı tarladaki otlar ve ergin afitler üzerinde geçirir. Hastalığın yayılması afit vektörlerine bağlıdır. En şiddetli belirtiler fide döneminde ortaya çıkar. Bu dönemde hastalığa yakalan bitkiler ölür. Sağ kalanlar ise başak oluşturmaz. Özellikle sonbaharda ekilen buğdaylarda hastalığın neden olduğu ölüm miktarı daha yüksektir. Mücadelesinde dayanıklı çeşit kullanmak gerekir. Kullanılan ticari tür çeşitlerin çoğu hastalığa karşı hassastır.

CİNS2: POLEROVIRUS

Potato leaf roll virus

Potato leaf roll virus tüm dünyada yaygındır. Sadece patateslere arız olur. Belirgin simptomları yapraklarda yukarı doğru kıvrılma ve bitkide bodurlaşmadır. Bazı varyetelerde floem nekrotik bir hal alır. Yapraklarda aşırı derecede karbonhidrat birikimi gözlenir. 10 dan fazla afit tarafından persistent olarak taşınır. Vektör afitlerle mücadele edilerek hastalık önlenmeye çalışılır.

CİNS2:POLEROVIRUS

Beet western yellows virus

Şeker pancarı yetiştirilen her yerde vardır. Pancar, ıspanak, marullarda enfeksiyon yapar. Yapraklarda sararma, bodurlaşma meydana getirir. 8 farklı afit türü tarafından persistent olarak taşınır. Afit vektöründe 50 günden fazla kalır.

HERHANGİ BİR FAMILİYAYA DAHİL OLMAYAN MONOPARTITE ISOMETRIC (+)ssRNA VİRÜS CİNSLERİ

Sobemovirus: Soybean mosaic virus tip üyesidir. Tohum ile taşınır.

Marafivirus: Maize rayado fino virus buğdaygillerde zarar yapar. Cüceağustos böcekleri ile taşınır.

Tymovirus: Turnip yellow mosaic virus dikotiloden bitkileri enfekte eder. Böceklerle taşınır.

Idaeovirus: Tip üyesi *raspberry bushy virus*'dür. Genom üç parçaya ayrılmış olup rubus türlerini enfekte eder. Polen ve tohumla taşınır.

Ourmiavirus: *Ourmia menon virusdan* alır. Genom üçe bölünmüştür. Vektörü belli değildir.

Umbravirus: Tip üyesi *carrot mottle virus*'dur. Afit vektörleri ile taşınır.

12.KONU:

COMOVİRİDAE TARAFINDAN OLUŞTURULAN HASTALIKLAR

Comoviridae familyası üç cins içerir. *Comovirus*, *Fabavirus* ve *Nepovirus*. Her biri 30 nm çapındadır. Genom ikiye bölünmüştür. Kolaylıkla mekanik inokulasyonlarla ve tarlada beslenen böceklerle taşınır. Belli oranda tohumla da taşınır. Mücadeleleri virüsten ari tohum kullanılarak yapılır.

Comovirus cinsi ismine *cowpea mosaic virüs* (Börülce mozaik virüsü)'den alır. Esas olarak baklagilleri enfekte eder. Comovirusler mozaic, bodurlaşma ve deformasyon meydana getirir. Enfekteli hücrelerde çok sayıda inclusion bodyler oluşur.

Nepovirüsler

Nepovirüs partikülleri 30 nm çapında bipartite genoma sahiptir. RNA'lar 8-8.4kb ,3,4-7,2 kb arasındadır. RNA'larda 5' ucunda Vpg ve 3' ucunda poly A kuyruğu mevcuttur. 3 tip protein alt ünitesi mevcuttur bazı nepovirüslerde uydu RNA'lar yer almaktadır. Uydu RNA'lar virüsün çoğalmasında zorunludur. Parankima ve floem hücrelerini enfekte eder. Sitoplazma ve vakuolde aggregatlar oluşturur.

Nepovirüsler nematodlarla taşınan polyhedric virüslerdir. Oldukça büyük bir grup olup yaklaşık 30 virüs vardır. Genellikle çok yıllık ağaç ve bitkileri enfekte eder. Önemli bir konukçuları da bağlardır.

Önemli nepovirüs enfeksiyonları;

Tomato ring spot,

Tobacco ring spot,

Cherry leaf roll,

Grapevine fanleaf ve raspberry spot virus'dur.

Nepovirüsler enfekte ettikleri bitkilerde erken ilkbaharda şok belirtiler meydana getirir. Daha sonraki dönemde ise düzleşme meydana gelir. Belirtiler geriler veya tümüyle kaybolur.

Bitkiden bitkiye *Longidorus*, *Paralongidorus* , *Xiphinema cinsi nematodlarla* ile taşınır. Nematodlar virüsü birkaç saat beslenmeden sonra alır, bünyelerinde birkaç ay virüsü nakledeleler. Bazı nepovirüsler düşük düzeyde tohumda da taşınır. Bazıları polenle de taşınır. Çok yıllık konukçularda ve tohumda kışlar. Yetiştirme boyunca sağlıklı yıllık ve çok yıllık bitkilere nematod vektörü veya polenle taşınır.

Grapevine fanleaf virus

Tüm bağ alanlarında mevcuttur. Simptomları yapraklarda sarımsı yeşil mozaik çizgiler veya lekeler meydana getirir. Küçük ve asimetrik yaprak oluşumuna neden olur. Yaprak dişlenir damarların yapısı bozular adeta bir yelpaze şeklini alır. Sürgünler zigzag bir gelişme gösterir. Sakımlar derforme olur ve düzensiz meyve gelişimi gözlenir. Üzüm üretiminde düşüşe neden olur. Mevsim sonuna doğru belirtiler geriler. Aşı, çelik ve Xiphinema türü nematodlarla yayılır.

BROMOVIRIDAE FAMILİYASI TARAFINDAN OLUŞTURULAN HASTALIKLAR

Bromoviridae familyası beş cins içerir.

Bromovirus*, *Cucumovirus*, *Illarvirus*, *Alfamovirus*, ve *Oleavirus

İlk üç cinsin partikül büyüklüğü 26-35 nm olup isometriktir. Genom RNA1 ve RNA 2 olarak 2'ye bölünmüştür. Ayrıca RNA3 ve subgenomik RNA4 üçüncü parça içinde yer alır. **Alfamovirusler:**18-57 nm uzunluğunda 4 ssRNA'dan oluşmuş virüslerdir. Basilliform yapıda partiküllere sahiptir.

