

# BİTKİ PATOJEN VIRUSLARININ APHİDLERLE NAKİL MEKANİZMASI

Seval TOROS<sup>1</sup>

## GİRİŞ

Son yıllarda üzerinde ısrarla durulan bitki patojenlerinin başında viruslar gelmektedir. Çeşitli hastalıklar, çevre şartlarının etkileri, hatta birçok böcek zararlıları ile karıştırılmaları dolayısıyla ilk zamanlarda bu patojen tarafından meydana getirilen zararın önemi anlaşılamamıştır. Sonraları bazı araştırmacılar bu sahada çalışarak bunların patojen viruslar olduğunu ortaya koymuş, çalışmalarında birçok ilerlemeler kaydetmişlerdir. Yayılma yollarının da bu arada bulunması, hele bunların arasında en büyük payı Arthropod vektörlerin alması, virus - vektör ilişkilerinin fazlasıyla üzerinde durulmasını gerektirmiştir.

Homoptera takımına bağlı böcekler Arthropod vektörlerin hemen hemen % 90 ını teşkil etmesi nedeniyle başta gelir. Bu takıma bağlı Aphidoidea üst familyasındaki aphidlerin virus vektörü oldukları, *Myzus persicae* (Sulz) nin Salatalık Mozaik Virusunun, *Aphis maidis* Fitch in Şeker Kamışı Virusunun, *Macrosiphum pisi* (Kalth.) nin de Bezelye Mozaik Virusunun naklinde rol oynamaları sonucu katiyetle tesbit edilmiştir. Aynı zamanda önceleri patatesi dejenere eden hastalıklar olarak isimlendirilen virusların da aphidler tarafından nakledildiği saptanmıştır (Carter 1966).

Aphid zararına uğramış bitkilerdeki virus hastalıklarının önemi, aphidlerin virus taşıma ve bulaştırmaları üzerindeki ön çalışmaları hızlandırmıştır. Şüphesiz ki bu çalışmalar, gizli olan aphid beslenme olayının görülmesine müsaade eden yeni tekniklerin geliştirilmesi ile yapılabilmektedir.

Sokucu emici ağız parçalarına sahip ve sadece bitki özsuyu ile beslenen aphidlerin ince uzun styletlerini, dokuları derinliklerine hücreleri harap etmeksizin batırması, bunları virus hastalıklarının etkili vektörü kılmaktadır. Bilindiği gibi virus, sadece canlı hücrelerde çoğalabilmektedir. Böylece aphid - bitki ilişkileri, yayılması canlı bitki hücresine bağlı olan virus partiküllerinin alınışı ve taşınışı için bir ön fikir ortaya koyar.

Aphidler oldukça farklı iki nakil mekanizması ile bitki viruslarını nakletmektedirler. Vektör tarafından kazanılan virus, ya styletlerin uçlarında taşınabilir, external, mekaniksel, non - persistent veya stylet - borne (styletten geçen) nakil olarak isimlendirilir. Veya yutulabilir, vektörün gömlek değiştirmelerinden sonra da tutulabilir ve sonuç olarak beslenme sırasında bitki dokuları içine salgılanan tükürük salgısına ilâve edilir, böylece internal, biyolojik, persistent veya sirkülâtif olarak isimlendirilen nakli meydana getirir.

Memleketimizde viruslar üzerindeki çalışmalar çoğunlukla makroskopik verilere dayandırılarak yapılanlardır. Başlangıç mahiyetinde olan bu çalışmalar son yıllarda ciddi olarak ele alınmakta, daha derinlemesine çalışma olanakları eleman ve ekipman olarak sağlanmağa çalışılmaktadır. Bitki virus hastalıklarının çoğunun Arthropod vektörlerle nakledildiği, memleketimizde de birçok araştırmacılar için söz konusu olmuştur (Düzgüneş 1957, 1968; Sahtiyancı 1966, İren 1967). Virus hastalıklarının yayılmasında en büyük payı olan aphid-

