



## Bitki Patojeni Virüsler

**BİTKİ VIRÜSLERİ GİRİŞ** Virus kelimesi zehir veya kokmuş anlamında kullanılmaktadır. Bitki virus hastalıkları çok eski zamanlardan beri mevcut olmakla beraber ilk defa 1886 yılında Hollandalı A.MAYER tarafından hastalık amili olarak ortaya çıkarılmış ve Tütün Mozaik Virüsü' nun hastalık yapma kabiliyeti ispat edilmiştir.

Daha sonra 1935 yılında STANLEY Amerika' da Tütün Mozayik Virusu'nu kristaller halinde elde etmiştir. 1940 yılında elektron mikroskobunun geliştirilmesiyle virüsleri görmek ve üzerlerinde daha geniş araştırmalar yapmak mümkün olmuştur. Bu konuda yapılan çalışmalar virüslerin tanımına açıklık getirmiştir Bugün virüsler; - Ultramikroskopik partiküller olup enleri 200 nm den büyük olmayan, - İki tip nükleik asitten yalnızca birini içeren (RNA veya DNA), - Patojenik ırklar oluşturabilme yeteneğine sahip, - Hiçbir zaman canlı bir organizma karakteri göstermeyen (hücre organizasyonuna sahip olmayan), - Konukçu hücreleri içerisinde biyokimyasal olarak çoğalabilen, - Obligat parazit özellikte canlılar olarak bilinmektedirler. Virüsler tüm dünyada ekonomik olarak yetiştirilen birçok üründe önemli zararlara neden olmaktadır. Virüslerin oluşturduğu toplam zarara ait kesin rakamlar olmamakla birlikte bazı farklı ürünlerde virüsler nedeni ile oluşan zarar ve kayıplar ile ilgili tahmini veriler mevcuttur.

Örneğin Turunçgil Tristeza Virusu nedeni ile tüm dünyada 9 milyon sterlin ile 24 milyon sterlin arasında kayıp oluşmaktadır. Patates X Virusu, Patates Y Virusu ve Patates Yaprak Kıvrıcılık Virusu' nun enfeksiyonları sonucu İngiltere' de yıllık kayıp 30-50 milyon sterlin olarak tahmin edilmektedir. Bu kayıpları azaltmak, virüsleri kontrol altına alabilmek için tüm dünyada bitki virüsleri alanında çalışan araştırmacılar yoğun çaba sarf etmektedir. Ancak günümüze kadar fungal ve bakteriyel hastalıklarda olduğu gibi virüsleri kontrol edebilecek herhangi bir kimyasal bulunamamıştır.

### 1. VIRUSLARIN KİMYASAL YAPISI:

Virus partiküllerinin genetik materyali nükleik asit olup bunu bir protein kılıfı veya lipoprotein kabuğu sarmaktadır. Enfeksiyondan sorumlu olan kısım nükleik asittir. Protein kılıfı ise koruyucu tabaka olarak virusun canlılığının devamını sağlamaktadır. Nükleik asit kısmı baz ( purin, pyrimidin), şeker, (Riboz veya Deoksiriboz) ve fosfat bağıni içermektedir. Virüslerin protein kısmı kapsid olarak adlandırılır. Kapsid protein alt birimlerinden oluşmuş olup bu alt birimlere ise "kapsomer" adı verilir. Virüslerin proteinlerini oluşturan aminoasitlerin diziliş şekilleri son yıllarda teşhiste büyük rol oynamaktadır. Bazı virüsler lipid yapısında olup çeşitli enzimlere sahiptirler. Bu enzimlerden bazıları konukçu hücrelerine dahil olduktan sonra virus partiküllerinin sentezi için kullanılmaktadır.

### 2. VIRUSLARIN MORFOLOJİSİ:

Virüsler sadece elektron mikroskobu ile görülebilmektedirler. Virüsler morfolojik olarak 3 grupta toplanırlar.

#### 2.1. Çubuk Şeklinde Olanlar:

Bu grupta bulunan virüsler düzgün çubuk şeklinde olanlar (rijit) ve esnek çubuk şeklinde olanlar (flexible) olmak üzere iki tip morfolojik yapı gösterirler. Düzgün



çubuk şeklindeki virüslere örnek olarak Tütün Mozaik Virüsü, Patates Mop Top Virüsü ve Şekerpancarı Nekrotik Sarı Damar Virüsü'nu verebiliriz. Patates Y Virüsü, Erik Şarka Virüsü, Fasülye Adi Mozaik Virüsü gibi virüsler ise esnek çubuk şeklindedirler.