Bromoviridae tarla ve bahçe bitkilerinde önemli patojenlerdir. Dünyada geniş yayılım alanlarına sahiptir. Özellikle **Cucumovirus:**ler CMV, solanaceae ve cucurbitaceae de temas, tohum, böcek vektörleriyle kolaylıkla taşınan bir etmendir. Açıkta ve örtü altında sorundur. TMV'den sonra en geniş konukçu dizisine sahiptir.

Bromovirus buğdaygil ve baklagilleri (legumes) enfekte eder. Bunlarda cucumovirus, alfemovirus gibi afit vektörleriyle non persistent olarak taşınır.

Harviruses ise polenlerle taşınır ve hızlı yayılır. Konukçuda bazen hiç semptom oluşturmaz, bazen de şok etkisi ile aniden kurutur.

Cins1: Cucumovirus

Adını *Cucumber mosaic virus*' dan (CMV) alır. *Tomato aspermy virus* (TAV) ve *peanut stunt virus* (PSV) bu grubun üyeleridir. Partiküller 29nm çapında izometrik, genomu tek sarmallı 3 RNA'dan ibarettir. Bunlar birbirinden ayrı partiküllerde yer alır.

Cucumber mosaic virus diğer virüslere oranla daha fazla bitkiyi enfekte eder. Dünyada yaygındır. Yapraklarda mozaik, bitkilerde gelişme bozukluğu ve meyvelerde şekil bozukluğuna yol açar.

Tomato aspermy virus (TAV) domatesten daha çok krizantem yetiştirilen ülkelerde krizantem bitkisini etkiler. TAV enfekteli domates bitkileri bodur ve çalı formundadır, meyveler küçük ve bozuk şekli ve birkaç tohumu sahiptir.

Peanut stunt virus yerkıstığı yetiştirilen çoğu ülkede düzensiz olarak ortaya çıkar. Solanaceae ve cucurbitaceae başta olmak üzere pek çok bitki türünü enfekte eder.

CMV'nin tek sarmallı bir uydu RNA'sı vardır. Virüsce oluşturulan semptomların şiddetinin artırılması veya azaltılmasından sorumludur.

İki uzun RNA 211K ve 97K olarak ifade edilen iki proteini kodlar. En kısa RNA ise virüsün hücreden hücreye hareketini sağlayan 30K proteinini kodlar. Örtü proteini virüsün kabuğunu oluşturur ve afitlerce bitkiden bitkiye naklini sağlar. Etmen kültür bitkileri ve yabancı ot konukçularında kışlar. Tümü afitlerce non persistent olarak ve tohumla taşınır. Bu etmeden korunma için temiz tohum, çapraz koruma sera koşullarında ekonomik bitkiler için uygundur.

Cins: Harvirus

Adını **izometrik labil ring spot virüslerin** kısaltılması ile oluşmuştur ve bitkide halkalı leke dışında da lekeler meydana getirir. Tip üyesi *Tobacco streak*

virus'dur. 16 adet ilarvirüs belirlenmiştir. Sert çekirdeklilerde , yumuşak çekirdeklilerde, gül, turunçgil ve orman ağaçlarında, karaağaç, böğürtlen, leylak ve şerbetçi otunda enfeksiyon meydana getirir. Enfekteli bitki sürgün ve ya tohumla taşınır. Yapraklar veya çiçek üzerinde çizgi veya halkalı lekeler, mozaik belirtiler, yapraklarda şekil bozukluğu ve bükülmeler şeklinde görülür. Pek çoğu erken ilk baharda bitki üzerinde şok enfeksiyonu yapar ve ölüme neden olur. Bitkide ani kuruma ve ölüm gözlenir. Bazen yaprak ve sürgün uçlarında hafif belirtiler ya da hiç belirtisiz durumla da karşılaşılabılır. Yapıları 20-32nm çapında, yuvarlak partiküllüdür. RNA dört parçaya ayrılmıştır. Genellikle örtü proteini en küçük RNA tarafından kodlanır. Coat proteinin büyüklüğü 24-30 K arasındadır. Enfeksiyonun olası için tüm dört RNA'nında olması gerekir. Her iki RNA 'da 100-120 K büyüklüğünde 2 protein oluşturur. Bu proteinler RNA polymeraz yapısında olup RNA'nın çoğaltılmasında rol oynar. 3. RNA 345 K büyüklüğünde protein kodlar ve virüsün hücreden hücreye taşınmasında etkindir.

Önemli türleri;

PRNSV, özellikle sert çekirdeklilerde zararlıdır. Anaç, kalem, aşı materyalleri ile kolaylıkla taşınır. Bazı türlerde simptom oluşturmadan latent olarak kalır.

Prune dwarf virus, vişne ve kirazda enfeksiyon yapar.

Apple mosaic virus, yumuşak çekirdeklilerde enfeksiyon yapar.Ülkemizde Elma ve fındıkta zararlıdır.

Hücreden hücreye nakli sağlayan proteinlerde mevcuttur. Çok yıllık odunsu bitkiler ve tohumlarında canlılıklarını sürdürür. Bilinen vektörü yoktur. Vegetatif çoğalma yanında tohum ve polenle taşınır. Çoğu labil olduğundan teşhisi çok zordur.

Cins: Reoviridae

Genom 10-12 ds RNA içerir. Partiküller izometrikdir Çeltik ,mısır ,yonca gibi sıcak iklim tahıllarında zarar yapar. İnsan hayvan, böcek ve bitkileri de enfekte eden bir grup virüstür. Adını ***resperatory enteric orphan virus*** kelimesinden alır.

İnsan ve hayvanlarında solunum sistemine yerleşerek zarar yapan bir familyadır. Henüz bir hastalık ile bağlantısı bulunmamıştır. Bitki virüsleri fazla değildir. Özelliklerine göre 3 cinsten oluşur. Bunlar: *Phytoreovirus*, *Fijivirus*, ve *Oryzavirus*'tur.

Phytoreovirus çeltik cücelik virüsü enfekte ettiği bitkilerde yara ve tümör oluşturur. Köklerde yara ve tümör meydana getirir.

