

### 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. iek Simptomları
4. Meyve Simptomları

## 1. YAPRAK VE YEŞİL AKSAM SİMPТОMLARI

Genellikle bu sipmtomlar yapraklarda renk deęiŐimi ile ortaya çıkar. Buna esas olarak belirtiler **mozaik, beneklenme, sararma, damar bantlaŐması, halkalı leke, meŐe yaprağı formu ve enasyon** Şeklinde görülmektedir.

Tipik olarak mozaik belirtisinde yapraklarda koyu ve açık yeşil sarı bölgeler, genellikle köŐeli 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*) gibi. Bazı virüsler, rneęin 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 kırmızılaŐıp mor rengi almaktadır. Örneğin bağlarda **leafroll** hastalıkları, arpalarda **arpa sarı cücelik virüsü v.b.**

Bazı belirtiler halkalı leke Şeklinde, bazıları meŐe 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 görülür. İletim demetleri nekrozu, sürgünlerin kuruması ve solmasına neden olur. Bağlarda fanleaf hastalığıında

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