## **2.2. Yuvarlak Şekilde Olanlar (Polyhedral-Çok yüzlü) :**

Bu gruba dahil olan virüsler, kristal formunda prizma benzeri birçok parçanın bir araya gelmesiyle yuvarlak şekil alan virüslardır. Bu gruptaki virüslardan bazıları Hıyar Mozaik Virüsü, Börülce Mozaik Virüsü, Domates Lekeli Solgunluk Virüsü' dur.

## **2.3. Mermi Şeklinde Olanlar :**

Bu gruba dahil olan virüsler çok az sayıda olup protein kılıfının etrafında lipid membran içerebilirler. Mermi şeklindeki virüslere örnek olarak Yonca Mozaik Virüsü ve Mısır Cücelik Virüsü verilebilir.

## **3. VİRUSLARIN ÇOĞALMASI:**

Virüslerin çoğalması diğer canlılardan farklılık göstermektedir. Virüslerin çoğalabilmeleri için mutlak suretle canlı hücreye ihtiyaç vardır. Virüslerin cansız materyal üzerinde üretimi henüz mümkün olmamıştır. Virüsler kendi kendini sentezleyip yenileyebilmektedirler. Virüslerin bu şekilde çoğalması olayına "replikasyon" denilmektedir. Replikasyon, transkripsiyon ve translasyon olmak üzere iki safhada gerçekleşmektedir. Transkripsiyon Safhası: Nükleik asitin bir yenisinin oluşturulması olayına "transkripsiyon" denilmektedir. Virüs hücre ile temasa geçtiğinde protein kılıf nükleik asitten ayrılır ve replikaz enzimi yardımı ile RNA' nın kopyası oluşturulur.

RNA virüslerinde transkripsiyon safhası stoplazmada gerçekleşir. DNA virüslerinde ise protein kılıfından ayrılarak hücre içerisine giren nükleik asit ilk olarak hücre çekirdeğine göç eder. Sonra polimeraz enzimi yardımı ile DNA' nın kopyası yapılır. Kopyalanan DNA' lar stoplazmaya geçiş yaparlar. Translasyon Safhası: Virüs partikülleri için gerekli olan proteinlerin sentezlenmesi olayına translasyon denilmektedir. Hücre içersinde sentezlenen virüs RNA' sını mRNA görevini üstlenerek bitki hücresine ait ribozomlarda virüs partikülleri için gerekli protein alt ünitelerini sentezler. Sentezlenen protein alt üniteleri daha sonra nükleik asit etrafında birikerek yeni virüs partikülleri oluşturulur. DNA virüslerinde ise stoplazmaya geçiş yapan DNA' lar RNA virüslerinde olduğu gibi bitkinin ribozomlarını kullanarak protein kılıfını oluştururlar. Bu iki safha sonucunda oluşan virüs partikülleri enfeksiyon oluşturmak üzere plazmodesmatolar aracılığı ile komşu hücrelere, oradan da iletim sistemine geçiş yaparak çoğalmalarını devam ettirirler. İletim sistemine geçene kadar yavaş olan çoğalma hızları iletim sistemine ulaştıklarında artış göstermektedir. Virüslerin çoğalmaları genç bitkilerde yaşlı bitkilere oranla daha hızlı olmaktadır

## **4. VİRUSLARIN YAYILMA YOLLARI:**

Diğer hastalık etmenleri gibi bitki virüsleri için de yayılma problemi oldukça önemli olarak karşımıza çıkmaktadır. Virüslerin yayılma imkanlarını birkaç grupta toplayabiliriz.

### **4.1. Mekaniksel Yayılma:**



Bilinen bitki viruslarının çoğu özellikle tek yıllık bitkilerde enfeksiyon yapan viruslar, mekaniksel olarak yayılabilen viruslardır. Mekanik yolla yayılmanın birçok tipleri vardır. Bunlardan birincisi rüzgar yolu ile bitki yapraklarının teması suretiyle virusların yayılmasıdır. Örneğin Patates X Virusu bu yolla çok iyi yayılabilmektedir. Bitkilere uygulanan kültürel işlemler esnasında bulaşma olabilmektedir. Bu tür bulaşma insan eliyle, elbiseyle olabildiği gibi alet ve ekipmanlarla da olabilmektedir. Örneğin Patates X Virusu patates işleyenlerin elbiselerinde 6 hafta kalabilmekte ve yayılma imkanı bulmaktadır. Hayvanlar ve böcekler de bitkilerle beslenmeleri esnasında virusla temas etmek suretiyle virusları yaymaktadır. Özellikle böcekler bu konuda çok önemli rol oynamaktadırlar. Mekaniksel olarak yayılabilen viruslar genellikle uzun süre canlılığını yitirmeyen stabilitesi yüksek viruslardır. Bu şekilde taşınan viruslara örnek olarak Tütün Mozayik Virusu, Domates Mozayik Virusu, Hıyar Mozayik Virusu ve Patates Y Virusu' nü gösterebiliriz.