1 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Kürsüsünde Dr. Asistan

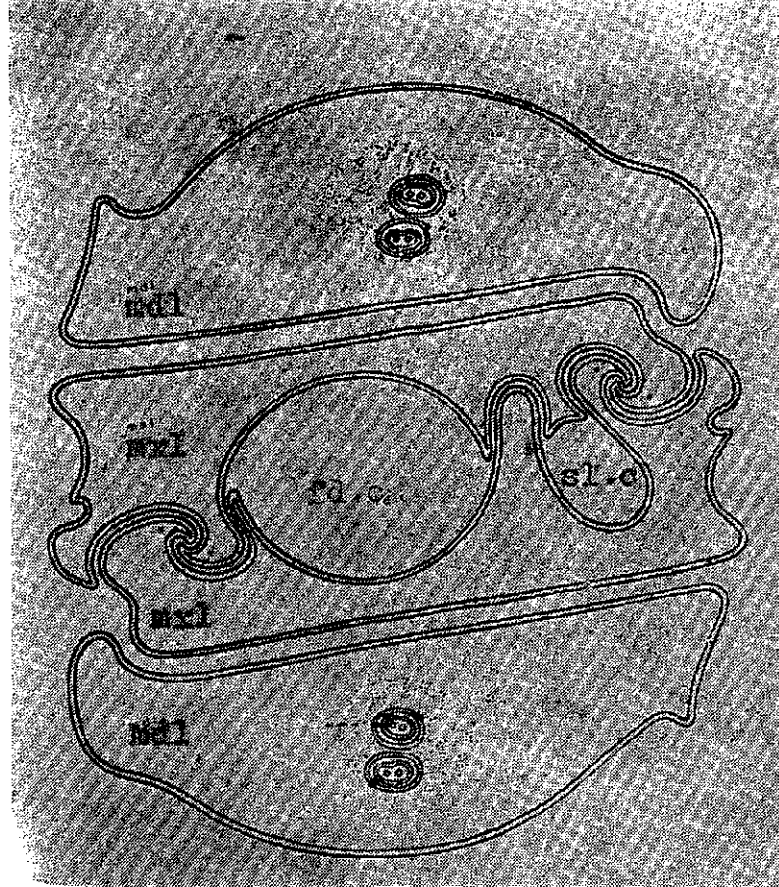
lerin, taşıdıkları viruslarla olan ilişkileri ve nakil mekanizmaları hakkında dünya literatüründen esinlenerek yazılan bu yazının ilgililere faydalı olacağı kanısındayım.

### I. APHİDLERDE AĞIZ PARÇALARININ GENEL YAPISI

Bitki - aphid - virus ilişkilerinin anlaşılabilmesi için aphidlerin beslenme durumunun, bundan önce de aphidlerde ağız yapısının bilinmesi gerekir.

Aphidlerde ağız parçaları, sıvı besini alabilecek tiptedir. Bitki dokusunu delen parçalar, ince uzun, uçları gayet ince olarak sonuçlanan kitinimsi iki çift styletlerdir. Bunlardan bir çifti maxillalardan meydana gelmiş olup iç kısımdadır. Diğer bir çift ise mandibulalardan meydana gelmiştir ve dışta bulunur.

Mandibular styletler, başın içinde proximal olarak fazlaca genişlemişlerdir. Ağız boşluğunu geçince incelmış olurlar ve iç kısımda bulunan maxillar styletleri dıştan sıkıca sararlar. Enine kesitte mandibular styletler yapıca aynı olarak görünürler fakat birbirlerine 180° yönelerek tanzim edilmişlerdir (Şekil 1). Bir yanı birdenbire nihayetlenirken diğer yanı maxillanın tam karşısında uzanan iğne şeklinde son bulur. Bu iğne, mandibulayı maxilla ile aynı düzeyde tutan rehber gibi yardım etmektedir (Parrish 1967).



Şekil 1. Aphid stylet demetinin enine kesiti mdl : Mandibular stylet, mxl : Maxillar stylet, fd.c : Besin kanalı, sl.c : Tükürük kanalı (Parrish 1967'den).