Fijiviruslerin tümü *maize rough dwarf virus*, *out sterile dwarf virus* dür. Konukçularında yaprak damarları üzerinde tümörlerin gelişmesine neden olur. Özellikle çeltikte zarar yapan virüsler bu grupta yer alır. Bitkiden bitkiye cüce ağustos böcekleri ile yayılır. Böcek vücudunda çoğalır. 65-75 nm çapında yuvarlak partiküllere sahiptir. RNA'ların uzunluğu 800-2600 baz çifti arasındadır. Oluşturdukları proteinlerde 19-155 baz arasında değişir. Tarlada böceklerle yayılır. Genellikle bitkinin floemine yerleşir.

Yabancı konukçularda böcek vektörlerinde, vektör yumurtalarında dahi kışlar. Böcek virüsü 1-2 haftalık süre içinde vücuduna alır ve birkaç ay bu virüsü nakleder.

Genom 10-12 parça dsRNA, Bitkide cücelik, klorotik lekelenme, yaprak bükülmesi, gallenme, çiçeklenmede gecikmeye neden olur.

Böceklerle taşınır. Yaprak pireleri ile taşınır. Persistent ve propagatif olarak çoğalırlar.

TEK SARMALLI (-) RNA VİRÜSLERİ (- ssRNA)

Takım : Mononegovirales

İki familya vardır. Bunlar;

Rhabdoviridae ve **Bunyaviridae** familyalarından ibarettir. Her ikisinde insan ve hayvanda enfeksiyon oluşturur. Her (-) RNA virüsleri bir transkriptase enzimi taşır (RNA'ya bağlı RNA polimeraz). Bu sayede (-) sensden (+) sense dönüşerek RNA çekirdekte çoğalır.

Fam1: Rhabdoviridae

Yunanca **rhabdos** kelimesinden gelir. Çubuk anlamındadır. 80 virüsü içerir. Sebzelelerde yabancı ot ve graminelelerde zararlıdır. Mozaik renk açılması sararma cüceleleşme ve nekroza neden olur. *Lettuce necrotic yellows virus*, *potato yellow dwarf virus* başlıca üyeleridir. Cüce ağustos böcekleri ve afitler tarafından sirkülatif ve propagatif olarak taşınır. Vektörün tüm yaşamı boyunca hastalık yayılır. Vektörün yumurtalarına dahil geçer. Yapıları basil formunda ve en büyük bitki patojeni virüslerdir. 50-95 nm çapında 200-500 nm boyundadır. Her partikül M1 ve M2 olarak adlandırılan iki proteinden oluşmuş bir membran ile çevrilidir. Membran üzerinde çok sayıda glikoprotein yapısında düzenli olarak yerleşmiş uzantılar vardır. Membranın içinde zar, onu altında da nükleoprotein yer alır. Coat proteini 54-64 k büyüklüğünde ve – tek sarmal RNA ise 11-13 kb uzunluğundadır. Nükleoproteinde RNA helikal yapıda yer almaktadır. Ayrıca yapı içinde 241K ve 37K büyüklüğünde iki protein yer alır. Bunlar virüs transkriptaz enzimi olarak rol oynayıp (–) sense (+) sense dönüştürür. Bitkilerde floem ve parankima hücrelerinde bulunur. İki cins vardır.

Cins 1: *Cytorhabdovirus (lettuce necrotic yellows virus)*

Cins 2: *Nucleorhabdovirus (potato yellow dwarf virus)*

Adlarını çekirdekte ya da stoplazmada çoğalmalarına göre alırlar. Rhabdoviridae familya üyeleri virüslerin tamamı kabukludur.

Familya: Bunyaviridae (-)ssRNA

Cins: Tospovirus

Tipik olarak thripslerle taşınan polihedral virüslerdir. Domates lekeli solgunluk virüsü (*tomato spotted wilt virus*) tip üyesidir(TSWV). (-) sense olup en dışta bir projeksiyonlu kabuk yer alır. Thripslerde persistenrt ve propagatif taşınır. Kültür bitkileri dışında süs bitkilerinde enfekte eder. Yaprakta belirtileri kahve bronz renkli lekelerdir. Meyve şeklini bozar. Bursa bölgesinde yaygındır. Partikül içinde 4 tip protein yer alır. Mücadelesi için thripslerle kimyasal mücadele edilmelidir.

Cins: Tenuivirus 4 (-) ssRNA

İnce, ipliğimsi virüslerdir. Sıcak bölgelerde görülür. Graminelerde şiddetli zarar yapar. Tropik ve subtropik bölgelerde mısır ve çeltik zarar yapar. Enfekteli bitki yapraklarında küçük sarı çizgiler meydana getirir. Genç yapraklar sarı beyaza dönüşür. Bitkilerde şiddetli bodurluk ortaya çıkar. Oluşan çiçekler genelde sterildir. Veya hiç meydana gelmez. Partikülleri (-) sense ince ipliğimsidir. Yaprak pire böceklerinde sirkülatif ve propagatif olarak taşınır. Ülkemizde görülmezler. Tip üyesi *rice stripe virus*'tur. Büyüklükleri 290- 2100nm uzunluğunda (*rice stripe virus*)dadır. Vektörün yaşamı boyunca virüs taşınır. Vektörleri kültür ve yabancı otlarda kışlar.

13.KONU:

COMOVİRİDAE TARAFINDAN OLUŞTURULAN HASTALIKLAR

Comoviridae familyası üç cins içerir. *Comovirus*, *Fabavirus* ve *Nepovirus*. Her biri 30 nm çapındadır. Genom ikiye bölünmüştür. Kolaylıkla mekanik inokulasyonlarla ve tarlada beslenen böceklerle taşınır. Belli oranda tohumla da taşınır. Mücadeleleri virüsten ari tohum kullanılarak yapılır.

Comovirus cinsi ismine *cowpea mosaic virüs* (Börülce mozaik virüsü)'den alır. Esas olarak baklagilleri enfekte eder. Comovirusler mozaic, bodurlaşma ve deformasyon meydana getirir. Enfekteli hücrelerde çok sayıda inclusion bodyler oluşur.