#### **4.2. Tohumla Yayılma:**

Viruslarla bulaşık tohumların enfeksiyonlar için primer inokulum kaynağı olması nedeniyle tohumla yayılma virusların epidemiyolojisinde önemli olmaktadır. Özellikle konukçu çevresi çok dar olan virusların olumsuz koşullarda canlılıklarını sürdürebilmeleri, toprakta kalan tohumlar sayesinde olabilmektedir. Örneğin Fasülye Adi Mozayik Virusu sadece fasülye, bakla ve börülce bitkilerini enfekte etmektedir. Bu nedenle hastalığın yayılması hasat sonrası tarlada kalan enfekteli tohumlar, bitki artıkları ve bulaşık tohum ekimi ile olmaktadır. Viruslar tohumun kabuğunda, endospermde veya embriyosunda bulunmaktadır. Özellikle bitkinin çiçeklenme dönemi öncesi enfekte olması, virusun iletim dokuları yolu ile tohuma kadar ulaşmasına neden olmaktadır. Virus hastalığına yakalanmış olan bir bitkiden elde edilen tohumların hepsi viruslarla bulaşık olmamaktadır. Bulaşıklık oranı bitki türüne ve çeşidine göre değişmektedir. Örneğin Hıyar Mozayik Virusu' nun domateste tohuma bulaşma oranı % 0.2 iken fasülyede bu oran % 7' dir. Bazı viruslar kültür bitkileri dışında yabancı ot tohumları ile de taşınabilme özelliğindedirler. Örneğin Hıyar Mozayik Virusu, hıyar tohumlarında çok az oranda bulunmasına rağmen, *Stelleria media* tohumlarında % 20 oranında bulunmaktadır.

#### **4.3. Aşı Yolu İle Yayılma:**

Bahçecilikte değişik aşılama metodları yaygın olarak kullanılmaktadır. Aşılmalarda viruslarla bulaşık olan herhangi bir aşı materyali kullanıldığı zaman, aşılanan bitkiye de virus bulaşmaktadır. Elma Mozayik Virusu, Turunçgil Tristeza Virusu ve Erik Sharka Virusu gibi çok yıllık bitkilerde enfeksiyon yapan birçok viruslar bu yolla yayılma imkanı bulmaktadırlar.

#### **4.4. Küskütle Yayılma:**

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

#### **4.5. Vegetatif Çoğalma Materyali İle Yayılma:**

Viruslar tarafından enfekte edilmiş olan bir bitkiden elde edilen rhizom, stolon ve çelik gibi üretim materyalleri viruslarla bulaşık olmaktadır. Bu üretim



materyallerinden elde edilen yeni bitkiler de virus enfeksiyonuna maruz kalmaktadırlar. Özellikle patateslerde Patates Y Virusu, Patates X Virusu ve Patates Yaprak Kıvrıcıklık Virusu gibi birçok virüsler, enfekteli yumruların üretim materyali olarak kullanılması sonucu kısa sürede yayılma imkanı bulabilmektedirler.

#### **4.6. Toprakla Yayılma:**

Bazı virüsler toprakta bulunabilirler ve herhangi bir aracı olmadan bitkilere bulaşabilirler. Bu tip virüsler genellikle bitki köklerinde çok yüksek konsantrasyona ulaşabilen ve canlılığını uzun süre yitirmeyen virüslardır. Bu şekilde taşınan çok az sayıda virus tespit edilmiştir. Bunlardan en önemlileri Tütün Mozayik Virusu, Patates X Virusu ve Domates Mozayik Virusu' dur.

#### **4.7. Vektörlerle Yayılma:**

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 İncekta sınıfı (böcekler) içersinde yer almaktadır.

##### **4.7.1. Böcekler İle Yayılma:**

Böcekler içersinde en önemli vektörler ise Homoptera takımı içersinde yer almaktadır. Özellikle Aphididae, Cicadellidae ve Aleyrodidae familyalarına bağlı türler önemli virus hastalıklarının yayılmasında çok büyük rol oynamaktadır. Coleoptera takımı ise Homoptera takımından sonra en önemli vektör takımı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu takım içersinde en önemli vektörler Thysanoptera, Orthoptera, Diptera ve Lepidoptera familyasına bağlı türlerdir. Bitki patojeni virüslerin böceklerle nakil yolları iki türlü olmaktadır. a-Non-Persistent Taşınma (Mekaniksel Taşınma): Bu tip taşınmada böcekler tarafından besin almak için bitkide yapılan en basit işlem ile virus böcek tarafından alınmakta ve sağlıklı bitkide beslenirken virus bitkilere nakledilmektedir. Bu yolla taşınan virüsler genellikle bitkinin epidermis hücrelerinde bulunmaktadırlar. Bu gurup virüsler sokucu-emici ve çiğneyici ağız yapısına sahip böceklerle nakledilebilirler. Virus çok kısa bir beslenme periyodu ile alınıp bulaştırılmakta ve virus vektör bünyesine geçmemektedir. Bu nedenle virüsün bulunduğu yerde ( stylet, ağız parçaları vs.) inaktif hale geçmesi söz konusu olmaktadır.

