

## 7.KONU

### BİTKİ PATOJENİ VİRÜSLER

#### Virüslerin Yapısı

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.

#### Virüslerin Genel Özellikleri

1. Virüs sadece insan hayvan ve bitki hücrelerinde çoğalabilen ve hastalık yapma yeteneğine sahip nükleoproteinlerdir.
2. Virüsler bakterilerin geçemediği filitrelerden geçer.
3. Obligat parazittirler. Sadece canlı hücrede çoğalır. Ölü dokularda gelişmezler.
4. Işık mikroskobu ile görülmeyip sadece elektron mikroskobunda gözlemlenebilirler.
5. Bitki dokusuna yaralardan giriş yaparlar. Bu yara mekanik olabildiği gibi böcek ve nematod emgisi ile açılan yaralarda olabilir.

Virüsler yapısal olarak değişik şekillerdedir. Yuvarlak, çubuk, bükülebilir iplik, ikiz partikül ve mermi şeklinde farklı yapılara sahiptirler. Yapısı eksiksiz olan virüslere **virion** adı verilir. Çubuk şeklindeki virüslerin en tanınmış Tütün Mozaik Virüsü (*Tobacco Mosaic virus*) (TMV), küresel şeklindeki virüslerin en tanınmış Hıyar Mozaik Virüsü (*Cucumber Mosaic virus*) (CMV)'dur.

#### Virüs Konukçuları

Virüsler konukçularda bulunışlarına göre şu gruplara ayrılır.

**Bakterofajlar** = Bakterilere arız olanlar

**Siyonafajlar** = Mavi yeşil algelere arız olanlar

**Fitofajlar** = Çiçekli ve tohumlu bitkilere arız olanlar

**Zoofajlar** = insan ve hayvanlarda enfeksiyon oluşturanlar

**Arthropodafajlar** = Böceklere patojen olan virüsler

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. Virüslerin adlandırılmasında İngilizce adları esas olarak alınır. Ancak Türkçeye'de aynen tercüme edilerek Türkçe adları da mevcuttur.

#### Bitki Patojeni Virüslerin Oluşturduğu Belirtiler

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

Bitkilerin anatomik yapısı içindeki fizyolojik olayların seyri normalden uzaklaşınca hastalık başlar. Simptomlar bitkilerde belli belirsiz şekillerde ölüme kadar değişir. Bazı enfeksiyonlarda ise hiçbir semptom gelişimi gözlenmez. Bu tür enfeksiyonlara **latent enfeksiyon** adı verilir.

**Semptomların oluşumunu kontrol eden faktörler;**

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

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

Bitkilerde virüsler nedeniyle ortaya çıkan semptomlar;

**a. Makroskobik**

**b. Mikroskobik** olarak ikiye ayrılır.

**Makroskobik (dış) semptomlar**

Viral enfeksiyonların isimlendirilmeleri bu 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) semptomlar;

I. **Primer (lokal)**

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

**I.Primer (lokal) semptomlar:** Bitkilere virüs bulaşmasından 24 - 200 saat sonra virüs-konukçu bitki ilişkisine göre çok küçük, toplu iğne başı büyüklüğünde yuvarlak klorotik (sararma) lekeler veya kahve rengi-siyah nekrotik lekeler meydana gelir. Bunlar lokal lekeler olarak tanımlanır. İki şekilde gözlenir. Birinci tip primer semptomlar virüslerin aşılındıkları yerde meydana gelen belirtilerdir. Bunlar nekrotik ve ya klorotik lokal lekeler olabilir. İkinci tip semptomlar ise damarlarda renk açılması (vein yellowing) şeklindedir. Bu tip semptom bitkide sistemik enfeksiyon geliştikten sonra kaybolur.

**II.Sekonder semptomlar (sistemik);** Bunlar değişkendir. Sekonder olarak gelişir. Damarlarda renk açılması semptomu kaybolduktan sonra ortaya çıkar ve akut veya kronik fazda gelişir. Akut fazda bazen bitkiyi kurutur veya öldürür. Bazen de sadece verim düşüklüğüne neden olur. Sekonder semptomlar 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 semptomlar, oluştukları bölgeye göre sınıflandırılırlar.