Nepovirüsler

Nepovirüs partikülleri 30 nm çapında bipartite genoma sahiptir. RNA'lar 8-8.4kb ,3,4-7,2 kb arasındadır. RNA'larda 5' ucunda Vpg ve 3' ucunda poly A kuyruğu mevcuttur. 3 tip protein alt ünitesi mevcuttur bazı nepovirüslerde uydu RNA'lar yer almaktadır. Uydu RNA'lar virüsün çoğalmasında zorunludur. Parankima ve floem hücrelerini enfekte eder. Sitoplazma ve vakuolde aggregatlar oluşturur.

Nepovirüsler nematodlarla taşınan polyhedric virüslerdir. Oldukça büyük bir grup olup yaklaşık 30 virüs vardır. Genellikle çok yıllık ağaç ve bitkileri enfekte eder. Önemli bir konukçuları da bağlardır.

Önemli nepovirüs enfeksiyonları;

Tomato ring spot,

Tobacco ring spot,

Cherry leaf roll,

Grapevine fanleaf ve raspberry spot virus'dur.

Nepovirüsler enfekte ettikleri bitkilerde erken ilkbaharda şok belirtiler meydana getirir. Daha sonraki dönemde ise düzleşme meydana gelir. Belirtiler geriler veya tümüyle kaybolur.

Bitkiden bitkiye *Longidorus*, *Paralongidorus* , *Xiphinema cinsi nematodlarla* ile taşınır. Nematodlar virüsü birkaç saat beslenmeden sonra alır, bünyelerinde birkaç ay virüsü nakledeleler. Bazı nepovirüsler düşük düzeyde tohumda da taşınır. Bazıları polenle de taşınır. Çok yıllık konukçularda ve tohumda kışlar. Yetiştirme boyunca sağlıklı yıllık ve çok yıllık bitkilere nematod vektörü veya polenle taşınır.

Grapevine fanleaf virus

Tüm bağ alanlarında mevcuttur. Simptomları yapraklarda sarımsı yeşil mozaik çizgiler veya lekeler meydana getirir. Küçük ve asimetrik yaprak oluşumuna neden olur. Yaprak dişlenir damarların yapısı bozular adeta bir yelpaze şeklini alır. Sürgünler zigzag bir gelişme gösterir. Sakımlar derforme olur ve düzensiz meyve gelişimi gözlenir. Üzüm üretiminde düşüşe neden olur. Mevsim sonuna doğru belirtiler geriler. Aşı, çelik ve Xiphinema türü nematodlarla yayılır.

BROMOVIRIDAE FAMILİYASI TARAFINDAN OLUŞTURULAN HASTALIKLAR

Bromoviridae familyası beş cins içerir.

Bromovirus*, *Cucumovirus*, *Iilarvirus*, *Alfamovirus*, ve *Oleavirus

İlk üç cinsin partikül büyüklüğü 26-35 nm olup isometriktir. Genom RNA1 ve RNA 2 olarak 2'ye bölünmüştür. Ayrıca RNA3 ve subgenomik RNA4 üçüncü parça içinde yer alır. **Alfamovirusler:**18-57 nm uzunluğunda 4 ssRNA'dan oluşmuş virüslerdir. Basilliform yapıda partiküllere sahiptir.

Bromoviridae tarla ve bahçe bitkilerinde önemli patojenlerdir. Dünyada geniş yayılım alanlarına sahiptir. Özellikle **Cucumovirus:**ler CMV, solanaceae ve cucurbitaceae de temas, tohum, böcek vektörleriyle kolaylıkla taşınan bir etmendir. Açıkta ve örtü altında sorundur. TMV'den sonra en geniş konukçu dizisine sahiptir.

Bromovirus buğdaygil ve baklagilleri (legumes) enfekte eder. Bunlarda cucumovirus, alfemovirus gibi afit vektörleriyle non persistent olarak taşınır.

Harviruses ise polenlerle taşınır ve hızlı yayılır. Konukçuda bazen hiç semptom oluşturmaz, bazen de şok etkisi ile aniden kurutur.

Cins1: Cucumovirus

Adını *Cucumber mosaic virus*' dan (CMV) alır. *Tomato aspermy virus* (TAV) ve *peanut stunt virus* (PSV) bu grubun üyeleridir. Partiküller 29nm çapında izometrik, genomu tek sarmallı 3 RNA'dan ibarettir. Bunlar birbirinden ayrı partiküllerde yer alır.

Cucumber mosaic virus diğer virüslere oranla daha fazla bitkiyi enfekte eder. Dünyada yaygındır. Yapraklarda mozaik, bitkilerde gelişme bozukluğu ve meyvelerde şekil bozukluğuna yol açar.

Tomato aspermy virus (TAV) domatesten daha çok krizantem yetiştirilen ülkelerde krizantem bitkisini etkiler. TAV enfekteli domates bitkileri bodur ve çalı formundadır, meyveler küçük ve bozuk şekli ve birkaç tohuma sahiptir.

Peanut stunt virus yerbuğdayı yetiştirilen çoğu ülkede düzensiz olarak ortaya çıkar. Solanaceae ve cucurbitaceae başta olmak üzere pek çok bitki türünü enfekte eder.

CMV'nin tek sarmallı bir uydu RNA'sı vardır. Virüsce oluşturulan semptomların şiddetinin artırılması veya azaltılmasından sorumludur.

İki uzun RNA 211K ve 97K olarak ifade edilen iki proteini kodlar. En kısa RNA ise virüsün hücreden hücreye hareketini sağlayan 30K proteinini kodlar. Örtü proteini virüsün kabuğunu oluşturur ve afitlerce bitkiden bitkiye naklini sağlar. Etmen kültür bitkileri ve yabancı ot konukçularında kışlar. Tümü afitlerce non persistent olarak ve tohumla taşınır. Bu etmeden korunma için temiz tohum, çapraz koruma sera koşullarında ekonomik bitkiler için uygundur.