Patates Y Virusu, Hıyar Mozayik Virusu, Fasülye Adi Mozayik Virusu, Fasülye Sarı Mozayik Virusu gibi birçok virus bu yolla taşınmaktadır. b- Persistent Taşınma (Biyolojik Taşınma): Bu tip taşınmada vektör bitkide daha uzun süre beslenmektedir. Bazen 20 dk bazen ise 24 saat gibi uzun bir beslenme periyodu sonucunda virus kazanılmaktadır. Vektör tarafından alınan virus sindirim sisteminden vücut boşluğuna, oradan da tükürük bezlerine geçerek buraya yerleşmektedir. Vücut içersinde bu yolları takip eden virus latent durumdadır. Alınan virüsün vektör tarafından sağlam bitkiye nakledilmesi için bu latent periyodu geçmesi gerekmektedir. Latent periyot süresi virus türlerine göre değişmektedir. Bazen 12-24 saat bazen de günler alabilmektedir. Persistent taşınan virüsler genellikle floem dokusunda bulunmaktadırlar. Arpa Sarı Cücelik Virusu, Şekerpancarı Tepe Kıvrıcıklık Virusu ve Bezelye Enasyon Virusu gibi virüsler bu yolla taşınmaktadırlar. c-Semi-



Persistent Taşınma: Bu tip taşınma ne tam mekaniksel ne de tam biyolojik olmaktadır. İkisi arasında bir özellik gösteren taşınma şeklidir. Bu yolla taşınan virüsler floem veya floemin etrafındaki hücrelerde bulunmaktadır. Latent periyot mevcut olmasına karşın virüs vektör bünyesinde sirkülatif olmamaktadır. Bu yolla taşınan virüslardan bazıları Pancar Sarılık Virüsü, Turunçgil Tristeza Virüsü ve Patates Yaprak Kıvrıcılık Virüsü' dür.

#### **4.7.2. Nematodlarla Yayılma:**

Nematodlar virüs vektörü olarak son zamanlarda çok fazla önem kazanmaya başlamıştır. Daha önce toprakla yayıldığı sanılan bazı virüslerin bugün aslında nematodlarla yayıldığı anlaşılmıştır. Nematodlardan Dorylamida takımına bağlı türler virüs vektörü olarak bilinmektedirler. Bu takıma bağlı *Trichodorus* ve *Paratrachodorus* gurubundaki nematodlar bitkilerin epidermis hücrelerinde beslenmeleri esnasında virüsü almaktadırlar. Bu gruptaki nematodlar genellikle çubuk şeklindeki virüslerin vektörüdürler. Tütün Rottle Virüsü' nun bu gruptaki nematodlar tarafından nakledildiği bilinmektedir. *Xiphinema* ve *Longidorus* cinsleri ise bir çok virüsü yaymaktadırlar. İletim demetlerinde beslenmeleri esnasında virüsü almaktadırlar. Ve genellikle çok yüzlü (multi partiküllü) virüslerin vektörleridirler. *Xiphinema americanum* Domates Halka Leke Virüsü Virüsü'nu, *Xiphinema* indeks Asma Kısa Boğum Virüsü'nu, *Longidorus atteniatum* Domates Siyah Halka Virüsü'nu, *Longidorus elangatus* ise Ahududu Halka Leke Virüsü'nu nakletmektedir.

#### **4.7.3. Funguslarla Yayılma:**

Virüslerin yayılmasında rol oynayan fungusların çoğu toprak kökenlidirler. Vektör olarak görev yapan funguslar Plasmodiophorales ve Chytridiales takımına bağlıdır. Her iki takıma bağlı funguslar da zoospor oluşturma yeteneğindedirler. Plasmodiophorales takımına bağlı *Polymxa* ve *Spongospora* cinsleri daha çok çubuk ve iplikli partiküllere sahip virüslerin vektörüdürler. Virüsleri zoosporlarının yüzeyinde ve protoplazması içersinde muhafaza etmektedirler. Bu nedenle zoosporlar dinlenme sporu formuna dönüşse bile virüs kalıcı olmaktadır. Patateslerde Tozlu Uyuz Hastalığı' na neden olan *Spongospora subteranea* Patates Mop-Top Virüsü'nün vektörü olarak görev yapmaktadır. Şekerpancarında Kök çürüklüğünü neden olan *Polymxa betae* Şekerpancarı Nekrotik Sarı Damar Virüsü'nu yaymaktadır. Bu iki etmen şekerpancarında aynı anda bulduklarında *Rhizomonium* hastalığına neden olmaktadır. Chytridiales takımına bağlı funguslardan *Ospidium* cinsi en önemli vektörlerdendir. Bu cinse bağlı funguslar izometrik ve yuvarlak partiküllü virüslerin vektörleridirler. Virüsü zoosporlarının yüzeyinde taşımaktadırlar. Bu nedenle virüsün dinlenme sporlarına aktarımı söz konusu değildir. *Ospidium brassica* Marul İri Damar Virüsü'nün, *Ospidium cucurbitacearum* ise Hıyar Mozayik Virüsü'nün vektörlüğünü yapmaktadır.

