

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 değişiklik gösterir. Bu oran %1'den %100'e kadar değişebilir. ***Tobacco ringspot virus*** %100, ***Squash mosaic virus*** %28-94, ***Barley stripe mosaic virus*** %50-100 arasında değişen oranlarda tohuma geçer.

Enfekteli bitkiden elde edilen tüm tohumların virüsle bulaşıklılığı söz konusu değildir. Bu oran soya fasulyesi mozaik virüsüne karşı %0-68 olmakta, genel olarak tohumla taşınma %15-70 arasında değişmektedir. 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 sporelerde 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.