Cins: Harvirus

Adını **izometrik labil ring spot virüslerin** kısaltılması ile oluşmuştur ve bitkide halkalı leke dışında da lekeler meydana getirir. Tip üyesi *Tobacco streak*

virus'dur. 16 adet ilarvirüs belirlenmiştir. Sert çekirdeklilerde , yumuşak çekirdeklilerde, gül, turunçgil ve orman ağaçlarında, karaağaç, böğürtlen, leylak ve şerbetçi otunda enfeksiyon meydana getirir. Enfekteli bitki sürgün ve ya tohumla taşınır. Yapraklar veya çiçek üzerinde çizgi veya halkalı lekeler, mozaik belirtiler, yapraklarda şekil bozukluğu ve bükülmeler şeklinde görülür. Pek çoğu erken ilk baharda bitki üzerinde şok enfeksiyonu yapar ve ölüme neden olur. Bitkide ani kuruma ve ölüm gözlenir. Bazen yaprak ve sürgün uçlarında hafif belirtiler ya da hiç belirtisiz durumla da karşılaşılabılır. Yapıları 20-32nm çapında, yuvarlak partiküllüdür. RNA dört parçaya ayrılmıştır. Genellikle örtü proteini en küçük RNA tarafından kodlanır. Coat proteinin büyüklüğü 24-30 K arasındadır. Enfeksiyonun olası için tüm dört RNA'nında olması gerekir. Her iki RNA 'da 100-120 K büyüklüğünde 2 protein oluşturur. Bu proteinler RNA polymeraz yapısında olup RNA'nın çoğaltılmasında rol oynar. 3. RNA 345 K büyüklüğünde protein kodlar ve virüsün hücreden hücreye taşınmasında etkindir.

Önemli türleri;

PRNSV, özellikle sert çekirdeklilerde zararlıdır. Anaç, kalem, aşı materyalleri ile kolaylıkla taşınır. Bazı türlerde simptom oluşturmadan latent olarak kalır.

Prune dwarf virus, vişne ve kirazda enfeksiyon yapar.

Apple mosaic virus, yumuşak çekirdeklilerde enfeksiyon yapar.Ülkemizde Elma ve fındıkta zararlıdır.

Hücreden hücreye nakli sağlayan proteinlerde mevcuttur. Çok yıllık odunsu bitkiler ve tohumlarında canlılıklarını sürdürür. Bilinen vektörü yoktur. Vegetatif çoğalma yanında tohum ve polenle taşınır. Çoğu labil olduğundan teşhisi çok zordur.

Cins: Reoviridae

Genom 10-12 ds RNA içerir. Partiküller izometrikdir Çeltik ,mısır ,yonca gibi sıcak iklim tahıllarında zarar yapar. İnsan hayvan, böcek ve bitkileri de enfekte eden bir grup virüstür. Adını ***resperatory enteric orphan virus*** kelimesinden alır.

İnsan ve hayvanlarında solunum sistemine yerleşerek zarar yapan bir familyadır. Henüz bir hastalık ile bağlantısı bulunmamıştır. Bitki virüsleri fazla değildir. Özelliklerine göre 3 cinsten oluşur. Bunlar: *Phytoreovirus*, *Fijivirus*, ve *Oryzavirus*'tur.

Phytoreovirus çeltik cücelik virüsü enfekte ettiği bitkilerde yara ve tümör oluşturur. Köklerde yara ve tümör meydana getirir.

Fijiviruslerin tümü *maize rough dwarf virus*, *out sterile dwarf virus* dür. Konukçularında yaprak damarları üzerinde tümörlerin gelişmesine neden olur. Özellikle çeltikte zarar yapan virüsler bu grupta yer alır. Bitkiden bitkiye cüce ağustos böcekleri ile yayılır. Böcek vücudunda çoğalır. 65-75 nm çapında yuvarlak partiküllere sahiptir. RNA'ların uzunluğu 800-2600 baz çifti arasındadır. Oluşturdukları proteinlerde 19-155 baz arasında değişir. Tarlada böceklerle yayılır. Genellikle bitkinin floemine yerleşir.

Yabancı konukçularda böcek vektörlerinde, vektör yumurtalarında dahi kışlar. Böcek virüsü 1-2 haftalık süre içinde vücuduna alır ve birkaç ay bu virüsü nakleder.

Genom 10-12 parça dsRNA, Bitkide cücelik, klorotik lekelenme, yaprak bükülmesi, gallenme, çiçeklenmede gecikmeye neden olur.

Böceklerle taşınır. Yaprak pireleri ile taşınır. Persistent ve propagatif olarak çoğalırlar.

TEK SARMALLI (-) RNA VİRÜSLERİ (- ssRNA)

Takım : Mononegovirales

İki familya vardır. Bunlar;

Rhabdoviridae ve **Bunyaviridae** familyalarından ibarettir. Her ikisinde insan ve hayvanda enfeksiyon oluşturur. Her (-) RNA virüsleri bir transkriptase enzimi taşır (RNA'ya bağlı RNA polimeraz). Bu sayede (-) sensden (+) sense dönüşerek RNA çekirdekte çoğalır.

Fam1: Rhabdoviridae

Yunanca **rhabdos** kelimesinden gelir. Çubuk anlamındadır. 80 virüsü içerir. Sebzelede yabancı ot ve gramineelerde zararlıdır. Mozaik renk açılması sararma cüceleleşme ve nekroza neden olur. *Lettuce necrotic yellows virus*, *potato yellow dwarf virus* başlıca üyeleridir. Cüce ağustos böcekleri ve afitler tarafından sirkülatif ve propagatif olarak taşınır. Vektörün tüm yaşamı boyunca hastalık yayılır. Vektörün yumurtalarına dahil geçer. Yapıları basil formunda ve en büyük bitki patojeni virüslerdir. 50-95 nm çapında 200-500 nm boyundadır. Her partikül M1 ve M2 olarak adlandırılan iki proteinden oluşmuş bir membran ile çevrilidir. Membran üzerinde çok sayıda glikoprotein yapısında düzenli olarak yerleşmiş uzantılar vardır. Membranın içinde zar, onu altında da nükleoprotein yer alır. Coat proteini 54-64 k büyüklüğünde ve – tek sarmal RNA ise 11-13 kb uzunluğundadır. Nükleoproteinde RNA helikal yapıda yer almaktadır. Ayrıca yapı içinde 241K ve 37K büyüklüğünde iki protein yer alır. Bunlar virüs transkriptaz enzimi olarak rol oynayıp (–) sense (+) sense dönüştürür. Bitkilerde floem ve parankima hücrelerinde bulunur. İki cins vardır.

Cins 1: *Cytorhabdovirus (lettuce necrotic yellows virus)*

Cins 2: *Nucleorhabdovirus (potato yellow dwarf virus)*

Adlarını çekirdekte ya da stoplazmada çoğalmalarına göre alırlar. Rhabdoviridae familya üyeleri virüslerin tamamı kabukludur.