## **5. VİRUS HASTALIKLARININ SİMPTOMLARI 5.1. EKSTERNAL SİMPTOMLAR**

### **5.1.1 Lokal Simptomlar:**

Virüsün bitkiye bulaşmasından belli bir süre sonra konukçu bitkinin aşılınmış yaprakları üzerinde toplu iğne başı büyüklünde veya birkaç mm çapa kadar oluşan lekelerdir. Bu lekeler klorotik ve nekrotik olmak üzere iki tiptedirler. Enfekteli hücrelerin pigmentlerini kaybetmesi sonucu oluşan sarımsı renkli lekeler klorotik,



enfekteli hücrelerin ölmesi sonucu oluşan koyu renkli lekeler ise nekrotik lekelerdir. Bitki viruslarının çoğu bu tip lekelerle neden olmaktadır.

### **5.1.2. Sistemik Simptomlar:**

Virusun iletim sistemi vasıtası ile bitki dokularına yayılması sonucu ortalama üç hafta içerisinde oluşan simptomlardır. Çok yıllık bitkilerde bu süre daha uzun olup beş yıl kadar sürebilmektedir.

#### **5.1.2.1. Mozayik Beneklilik ve Bununla İlgili Simptomlar:**

Virus hastalıklarının en çarpıcı simptomlarından birisi mozayik lekelerdir. Mozayik lekeleri yalnızca viruslar oluşturmaktadır. Bitkinin en çok yapraklarında olmak üzere meyve ve çiçeklerinde açık sarı, açık yeşil ve koyu yeşil gibi renklerin yaprağın doğal rengi ile karışması sonucu oluşur. Hıyar Yeşil Benek Mozayik Virüsü gibi bazı viruslar mozayik simptomsu ile birlikte yaprağın iki boyutu yönünde olacak şekilde kabartılara (mottle) sebep olurlar. Mozayik beneklilik sonucu bazen yaprak kenarlarının kıvrılması, simetride değişim meydana gelir. Bazen yaprak ayası o kadar küçülür ki bu suretle iplik biçiminde yapraklar meydana gelir. Bazı viruslar ise bitki yapraklarının damarları boyunca renk açılmalarına (vein clearing) neden olurlar. Yaprak damarlarına bağlı olan diğer bir simptomsu ise damar bantlaşmasıdır. Burada genellikle damarların her iki tarafında renk açılması görülür. Bu renk değişimi yaprağın ana renginden çok açık veya koyu olabilir. Genellikle kısa bir zaman görünen damarlarda renk açılmasının aksine damarlarda bantlaşma devamlıdır.

#### **5.1.2.2. Halkalı Lekeler:**

Virus hastalıklarında sık rastlanılan simptomlardan birisi de halkalı lekelerdir (ring spot). Burada normal yeşil bir merkez etrafında ana renkten başka bir renkte halka veya halkaya benzer şekiller meydana gelir. Hastalığın ilerlemesi ile birlikte halkalar bir meşe yaprağını şekillendiren hatlarla çevrilir.

#### **5.1.2.3. Sarılık:**

Damarlarda rengin açılması ile başlayan belirtiler ileri aşamalarda sarılığa doğru gider. Yapraklarda genel olarak sararma dikkati çeker. Sararma enfeksiyondan dolayı klorofillerin tahrip olması sonucu oluşur. Bazı durumlarda yaprak kenarından yaprak ayasına doğru ilerler. Hastalığın ileri dönemlerinde yapraklar bronzlaşarak kızarabilir. Bitki viruslarının çoğu sarılık simptomsu oluşturmaktadır.