Mandibular styletlerin ortasında, iki sinir uzantısını ihtiva eden mandibular kanal vardır. Auclair (1963), van Hoof'a atfen bu mandibular kanalın, distal bölgede çatallandığına ve her bir kanalda iki sinir lifinin bulunacağına işaret etmiştir. Aynı zamanda stylet uçlarına tatbik edilen sıvılara aphidlerin reaksiyonu üzerindeki testler, mandibular kanalda sinirlerin olabileceğini belirtmektedir (Bradley 1962).

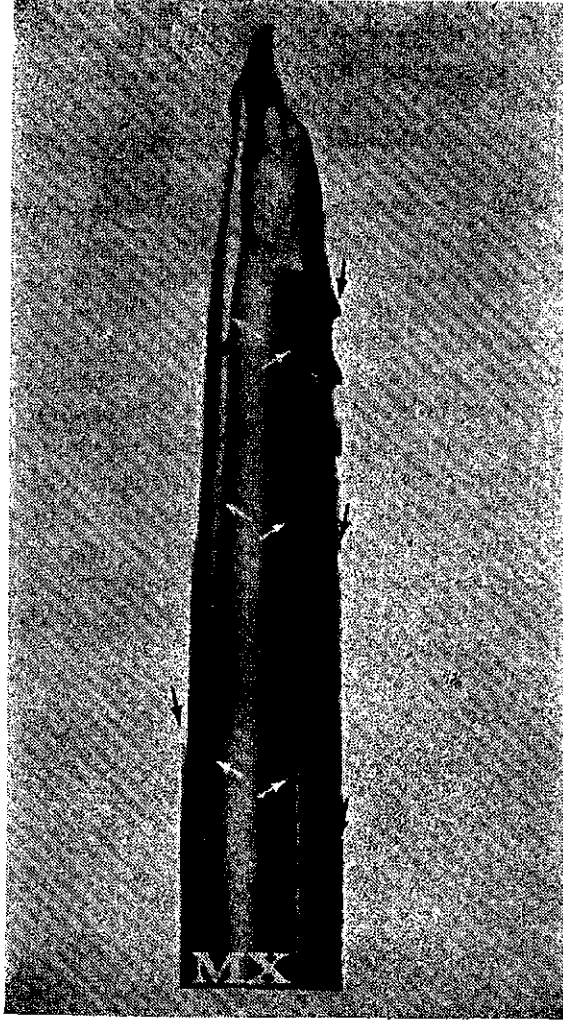
Maxillar styletler, stylet demetinin iç kısmında bulunurlar. Hypopharenx'in ucunda karşı karşıya gelerek, içlerinde anterior olarak besin kanalı, posterior olarak da küçük tükrük kanalı olan iki uzunlamasına kanalı şekillendirirler. Bunlardan birinden tükrük aşağı pompalanır, diğerinden özsu yukarı çekilir.

Maxillar styletlerin enine kesitinde, mandibular styletlerde olduğu gibi birbirine 180° lik dönüklük görülür (Şekil 1). Yapıca birbirine benzerler, ancak besin ve tükrük kanalları bölgesinde farklılık gösterirler. Maxillalar çengel şeklindeki uzantı ve oyukların karşılıklı uyumları dolayısıyla birbirleri ile bağlanırlar. Bu bağlanmanın yanı sıra styletlerin teker teker uzanıp kasılmasında bazı serbestliğin de bazı aphid türlerinde mümkün olduğu görülür.

M. p e r s i c a e'nin stylet demetinin elektron mikroskopta çekilen fotoğrafı ile mandibular styletlerde uçtan itibaren 15 mikron içe kadar bazı sırtların bulunduğu görülmüştür (Şekil 2). Maxillar styletlerde de böyle çengel şeklindeki yapıların varlığından bahsedilmektedir (Şekil 3).