Familya: Bunyaviridae (-)ssRNA

Cins: Tospovirus

Tipik olarak thripslerle taşınan polihedral virüslerdir. Domates lekeli solgunluk virüsü (*tomato spotted wilt virus*) tip üyesidir(TSWV). (-) sense olup en dışta bir projeksiyonlu kabuk yer alır. Thripslerde persistenrt ve propagatif taşınır. Kültür bitkileri dışında süs bitkilerinde enfekte eder. Yaprakta belirtileri kahve bronz renkli lekelerdir. Meyve şeklini bozar. Bursa bölgesinde yaygındır. Partikül içinde 4 tip protein yer alır. Mücadelesi için thripslerle kimyasal mücadele edilmelidir.

Cins: Tenuivirus 4 (-) ssRNA

İnce, ipliğimsi virüslerdir. Sıcak bölgelerde görülür. Graminelerde şiddetli zarar yapar. Tropik ve subtropik bölgelerde mısır ve çeltik zarar yapar. Enfekteli bitki yapraklarında küçük sarı çizgiler meydana getirir. Genç yapraklar sarı beyaza dönüşür. Bitkilerde şiddetli bodurluk ortaya çıkar. Oluşan çiçekler genelde sterildir. Veya hiç meydana gelmez. Partikülleri (-) sense ince ipliğimsidir. Yaprak pire böceklerinde sirkülatif ve propagatif olarak taşınır. Ülkemizde görülmezler. Tip üyesi *rice stripe virus*'tur. Büyüklükleri 290- 2100nm uzunluğunda (*rice stripe virus*)dadır. Vektörün yaşamı boyunca virüs taşınır. Vektörleri kültür ve yabancı otlarda kışlar.

14.KONU:

DNA VİRÜSLERİ

dsDNA

Reverse transkripsiyon yöntemiyle çoğalan bitki virüsleri caulomovirüs içinde yer alır. Genomları dsDNA olmakla birlikte bunlar RNA meydana getirir. mRNA olarak görev yapar ve RNA'nın viral DNA şekline dönüşmesi için gerekli olan proteinleri oluşturur. Dört cins yer alır.

Caulimovirus

1. *Soybean chlorotic mottle virus*
2. *Cassava vein mottle virus-like*
3. *Petunia vein clearing virus-like*
4. *Badnavirus*
5. *Rice tungro virus basiliform virus-like*

Cauliflower mosaic virus (Karnabahar mozaik virüsü)

Gen transferinde kullanılır. Belirtileri yapraklarda mozaik, çiçek tablasında küçülme, üründe zayıf gelişme gösterir. Bitkide floem ve parankima hücrelerinde çoğalır. Hücrelerde viroplasma şeklinde, sitoplazmada çoğalır. *Dahlia mosaic virus, cauliflower mosaic virus, carnation etched ring virus* bu cins içinde yer alır.

Partiküller isometrik 50 nm çapındadır. Genom çok sayıda protein kodlar. 42 K büyüklüğündeki protein simptom şiddeti ve tipini belirler. Afitlerce non persistent taşınır. Çok yıllık bitkilerde kışlar.

Cins: *Badnavirus*

Yapı olarak basit şeklidir. Rhabdovirüslerden (–) olmaları ve membran olması ile ayrılır. 100-300nm uzunluğunda 30 nm çapındadır. Nükleik asit tipi henüz belirlenmemiştir. Başlıca önemli türler **çeltik tungro virus, *Banana***

streak virus, *Cacao swollen shoot virus* önemli ürün kayıplarına neden olur ve unlu bitkilerle semipersistent olarak yayılır.

ssDNA virüsleri

Esas olarak geminiviridae olmak üzere birkaç türü circoviridae familyasında yer almaktadır . circoviridae yuvarlak ssDNA içeren isometrik partiküllere sahiptir. Geminiviridae bir çift partikülden oluşmaktadır.

Fam: Geminiviridae

Dört cinsten oluşur.

Curtovirus: tip üyesi sugar beet curly top virus'dur. İkiz partiküllere sahiptir. Genom 2,6-21,8 kb büyüklüğünde olup yaprak pire böcekleri ike sirkülatif non propagatif olarak taşınır.

Masera virus, tip üyesi **maize streak virus**

Begomovirus tip üyesi *Bean golden mosaic virus* dur. Beyaz sineklerle taşınır. Sadece dikotiledonları enfekte eder. Özellikle Bemisia en etkili vektördür. *Tomato yellow leaf curl virus*, *African cassava mosaic virus* önemli türlerdir.

Topocuvirus: *Tomato pseudo top virus*'dan adını alır. İki kısım ssDNA'dan oluşur. 200 nükleotid büyüklüğündedir. Çok sayıda protein meydana getirirler. Bunlardan birisi örtü protein, replikasyon enzimi ve sonucusu taşınmayı sağlar. Enfekteli bitkilerde %30-100 oranında düşüşe neden olur. Yapraklarda sarı şiddetli mozaik içe doğru kıvrılma ve deformasyon oluşur. Enfekteli bitkilerde bitki kısırlaşır ve verim düşer. Hastalık kültür bitkilerinde ve yabancı otlarda, konukçusu olduğu diğer bitkilerde ve böcek vücudunda kışlar. Mücadelesi oldukça zordur.

CIRCOVİRİDAE TARAFINDAN OLUŞTURULAN VİRÜSLER

Banana bunchy topvirus: Afetlerle non persistent olarak taşınır. Muz yapraklarının küçülmesine adeta bir demet gibi bitkinin üzerinde toplanmasına ve sararmasına neden olur. Muzda zararlıdır. Ayrıca süs bitkilerinde de zarar yapar. Enfekteli bitki materyali ve muz afidi ile taşınır. Tropik bölgelerde zararlıdır.

Ülkemizde geminivirüsler içinde *Tomato yellow leaf curl virus* , seralarda şiddetli zarar yapmaktadır. Yapraklar küçülür, sararır, içe doğru kıvrılır. Domates, fasulye, kabak, şekerpancarında zarar yaparlar. Parlak lekeler, sarı mozaikler oluşturur. Yaprak pireleri ve beyaz sineklerle yayılır. Kültür bitkileri ve yabancı otlarda kışı geçirir. Böceklerde de kışlar. Tespit edildiğinde sökülüp atılmalıdır.