#### **5.1.2.4. Nekrozlar:**

Hücrelerin ölümü sonucu oluşan nekrozlar, en önemli virütik simptomlardandır. Yapraklar üzerinde küçük bir saha, sap ve gövde üzerinde çizgilerden ya da bütün bitkinin ölümüne sebep olan geniş sahalardan ibarettir. Nekrozlar çeşitli dokularda görülebilir. Fakat en çok floemde görülür. Nekrozlar genel olarak (patateslerde olduğu gibi) siyah renklidir. Bazı bitkilerde ise beyaza yakın gri, kahverengi veya kırmızının değişik tonlarında nekrozlara rastlanır. Nekrozlar sonucunda yaprak kaybı meydana gelebilir. Hastalıklı bitki yaprakları normalden önce ölecek gövdede aşağı doğru sarkık biçimde kalabilir. Nekrozlara sebep olan viruslara örnek olarak Tütün Mozayik Virüsü, Patates Y Virüsü ve Patates X Virüsü verilebilir. Bu viruslar meyve ve yapraklarda nekrotik alanlar, sap ta ise nekrotik çizgiler oluştururlar.



#### **5.1.2.5. Yapraklarda Kıvrıcıklık:**

Viruslarla enfekteli bitkilerde yapraklarda aşırı karbonhidrat birikmesi ortaya çıkmaktadır. Patates Yaprak Kıvrıcıklık Virus, Şekerpancarı Tepe Kıvrıcıklık Virus gibi viruslar konukçularında yaprakların kıvrılarak kaşık şeklini almasına neden olmaktadır.

#### **5.1.2.6. Cücelik ( Bodurlaşma):**

Virus hastalığına yakalanmış olan bitkilerin habitusları, organları, şekil ve renkleri normal görünüşte olsa dahi canlılıklarında, gelişmelerinde bir duraklama vardır. Bu nedenle enfekteli bitkiler sağlıklı bitkilerle karşılaştırıldıklarında, boylarının daha kısa olduğu görülür. Örneğin turuncgillerde Tristeza Virus ve şekerpancarında ise Pancar Mozayik Virus bodurlaşmaya neden olmaktadır.

#### **5.1.2.7. Anormal Büyümeler Ve Şekil Bozuklukları:**

Virus hastalıkları sonucunda bitkinin değişik aksamalarında anormal büyümeler ve şekil bozuklukları oluşumu sık rastlanılan bir durumdur. Yaprakların dönmesi virusların oluşturduğu yaygın belirtilerdendir ve bu belirtiler kıvrılma, rozetleşme ve yaprağın kaybolması şeklinde teşekkül edebilir. Hıyar Mozayik Virus bazı konukçularında yapraklarda dönme veya kayış biçiminde yapraklar oluşumuna neden olur. Bazı viruslar yaprak orta damarı üzerinde yaprağa benzer küçük çıkıntılar oluşturur. Bu çıkıntılara “enasyon” (enation) denir.

Bu enasyonlar yaprakların alt yüzeyinde birkaç mm’ den birkaç cm’ ye kadar değişebilen derinliktedir. Enasyonlara nadir olarak çiçek organlarında da rastlanır. Kirazlarda Preffinger Hastalığı’na neden olan Kiraz Preffinger Virus’ nun teşhisi oluşturduğu enasyonlar sayesinde yapılmaktadır. Anormal derecede asimetric yapraklar da dikkati çeken diğer virütik belirtilerdir. Sonuçta yapraklar kıvrılabilir ve kaşık şeklini alabilir. Örneğin Patates Yaprak Kıvrıcıklık Virus konukçularında, özellikle patates yapraklarında asimetric yaprakların oluşmasına, yaprakların kıvrılarak kaşık şeklini almasına neden olmaktadır. Hıyar Mozayik Virus’ nda de olduğu gibi normal olarak kenarları düz olan bir yaprakta diş teşekkül edebilir. Bazı virus hastalıklarında ise dişlilik daha kuvvetli olmakta ve keskin olmayan yaprak dişleri keskinleşmektedir. Internodium aralarının kısalması sonucu oluşan rozetleşme semptomu da virus enfeksiyonları sonucu olmaktadır. Bu şekilde belirtiyeye neden olan viruslara örnek olarak Patates Yaprak Kıvrıcıklık Virus verilebilir. Gal oluşumu nadir olarak görülen bir semptom olup Şekerpancarı Tepe Kıvrıcıklık Virus’ nün siğil şeklinde kabartılara neden olduğu bildirilmiştir.

### **5.2. İTERNAL SİMPTOMLAR:**

Viruslar dıştan gözle görülebilen semptomlarının dışında hücresel bazı değişikliklere de neden olurlar. Bu hücresel değişiklikler stoplazma da veya değişik organellerde olabilmektedir.

#### **5.2.1. Hücre İçi Organellerindeki Anormallikler:**

Virusların enfeksiyonu sonucu çekirdek, mitokondri, kloroplast, hücre duvarı gibi organellerde bazı anormal değişimler göze çarpmaktadır. Özellikle Geminivirus grubundaki virusların replikasyonlarını çekirdek içerisinde gerçekleştirmeleri sonucunda, çekirdekte çok sayıda virus partikülü birikmesi olmaktadır. Bu durum çekirdeğin büyümesine neden olmaktadır. Bazı virus hastalıklarında mitokondrinin



membranında katlanmalar meydana geldiği saptanmıştır. Şalgam Sarı Mozayik Virusu gibi bazı virüsler ise klorofilde tahribata ve kese benzeri yapı oluşumuna neden olmaktadır.

