

8. KONU VİRÜSLERİN YAYILMA YOLLARI

Bitki virüslerinin konukçudan konukçuya taşınması farklı şekillerde olmaktadır.

1. Mekanik Taşınma
2. Tohumla ve Vejetatif üretim materyalleri ile taşınma
3. Toprakta Taşınma
4. Parazit Bitkilerle Taşınma
5. Böceklerle Taşınma
6. Akarlarla taşınma

1.Mekanik Taşınma

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 gösterilebilir.

2.Tohumla ve Vejetatif Üretim Materyalleri ile Taşınma

Virüsle bulaşık tohumların primer inokulum kaynağı olması nedeniyle tohumla yayılma virüslerin epidemiyolojisinde önemli olmaktadır. Özellikle tek yıllık bitkilerde görülen 50'den fazla virüsün tohumla geçtiği bilinmektedir. Bazı odunsu bitkilerde de tohumla taşınma ekonomik önem taşır. Virüsler tohumla 3 şekilde taşınır. Tohumun dış yüzeyinde, endospermde ve embriyosunda bulunabilir.

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

Tohumun endospermde = *Beat curly top virus*, CMV, TMV,

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

Virüsle bulaşık tohumlar tarlaya ekildiklerinde virüs kaynağı olarak görev yapmakta ve bunlarda beslenen afidler yardımıyla tarla ve bahçedeki sağlıklı bitkilere taşınmaktadır. Örneğin CMV'nin kabakgil tarlalarında yayılımı bu şekilde gerçekleşir. Bazen, tohumlar içinde virüsler aktivitelerini 1-2 yıl bazılarında ise daha uzun sürelerde korurlar.

Göz veya sürgün aşısı ile bitki üretimi söz konusu olduğunda çelikle, yumru, rizom veya soğan kullanılarak yapılan bitkisel üretimde ana bitkide mevcut olan virüsler yeni gelişen bitkilere bu yollarla geçer ve onlarda enfeksiyona neden olur.

3. Toprakla Taşınma

Virüslerin toprakla taşınması nematod ve funguslarla olmaktadır.

Nematodla yayılma

Günümüzde 19 nematodun çeşitli virüs hastalıklarını taşıdığı belirlenmiştir.

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

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.

Nepovirüsler

Nepovirüsler polihedral şeklindedir. Nematodlarla nakledilen ve partikül yapıları yuvarlak yapıda olan virüslerdir. Bu gruptaki virüsler **Xiphinema** ve **Longidorus** cinsi nematodlar ile taşınır.

Netuvirüsler

Partikülleri çubuk veya silindir şeklinde olan nematodlarla taşınan virüslerdir. **Tütün rattle** ve **Pea early browning virus** Trichodorus cinsi nematodlarla taşınır.

Ayrıca bezelyelerde görülen **Pea early browning virus'u** , *Paratrachodorus anemone*, *Trichodorus primitivus*, *T. Teres*, *T. viruliferus* tarafından nakledilir.

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 sporlarda veya zoosporlarda taşınmaktadır.

Taşıdıkları bitkide virüse özgü semptomları 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.

<i>Potato mop-top virus</i>	: <i>Spongospora subteranea</i>
<i>Olpidium brassicae</i>	: <i>Tobacco necrosis virus- Lettuce big vein</i>
<i>Olpidium cucurbitearum</i>	: <i>Cucumber necrosis</i>
<i>Puccinia graminis tritici</i>	: <i>Brome mosaic virus</i>
<i>Synchytrium endobioticum</i>	: <i>Potato X virus</i>
<i>Polymyxa betae</i>	: <i>Beet necrotic yellow vein virus(BNYVV)</i>

4.Parazit Bitkilerle Taşınma

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 virüsü bu bitkiye bulaştırmaktadır.

5. Böceklerle Taşınma

Hareket yeteneği olmayan virüslerin konukçudan konukçuya taşınmasını sağlayan organizmalara **VEKTÖR** adı verilmektedir.

Arthropodlar bitkilerin yapraklarında beslenirler ve bu sırada virüsü bitkiden alırlar veya bitkiyi enfekte ederler. Virüslerin geniş bitki topluluklarına taşınmasında önemli rol oynarlar.