VIROİDLER

Son yıllarda yaklaşık 40 adet hastalığın viroidler tarafından oluşturulduğu ortaya çıkmıştır. Hindistancevizinde cadang cadang hastalığı, patates spindle tuber, citrus exocortis, avacado sun blotch (güneş yanıklığı) bilinen en yaygın viroid hastalıklarıdır.

Viroidler küçük düşük molekül ağırlıklı ribonükleik asitler olup, kendi kendilerine çoğalır ve hastalığa neden olur. Viroidler RNA'nın daha küçük olması (250-370 b) ve kılıf proteinlerinin olmaması ile virüslerden ayrılır. Kısa genom yapıları replikaz enzim proteinlerinin sentezi için dahi yeterli değildir. Viroidler tek sarmal yuvarlak yapıda RNA molekülleri olup molekül yapıları saç tokasına benzer. Çift sarmal benzeri yapıda 5 değişken bölgesi bulunur. Sağ ve sol uç bölgeleri, patojenisite bölgesi, korunmuş bölge ve değişken bölge. Uç ve patojenisite bölgeleri simptomların şiddetinden sorumludur. Diğer bölgelerin işlevi henüz tam olarak belirlenmemiştir. Akronim yazılımları **Vd** şeklinde olmaktadır.

Viroid Taksonomisi

Viroidler korumalı merkez bölgenin olup olmamasına göre sınıflandırılırlar.

ASBVd grup veya Avsunviroids

Avsunviroideae

Avsunviroid

Avacado sunblotch viroid

Pelamoviroid

Chrysanthemum chlorotic mottle viroid

Peach latent mosaic viroid

PSTVd grup veya Pospiviroids

Pospiviroideae

Pospiviroid alt grubu

Potato spindle tuber viroid

Chrysanthemum stunt viroid

Apscaviroid alt grubu

Apple scar skin viroid

Apple dimple fruit viroid

Cocadviroid alt grubu

Coconut cadang cadang viroid

Coleviroid alt grubu

Coleus blumei viroid

Hostuviroid alt grubu

Hop stunt viroid

Unassigned viroids

Apple fruit crinkle viroid

Viroidlerin kendi başına nasıl çoğaldıkları henüz bilinmemektedir. Oldukça küçük bir proteinin kodlayacak büyüklüktedir. Ancak viridlerin mRNA olarak inaktif oldukları belirlenmiştir. Viroid replikasyonu sırsında yuvarlak (+) iplik yuvarlanan bir davul gibi çoğalır. Ve (-) RNA iplikçliğini oluşturur. Bu iplikçik aynene (+9) sarmalı oluşturmak amacıyla model görevi görür. U sayede çok sayıda + sarmal oluşur.

Viroidlerin nasıl hastalığa neden oldukları çok fazla bilinmemektedir. Viriodler hastalıklı bitkiden sağlam bitkiye mekanik olara yani ellere bulaşan özsu, çoğaltma ve kültürel faaliyetlerde kullanılan aletler ve vegetatif üretim materyaliyle çoğalır. Örneğin *chrysanthemum stunt patota viroid* özsu ile kolaylıkla çoğalırken *citrus exocortis viroidi* özsu ile zor yayılır. Bazı viroidler

örneğin *potato spindle tuber*, *apple scar skin*, polen ve tohumla da taşınır ancak taşınma yüzdesi düşüktür. Viroidlerin böcek vektörleri bilinmemektedir. Ancak ağız parçalarıyla yayıldıkları düşünülmektedir. Mücadelesinde viroid ile bulaşık bitkiyi ortadan kaldırılmalı elleri sık sık yıkamak ve viroid enfekteli bitkide kullanılan aletleri çalışma sonrası steril etmek en önemli alınacak önlemlerdir.

Citrus exocortis viroid

Üç yapraklı portakalları mandarin limon ve turuncu enfekte eder. Bitkinin boyunda ve gelişmesinde gerileme görülür. Ürün %40 azalır. Enfekteli bitkilerde kabuk üzerinde dar dikey ince çizgiler meydana gelir. Ve kabuk çatlamış gibi görünür. Genç gövdelerde sarı lekeler ortaya çıkar yapraklarda ise şiddetli içe doğru kıvrılma gözlenir. Yaprak damarları koyulaşır. Molekül ağırlığı 371 nükleotid uzunluğundadır. Budama makasları, aşılama aletleri, eller ile bulaşır. Küsküt ve özsu ile de taşındığı tespit edilmiştir. Bulaşık bıçaklarda 8 gün canlılığını koruduğu belirlenmiştir. Viroid ısı ile inaktivasyona karşı oldukça dayanıklıdır. Ayrıca sodyum hipoklorit ve RNAase dışındaki tüm kimyasal maddelere karşı dirençlidir. Etrog sitron üzerine aşılanarak birkaç ay içinde belirlenir. Ayrıca moleküler hibridizasyon teknikleri ve PCR ile saptanır.

VİRÜS HASTALIKLARI İLE MÜCADELE

Kültürel önlemler

Virüsün negatif etkilerini önlemek azaltmak için

1. Virüs kaynağını ortadan kaldırmak,
2. Bitkiden virüsü elemine etmek
3. Vektör kontrolü
4. Dayanıklı çeşit kullanmak gerekir.

Bitkisel virüslerle henüz etkin bir kimyasal mücadele mevcut değildir.

1. Virüs kaynakları

Yabancıotlar, diğer kültür bitkileri, döküntü ve bitki artıkları, aletler, insanlar,tohum, enfekteli üretim materyali.....

Yabancıotlar : Kültür bitkileri çevresindeki ve içindeki yabancı otlar gerek virüs gerekse virüsün vektörleri açısından barınma yeri oluşturur. Virüsün enfekteli yabancı otların kültür bitkileri içinde bulunması etmenin sağlıklı bitkilere bulaşma miktarını artırır. Bazı patojenler yabancı otların tohumunda da mevcuttur. Örnek *CMV stelleria mella* isimli tek yıllık yabancı otların tohumlarıyla yayılabilir. Baklagil ve kabakgil virüs hastalıkları için çok yıllık yabancı otlarda kaynak oluşturabilir. Hastalıklar aynı kültür bitkileri ekilmiş diğer tarlalarda veya uzak tarlalarda etkin vektör tarafından getirilebilir. Bir başka olasılıkta virüsün bir türden diğer bir türe geçmesi şeklindedir. Örneğin arpada *barley yellow dwarf virus* kırmızı taş yoncasından fasulyelere bulaşabilir.