1. Yaprak Ve Yeşil Aksam Semptomları
2. Gövde Ve Kök Semptomları

3. Çiçek Simptomları
4. Meyve Simptomları

### Yaprak ve Yeşil Aksam Simptomları

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

Tipik olarak mozaik belirtisinde yapraklarda koyu ve açık yeşil sarı bölgeler, genellikle köşeli ve damarlarda sınırlı haldedir. En bariz olarak *Abutilon mosaic virus*'unda görülmektedir. Monokotiledonlarda mozaik belirtisi yaprak ana damarına paralel çizgiler şeklindedir. Örneğin arpa çizgi virüsü (*Barley streak virus*), buğday çizgi mozaik virüsü (*Wheat streak mosaic virus*). Bazı virüsler örneğin 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 olurlar. Bazı enfeksiyonlarda hastalık nedeniyle antosiyanin miktarı artmakta ve yaprak kırmızılaşıp mor rengi almaktadır. Örneğin bağlarda leaf roll 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.

### Gövde ve Kök Simptomları

Gövdeler yapraklara benzer şekilde **benek, çizgi ve nokta** simptomları oluşturur. Nekrotik bölgeler gövdede görülür. 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.

### Çiçek Simptomları

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

### Meyve Simptomları

Virüs enfeksiyonu sonucunda meyvelerde düzensiz gelişme olur. Meyve normal rengini alamaz ve şekil bozukluğuna neden olur. Bağlarda düzensiz salkım gelişimi saptanır. Turunçgil meyveleri gelişemez. Sarımsı yeşilimsi renkte olur. Simetri bozulur. Bağlarda fanleaf enfeksiyonu sonucu boncuklanma görülür. Aşırı şekilde meyve dökümüne neden olur. Meyvelerin asiditesi artar. PPV erik ve kayısıda şeftalide lekeler meydana getirir.

### Anatomik Değişiklikler

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

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

Yapraklarda mozaik ve sarılık sptomlarında parankima hücrelerinin sayısı azalır, hücreler küçülür ve birkaç kloroplast ihtiva eder. Sararan bölgelerden kesit alındığında hücreler arasındaki boşlukların az sayıda olduğu ve ya hiç olmadığı görülmektedir. Yaprakların koyu yeşil bölgeleri normal olarak gelişir.

Damarlara komşu hücrelerin büyümesi “hypertrophy” 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 kıvrıcılığında 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. Odunsu bitkilerde kambium virüs tarafından etkilenebilir. Örneğin turunçgil tristeza virüsünde özellikle aşu 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.

### **Sitolojik (hücre boyutunda) değişmeler**

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

#### **1. Çekirdek ile ilgili değişmeler**

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 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 küçük ve yassılaştırmaktadır.

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

#### **3. Mitokondriyal değişimler**

Mitokondriyer enerji metabolizmasının gerçekleştiği organellerdir. Hücrelerin virüs ile enfeksiyonu sonucu mitokondriyelerde dejenerasyon meydana gelir. Ve sağlam mitokondriyelerde parçalanmış olanlar bir arada toplanır. Zamanla bu kümeler büyüyerek mitokondriyeler içinde nükleik asite benzer iplikli materyal içeren küçük keseler ile dolu hale gelir. Keseler virüs enfeksiyonun başlaması ile birlikte ortaya çıkar.

### **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 bulunuş yerlerine göre **Çekirdek** ve **Sitoplazmik inclusionlar** olarak ikiye ayrılır.

#### ▪ **Çekirdek inclusionlar**

Bunlar çekirdekçikte ve çekirdek membranında meydana gelirler. Şekilsiz yuvarlak ve kristal yapıdadırlar. Bu inclusionlar genellikle 0,2-3µm bulunur.

#### ▪ **Sitoplazmik inclusionlar**

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. Virüs partiküllerinin yanı sıra da hücre içeriğinde inclusionlar içinde olduğu tespit edilmiştir. Bu oluşumlarda virüs istenmeyen dış şartlara karşı kendini korumaktadır.

KOPYALANMAYINIZ