Şekil 2. Mandibular styletlerde bulunan sırtlar (R) MS : Mandibular stylet (De Zoeten 1968'den)

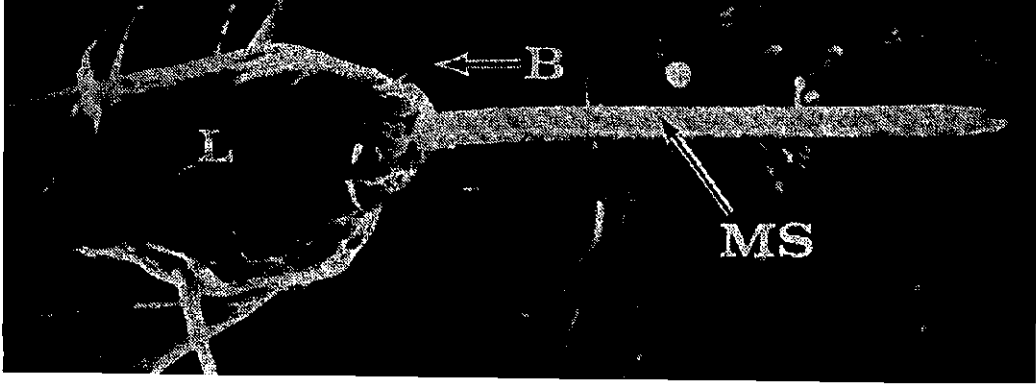


Şekil 3. Maxillar styletlerde uçlarda görülen çengel şeklindeki yapılar.  
MX : Maxillar stylet (De Zoeten 1968'den)

Aphidlerin gelişme dönemlerinde, stylet uçlarının morfolojisinde farklılıklar vardır. Bilhassa kanatlı ve kanatsız bireyler arasında görülen varyasyonlar çoğu zaman belirtilmektedir (De Zoeten 1968).

Bazı aphidlerin stylet demetinin çapı ve her bir styletin uzunluk ve çapları birçok araştırmacılar tarafından ölçülmüştür. Auclair (1963) in diğer araştırmacılara atfen belirttiğine göre *M. persicae*'de stylet çapı ortalama 3 mikron, besin kanalı 0.5 mikron, tükürük kanalı 0.2 mikron, styletlerin uçlarına doğru besin ve tükürük kanallarının çapları daha küçülmekte ve sadece 0.35 ve 0.07 mikron olarak kalmaktadır. *Tuberoalachnus salignus* (Gmelin) ergininde aphidin başa yakın kısmında beslenme kanalının çapı 3.6 mikron, distal uçta ise 1.2 mikron, *T. salignus*'ta 1.8 mm olan stylet uzunluğu *M. persicae*'de 300 mikronun üstündedir.

Mandibular ve maxillar styletler dışta labium ile sarılırlar. İnce, bükülebi-  
len kitinden ibaret olan labium, beslenme sırasında teleskobik hareketlerle kısa-  
lır. Aphidler beslenmediği sürece, styletler daima labial oyuk içerisinde uzanır,  
apex'te kısa, kapalı bir tüp vasıtasıyla sabitleştirilir (Auclair 1963). Labiumun  
dışal ucu, styletlerin batırılacağı bitkinin uygun kısmının seçilmesi için aphid-  
de yol göstermede yardımcı olacağı tahmin edilen bir dizi kıl taşır (Şekil 4).  
M. p e r s i c a e' de labiumun çapı 50 mikron olarak bulunmuştur.



Şekil 4. Labiumun ucunda bulunan bir dizi kıl (B) L : Labium,  
MS : Mandibular stylet (De Zoeten 1968'den)