Hayvanlar alemine bağlı 381 türün bitki virüslerinin vektörlüğünü yaptığı ve bunların % 94'ünün Arthropoda şubesine bağlı olduğu tespit edilmiştir. 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. Diğer bazı virüsleri ise *Coccoidea*, bazı ağaç pireleri

Membracidea tarafından taşınırlar. Diğer virüs vektörü olan böcekler ise *Hemiptera*, *Scadellidae*, *Tysanoptera* ve *Coleoptera* takımına aittir. Çekirgeler ise *Orthoptera* (nadiren) birkaç virüsü taşır ve nakleder.

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 taşırlar. 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 virus böcek tarafından alınmakta ve sağlıklı bitkide beslenirken virus bitkilere nakledilmektedir. Bu yolla taşınan virüsler genellikle bitkinin epidermis hücrelerinde bulunmaktadır. Bu grup virüsler sokucu-emici ve çiğneyici ağız yapısına sahip böceklerle nakledilebilirler. 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 170 adet non presistent virüsü naklederler. Aynı virüs birkaç afit türü tarafından da taşınır ve aynı afit türü aynı anda birkaç virüsü taşıyabilir.

b. Semi persistent virüsler

Semipersistent taşınmada virüsler vektör bünyesinde birkaç dakika, saat ve birkaç gün arasında kalabilir. Bu yolla taşınan virüsler floem veya floemin etrafındaki hücrelerde bulunmaktadır. Latent periyot mevcut olmasına karşın virüs vektör bünyesinde sirkülatif olmamaktadır.

c. Persistent virüsler

Virüsü vücutlarında böcek dokuları ile çoğalttıktan sonra yeniden ağız parçaları ile virüsü nakleder. Vücut içinde hemoselde dolanmasından ve çoğalmasından dolayı bitki virüsleri **sirkülatif propagatif** virüslerde denir. Yaprak pıreleri ile taşınan virüslerin hepsi sirkülatiftir. Bazıları vektöründe de çoğalır hatta vektör yumurtasına da geçer. Bazı yaprak pıreleri taşınmadan önce virüsü bünyelerine alabilmeleri için bir ve birkaç günlük beslenme periyoduna ihtiyaç duyar. Ancak bir kez virüsü bünyelerine aldıktan sonra yaşamları boyunca taşır. Cicadellidea türleri virüsü almaları ve virüsü ilk olarak nakletmeleri arasında bir iki haftalık bir süreye gereksinim duyarlar.

Vektör vücudunda çoğalabilen persistent virüslere **“propagatif virüsler”** de denir.

Sirkülatif virüslerin afitlerle taşınmasında afit virüsü vücuduna aldıktan sonra hemen taşımaz. Beslendikten sonra birkaç saat beklemesi gerekir. Ancak bir kere başladıktan sonra virüs kaynağından ayrıldıktan sonra uzun bir süre taşımaya devam eder.

6. Akarlarla Taşınma

Akarlardan Eriophyidae familyası üyelerinin 9 virüsü (wheat *streak mosaic*, peach *mosaic* ve fig *mosaic*) taşır. Bu akarlar sokucu emici ağız yapısına sahiptir. *Eriophyidae* akarlar 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 döllerle dahi geçer.

Virüs Hastalıklarının Tespiti

Virüs hastalıklarının tespiti çeşitli şekillerde yapılmaktadır. Bunlar;

1. Mekanik inokulasyon
2. Fiziksel özellikler
3. Serolojik özellikler
4. Moleküler yöntemler

Virüs Hastalıkları ile 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 materyal.

Aletler : Sodyum hipoklorit ile muamele edilmelidir. $\frac{1}{4}$ oranında seyreltilerek kullanılır.

Tohum: Yüzeyle taşıyorsa 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.

Doku kültürünün de yonca ve hıyar mozaik virüsünün konsantrasyonunu azalttığı belirlenmiştir. Virüs hastalıklarının mücadelesinde en uygun yöntem karantina önlemleri, sertifikasyon 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 vektörden de korunmalıdır. Fidanlıklarda anaç bitkiler periyodik olarak indekslenmeli ve bulaşık olanlar ortamdan uzaklaştırılmalıdır. İndekslemede ELİSA ile birlikte moleküler tekniklerinde kullanılmasında yarar vardır.

4. Dayanıklı çeşit ıslahı