### **5.2.2. İlgili Cisimcikleri (Inclusion Bodies) Oluşumu:**

Bazı virus hastalıklarında, hücre içerisinde çok sayıda virus partikülleri birikmesi sonucu, virus guruplarına göre değişik yapıda gözlenebilen formlar oluşmaktadır. Bu formlar, virus partiküllerinin hücre organelleri içerisinde birikmesi sonucu veya partiküllerin ucucu ve yanyana dizilmesiyle meydana gelir. Bu yapılara ilgili cisimcikleri (inclusion bodies) denilmektedir. Bunlar bazı virus hastalıkları için karakteristiktirler ve teşhiste kullanılabilirler. İlgili cisimciklerinin meydana gelmesinde en büyük rolü virus oynamaktadır. Şöyle ki Tütün Mozayik Virusu ile enfekteli bitkilerde ilgili cisimcikleri oluşurken, Hıyar Mozayik Virusu ile enfekteli bitkilerde bu cisimcikler oluşmamaktadır. Bununla beraber ilgili cisimciklerinin teşekkülü ile belirtiler arasında da bir bağlantı bulunmaktadır. Zira nekrotik belirtilere neden olan virüsler ilgili cisimciği oluşturmamaktadır. İlgili cisimcikleri değişik yapılarda olabilmektedir. Tütün Mozayik Virusu gibi çubuk şeklindeki virüsler kristal yapıda ilgili cisimcikleri oluştururken, Patates Y Virusu gibi esnek iplikli partiküllere sahip virüsler rüzgar gülü şeklinde ilgili cisimcikleri oluşturmaktadır. İlgili cisimcikleri bazen sitoplazmada oluşurken bazen de hücre çekirdeğinde oluşmaktadır. Genellikle RNA virüsleri sitoplazmada, DNA virüsleri ise çekirdekte ilgili cisimcikleri oluşturmaktadırlar.

## **6. VİRUS HASTALIKLARININ KONTROLÜ VE MÜCADELESİ**

Bitki virus hastalıkları ile mücadelede böcekler ve fungal hastalıklara karşı yapılan mücadele gibi imkanlar bulunmamaktadır. Virus hastalıklarına karşı alınan tedbirlerin büyük bir kısmı enfeksiyondan korunma şeklindedir. Bunun en önemli nedeni virüslere karşı etkili bulunan kimyasalların pratikte bitkilere karşı fitotoksik olması ve bu kimyasalların çoğunun pahalı olması nedeniyle kullanılamamasıdır. Genel olarak virüslerle mücadelede kullanılan yöntemler şunlardır:

### **6.1. Eradikasyon:**

Virus ile enfekteli bitkilerin imha edilmesidir. Özellikle erken dönemde arazide belirlenen enfekteli kültür bitkileri sökülüp imha edilmelidir. Ayrıca bir önceki yıl ekilmiş olan bitkilere ait tohumların çimlenmesiyle kendiliğinden gelen bitkiler ortadan kaldırılmalıdır. Bir çok yabancı ot da kültür bitkileri için enfeksiyon kaynağını teşkil etmektedir. Bu nedenle enfeksiyon kaynağı olabilecek yabancı otların imha edilmesi gerekmektedir.

### **6.2. Sanitasyon:**

Toprakta kalan enfekteli bitki artıklarının temizliği, toplanıp imha edilmesi gibi hijyenik amaçlı tedbirlerdir. Tütün Mozayik Virusu gibi enfeksiyon kabiliyetini kolay yitirmeyen virüsler bitki artıklarında uzun süre kalabilmektedirler. Bu nedenle bitki artıklarının dikkatlice tarladan uzaklaştırılması gerekmektedir.

### **6.3. Üretim Alanlarının Birbirinden Ayrılması:**





Özellikle konukçu çevresinde guruplaşma gösteren ve tohumla taşınabilen virüsler için etkili bir mücadele yöntemidir. Prensip olarak bir virüsün bilinen simptomsuz bir taşıyıcısı yanına, o virusa hassas olan diğer bir bitkinin ekiminin yapılmaması gerekir. Örneğin yonca bir çok virüsün konukçusu olduğu için fasulye ve bezelye gibi bitkilerle yakın yerlere ekim yapılmamalıdır. Ayrıca tohumluk üretimi için de virustan arındırılmış, vektörlerin ulaşamayacağı yerler seçilmelidir.