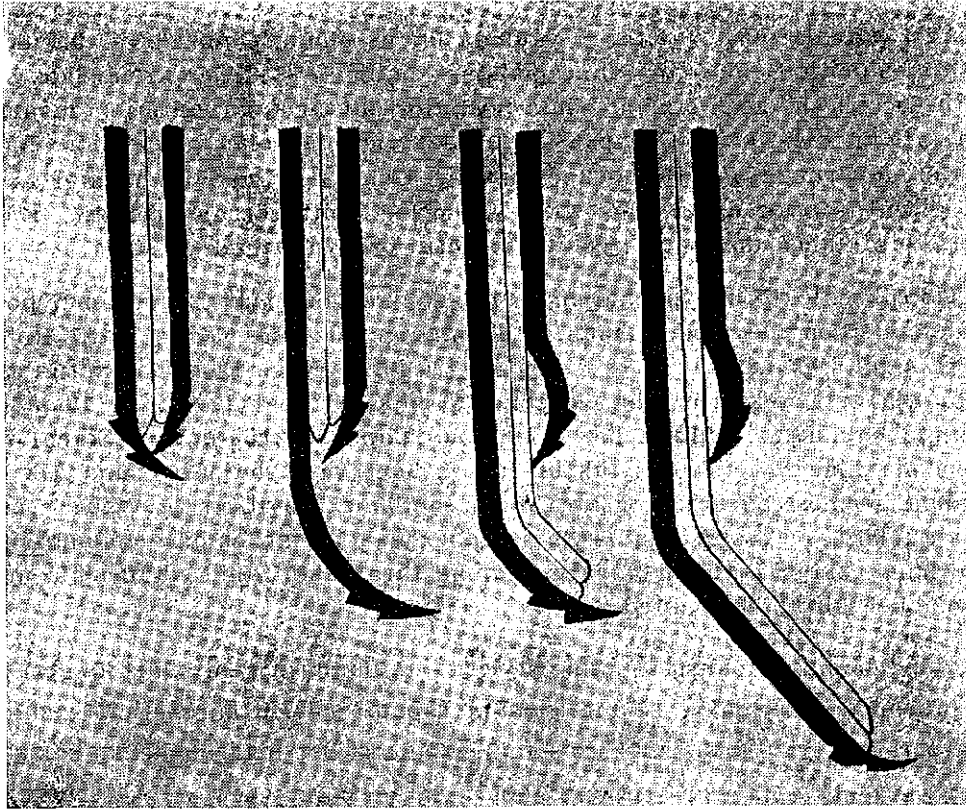
Ağız parçalarında styletlerin yanında bir de emme pompası ve tükürük en-  
jektörü bulunur. Bunlardan emme pompası, maxillar styletler arasındaki besin  
kanalı ile birleşir. Emme pompasının posterior duvarı kalın, anterior duvarı ise  
daha incedir, elâstikidir. Clypeus üzerine yerleşmiş olan genişletici kaslar  
anterior duvarın orta hattı boyunca uzanır. Genişletici kaslar kasıldığı zaman  
içeri giren anterior duvar öne eğilir ve boşluğa bitki özsuunu çekilir. Kaslar  
serbest bırakılınca duvar geri çekilir ve bitki özsuunu mideye sürer.

Tükürük enjektörü hypopharenx'in iç kısmında bulunur. Bu organ hypoder-  
mal hücrelerden meydana gelmiş ve epipharenx üzerine yerleşmiştir. Roberti  
(1946) *Aphis (Doralis) frangulae* Koch üzerinde yaptığı araş-  
tırmalarda bu enjektörün yüksekliğinin 20 mikron, genişliğinin ise 10 mikron  
olduğunu bulmuştur. Tükürük bezlerinden salgılanan tükürüğün basit kanal vası-  
tasıyla maxillar styletlerdeki tükürük kanalı içine ve styletlerin ucuna çok kısa  
zamanda geçmesi bu enjektör tarafından sağlanır. Davitson ve Weber'e after  
Auclair (1963), bu organ vasıtasıyla asıl pharenx'e geçmeden önce epipharengeal  
kanal içine çekilen özsuunun tabiatının aphid tarafından tahlil edilmesinin müm-  
kün olabileceğini bildirmektedir.