Döküntü ve bitki artıkları: Hasat sırasında bir kısım patates tarlada kalır. Bunlar gelecek yıl enfeksiyon kaynağını oluşturur.

Aletler : Sodium hipoklorit ile muamele edilmelidir. ¼ oranında seyreltilerek kullanılır.

Tohum: Yüzeyde taşınıyorsa yüzeysel ilaçlanmalıdır. Embriyo ve ya endosperm ile taşınarlarda etkin bir yol değildir. Isı uygulama yapılabilir. Embriyo zarar görmemelidir. 35-54 derece sıcak su içinde birkaç dakika veya saat batırılarak yüzey patojenleri inaktif edilir. Fidancılıktan kaynaklı bir bulaşma söz konusu ise 37-40 derecedeki screen house'larda 4-6 hafta tutularak fidandan virüs elemine edilir.

2. Enfekteli bitkilerden virüslerin temizlenmesi

Kemoterapi

Termoterapi

Meristem kültürü

Virüsten ari anaç üretimi ve bunlardan üretim yapma amacıyla uygulanır.

Kemoterapi: Isı vegetatif parçalarada uygulanabilir. Buna termoterapi denir. Geçmişteki çalışmalarda orta düzeyde başarı sağlanmıştır. 2- thiouracil ve 8-

azoguanin RNA'da bu nükleotidleri parçalayarak RNA'nın yapısını bozan maddelerdir. Bunlar bitkide hücrel nukleik asit mekanizmasını da olumsuz yönde etkilemiştir. Bu nedenle kullanılmamaktadır. Anti metabolik nukleik analogu olan virazole (riboviris) virus replikasyonunu bloke etmekte, virüsün bitki dokusun içinde eradikasyonunu sağlamaktadır.

Doku kültürünün de yonca ve hıyar mosaik virüsünün konsantrasyonun azalttığı belirlenmiştir. Virüs hastalıklarının mücadelesinde en uygun yöntem karantina önlemleri, serifikasyon ve gözlemlerle sürekli olarak tarım alanının gözlem altına alınması sayesinde gerçekleşir. Bazı konukçularda virüsün tümüyle simptomsuz olması, inokulasyon sonra bir inkübasyon süresinin geçmesi karantina çalışmalarını zorlaştırmakta bazen de etkisiz hale getirmektedir. Hastalıklı bitkinin tarladan eradikasyonu hastalığı önlemeye yardımcı olur.

3. Vektör mücadelesi

Ayrıca vektörler ile yapılan mücadele bitkileri çeşitli virüs saldırısına karşı korur. Vektör mücadelesi ve yabancı otların uzaklaştırılması virüs hastalıklarının önlenmesinde önemlidir. Ancak nematodlar ile taşınan virüslerin önlenmesinde toprak fumigasyonu önemlidir. Her şeyden önemlisi temiz virüsten ari tohum yumru aşı gözü kullanılmalı ve bunlar böcek vektöründen de korunmalıdır. Fidanlıklarda anaç bitkiler periyodik olarak indekslenmeli ve bulaşık olanlar ortamdaki uzaklaştırılmalıdır. İndekslemede ELİSA ile birlikte moleküler tekniklerinde kullanılmasında yarar vardır.

4. Dayanıklı çeşit ıslahı

ZIT KORUNMA (CROSS PROTECTION)

Bir bitkiye herhangi bir virüsün virülansı düşük ırkları verilerek virülansı yüksek ırklarından o bitki türünü korumaya yönelik olarak yapılan çalışmalardır. Ülkemizde seralarda yetişen kabakları ZYMV enfeksiyonundan korumak amacıyla zıt koruma çalışması yapılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Son 10 yılda virüs hastalıklarının engellenmesinde patojene bağlı dayanıklılık çalışmaları hız kazanmıştır. Ülkemizde ve dünyada henüz kullanımı yasak

olmasına rağmen virüslere karşı dayanıklılık çalışmaları hızla gerçekleşmekte ve bunun karşılığında transgenik bitkiler üretilmiştir.

Son dönemlerde gen susturulması çalışmaları ile virüs hastalıkları engellenmeye çalışılmaktadır. Bu yöntemde homolog sekanslara veya küçük inhibitör özelliği olan RNA parçacıkları bitki içine verilerek virüsün o bitki içinde çoğalması engellenmektedir. Bu konuda tüm dünyada yaygın çalışmalar hız kazanmaktadır.

Bitki patojeni virüslerin mücadelesinde etkin bir kimyasal (virisid) mevcut değildir. Ribavirinin sprey ve enjeksiyon şeklinde uygulamaları virüsün gelişimini geriletmiştir. Gelişme düzenleyici bileşikler, örneğin giberellik asit uygulamaları, bodurlaşan bitkilerde bodurlaşmayı geriletmiş ve yan tomurcuk ve dalların virüs enfekteli bitkilerde gelişmesini sağlamıştır. Malahit yeşili boyası nikotinic asit, IAA, 2-4 D, çeşitli mineral tuzlar virüs repikasyonuna engel olur. Süt ve süt eksrakları, biber, karanfil eksraktı da virüs replikasyonuna engel olmaktadır.

Yararlanılan Kaynaklar:

- Agrios, N. G. 2005. Plant Pathology, Fifth Edition. Academic Press London, Boston. 922 p.
- Foster, G. D. And S.C.Taylor. 1998. Plant Virology Protocols, From Virus Isolation to Transgenic Resistance. Humana Press, 571 p.
- Hull, R. 2002. Matthew's Plant Virology Fourth Edition. Academic Press, London, Boston. 1001 p.
- Laimer, M. 2003. Detection and Elimination of Viruses and Phytoplasmas from Pome and Stone Fruit Trees. Horticultural Reviews Volume: 28, 187-236.
- Erdiller, G. 1999. Bitki Virolojisi KONU Notları (Yayınlanmamış)
- Ertunç, F. 1990. Bitkisel Rhabdovirusler . Aydınlar Matbaası , 36 p.
- Khan, J. A. and J. Dijkstra, 2002. Plant Viruses as Molecular Pathogens. Food Product Press. 537 p.
- Haddi, A; R.K.Khetarpal and H. Konegawa. 1998. Plant Virus Disease Control APS Press, 684 p.