#### **6.4. Dezenfeksiyon:**

Özellikle mekanik yolla taşınan virüslerin mücadelesinde etkili olan bir yöntemdir. Ellerin, tarım aletlerinin ve bulaşık elbiselerin % 3-10' luk Trisodyum fosfat solüsyonu ile muamelesi özellikle Tütün Mozayik Virusu gibi mekanik yolla taşınan virüslerle mücadelesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca sütte bulunan bazı enzimlerin virüslerin protein yapısını bozması nedeniyle, ellerin süt ile yıkanması ve bitkilerin üzerine süt püskürtülmesi gibi işlemlerle virüs hastalıklarından korunulabileceği tespit edilmiştir.

#### **6.5. Sağlıklı Ve Sertifikalı Tohum Kullanılması:**

Özellikle tohumla taşınan virüslerle mücadelede bu yöntem çok önemlidir. Eğer virus aynı zamanda afitler gibi vektörlerle de taşınıyorsa bulaşık tohumdan gelişen bitkiler primer enfeksiyon kaynağını oluşturmakta ve sonrada vektörlerle geniş alanlara yayılmaktadır. Bu nedenle virüslardan arındırılmış üretim materyalleri ve sertifikalı tohumlar kullanılmalıdır.

#### **6.6. Vektörlerle Mücadele Etmek:**

Virus hastalıklarının yayılmasında çok büyük rolü bulunan vektörlerle mücadele etmek hastalığın önemli ölçüde azalmasına yol açmaktadır. Virüsleri persistent olarak taşıyan vektörlere karşı yapılan ilaçlı mücadele etkili olmasına rağmen, non-persistent olarak taşıyan vektörlere karşı etkili olmamaktadır. Çünkü vektör çok kısa bir beslenme periyodu sonucu virüsü alıp bulaştırdığı için ilaç etkisini gösterene kadar virus yayılmaktadır. Örneğin afitlere karşı uygulanan insektisitler persistent olarak taşınan Patates Yaprak Kıvrıcılık Virusu zararını azaltmakta iken non-persistent olarak taşınan Patates Y Virusu için etkili olmamaktadır.

#### **6.7. Genetik ve Biyolojik Mücadele:**

Günümüzde bazı virüslerin virü lent olmayan ırklarından yararlanılarak, virü lent ırklarının zararının azaltılmasına çalışılmaktadır. Virü lent olmayan ırk önceden bitkilere bulaştırıldığı zaman, daha sonra bitkiyi enfekte edebilecek olan virü lent ırka karşı bitkinin daha az zarar görmesi amaçlanmaktadır. Bu yöntem çapraz koruma (cross protection) adı verilmektedir. Domates yetiştiriciliğinde Hollanda ve ABD' de Tütün Mozayik Virusu' nun mutagenik zayıf ırkı Tütün Mozayik Virusu' nun virü lent ırklarına karşı önceden bitkilere bulaştırılarak mücadele edilmeye çalışılmış ve başarı sağlanmıştır. Günümüzde virüslerle mücadelede en etkili yöntem dayanıklı bitkilerin kullanılmasıdır. İslahçıların yoğun çalışmaları sonucu bir çok virusa karşı dayanıklı çeşitler elde edilmiştir. Ancak başlangıçta böyle yeni bir çeşidin elde edilmesi pahalı bir çalışmayı gerektirmektedir. Ayrıca virüslara karşı dayanıklı olarak elde edilen bitkilerin aynı zamanda funguslara ve bakterilere karşı da dayanıklı olması gerekmektedir. Bu nedenle bu tür bitkilerin elde edilmesi uzun süren çalışmalar neticesinde olmaktadır. Bugün uzun süren çalışmalar sonucu Tütün Mozayik Virusu' na dayanıklı bir çok tütün çeşitleri elde edilmiştir. Bir de aşırı hassasiyet



(hipersensetive) durumu vardır. Burada virüsü alan bitki hücreleri derhal ölmekte ve virüs yayılma imkanı bulamamaktadır. Aşırı hassasiyet ile ilgili genlerin varlığı saptanmış ve bunların bir generasyondan diğerine genetik olarak aktarıldığı tespit edilmiştir. İslah çalışmalarında yeni bitkilerin geliştirilmesinde bu tip bitkiler de kullanılmaktadır. Örneğin Patates X Virüsü ve Patates Y Virüsü' na dayanıklı patates çeşitlerinin geliştirilmesinde hipersensetive reaksiyonundan yararlanılmaktadır. Son yıllarda transgenik bitkiler oluşturmak suretiyle dayanıklı çeşitler elde edilmeye çalışılmaktadır. Bu amaçla özellikle domateslerde Tütün Mozayik Virüsü ve ırklarına karşı transgenik çeşitler oluşturulmuş ve virüs enfeksiyonlarından korunma sağlanmıştır.

**İlyas DELİGÖZ** Ziraat Mühendisi Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü  
Müdürlüğü