Aphidler, bitki dokusu içerisine styletlerini, bunların genişlemiş kaidesi üze-  
rine oturan ve uzatma ve çekme işlemini yapan kasların hareketleri vasıtasıyla  
batırırlar. Stylet kaslarının esas fonksiyonu, stylet uçlarını devamlı kontrol  
etmek ve geniş sahayı araştırarak olan styletleri kuvvetlendirerek serbest bes-  
lenmeyi düzenlemektir. Mandibular styletlerde bulunduğu bildirilen sınırlar, sty-

letlere dokunma duygusunu vereceklerdir. Hücre duvarları tarafından karşı konma ve besinin kâfi olmaması ile styletlerin geri çekilmesi ve yeni yönlere çevrilmesi hatırlatılacaktır. Aphidler sokup emme başlangıcında rostrumlarını yaprak yüzeyinde kaydırırlar. Bu örnek davranışın, aphidlerin yaprak yüzeyinde hücreler arası oyuklara yerleşmede yardımcı olacağı belirtilmiştir (Hennig 1963, Bradley 1964).

Auclair (1963) Balch'a atfen, styletlerin doku içine giriş yönlerinin mandibuların uç kısımlarının ilerlemesi ile kararlaştırıldığını bildirmektedir. Yazar aynı zamanda stylet demetinin hem dokuya hem de sıvıya sokulması sırasında ileri geri salınım hareketlerinin olduğunu, *M. persicae*'de böyle salınım hızının dakikada 0.9 - 1.2 kadar bulunduğunu bildirmektedir. Yine Auclair, bazı araştırmacılara atfen *M. persicae*'de styletlerin dokuyu delme esnasındaki gözlemlere dayanarak mandibular styletlerin maxillaya değen kısım boyunca kaydırılarak sıra ile uzatıldığını, bazı aphid türlerinde mandibular styletlerin hareketine karşılık maxillar styletlerin distal olarak birbirleri ile kaynaşmış olduğunu belirtmiştir. Bununla beraber *T. salignus* üzerindeki gözlemlerle maxillar styletlerin birbirleri üzerinde kayarak uçlarının uzunlamasına çıkarıldığı müşahade edilmiştir. Fakat maxillalar üzerindeki son araştırmalarla stylet demetinin hareketlerinin kontrolüne ait sorumluluğun mandibuların uçlarında olduğu bildirilmektedir. Şekil 5 de mandibulalardan sadece birinin dokuya batırıldığında kavisli yol aldığı ve geri kalan kısımların mecburen bunu



Şekil 5. Stylet demetinin doku içerisinde ilerleyişi (Miles 1968'den)

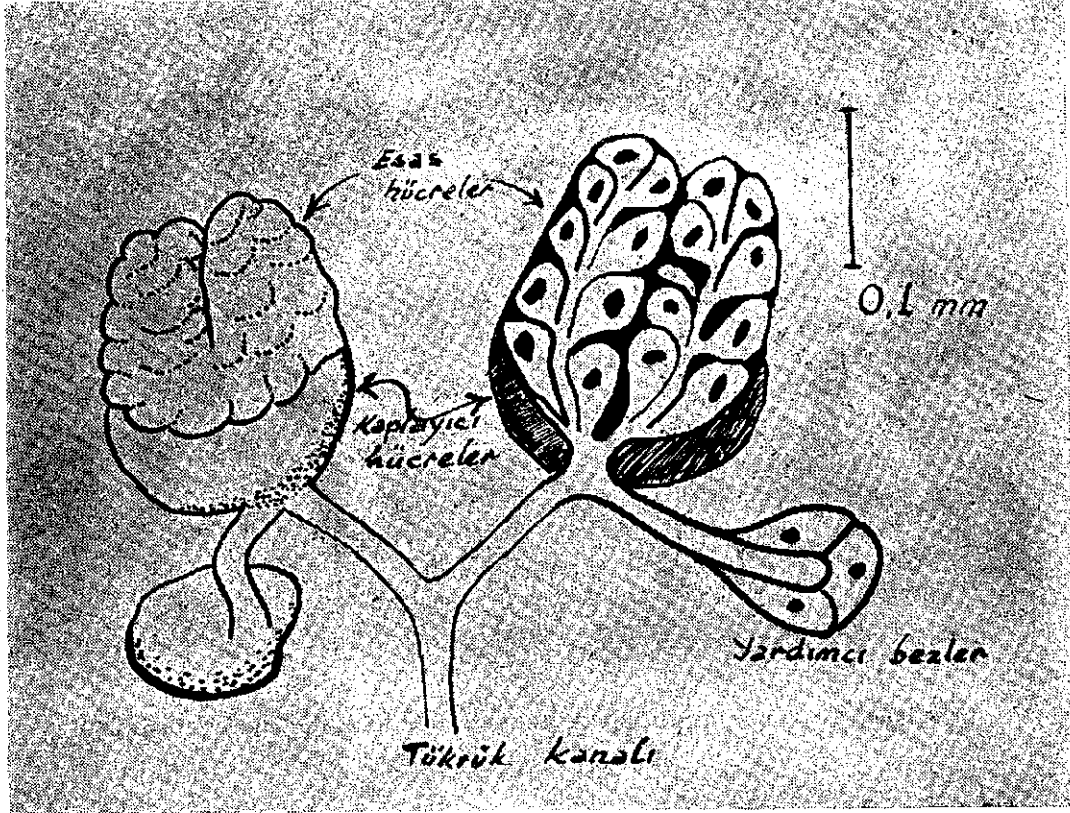
takip ettiği, halbuki mandibular styletlerin yalnız başına hareketine, maxilla-  
ların da eşlik etmesi sonucunda demetin düzgün bir hatta ilerleyebileceği gö-  
rülmektedir.

*Aphis gossypii* Glover'in beslenmesi üzerindeki gözlemler so-  
nucunda enteresan bir durum müşahade edilmiştir. Styletler doku içerisine so-  
kıldıktan sonra kıvrılarak yol almaktadır. Bu şekildeki ilerlemede kıvrılış ya  
saat yönünde veya aksi yönde olmaktadır (Carter 1966).

#### B. Styletlerden Akıtılan Salgılar

Styletler tarafından doku veya hücrelerin delinmesi sırasında tükürüğün  
akıtıldığı bir hakikattir. Bitkinin delinmesinden önce de aphidlerin tükürüğü,  
epidermis veya suni membran üzerine bırakabildikleri ve bu birikintinin bazen  
labiumun ucu tarafından karakteristik olarak damgalanabileceği bildirilmek-  
tedir (Nault ve Gyrisco 1966).

Homoptera takımındaki böcekler iki tip tükürük salgılamaktadırlar. Bun-  
lardan biri stylet kınıını meydana getiren çok viskoz materyal (sheath material)  
diğeri ise sulu tükürüktür (Miles 1968). Bunlar iki esas hücreyi ihtiva eden tük-  
rük bezlerinden meydana gelmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Aphidlerde tükürük bezleri (Sağda boyuna kesitler görülüyor).  
(Miles 1968'den)

## 1. Stylet Kını (Oluşu, Şekillenmesi, Bileşimi ve Fonksiyonu)

Stylet kını olarak isimlendirilen ve kısa zamanda jel hale geçen vikozy materyal, önceleri böceği sokup emmesine karşı bitkinin reaksiyonu olarak kabul edilmekte idi. 1908 - 1911 yılları arasında Petri'nin, yaptığı araştırmalarda Phylloxera tarafından bırakılan izin, kalloz ve suda erimeyen kalsiyum pektat karışımı olduğu ve kın duvarının şekillenmesinden sonra taninin (yara rekasiyonunda olduğu gibi) depo edilmesi şeklinde düşündüğünü Carter (1966) bildirmektedir. Daha sonraları aphidlerin ve koşnillerin yapraklar üzerinde beslendiklerinde aynı izleri bıraktıkları müşahade edilmiş ve bunların böceklerin kendileri tarafından stylet çevresinde meydana getirilen stylet kını olduğu kabul edilmiştir.

Hücrelerden geçerek ilerleyen styletlerin uçlarından devamlı olarak tükürük salgılanmaktadır. Styletlerin etrafını kaplayan tükürük jel haline geçer, styletlerin geri çekilmesinden sonra, bitki dokusu içinde kalan kın şeklini alır.

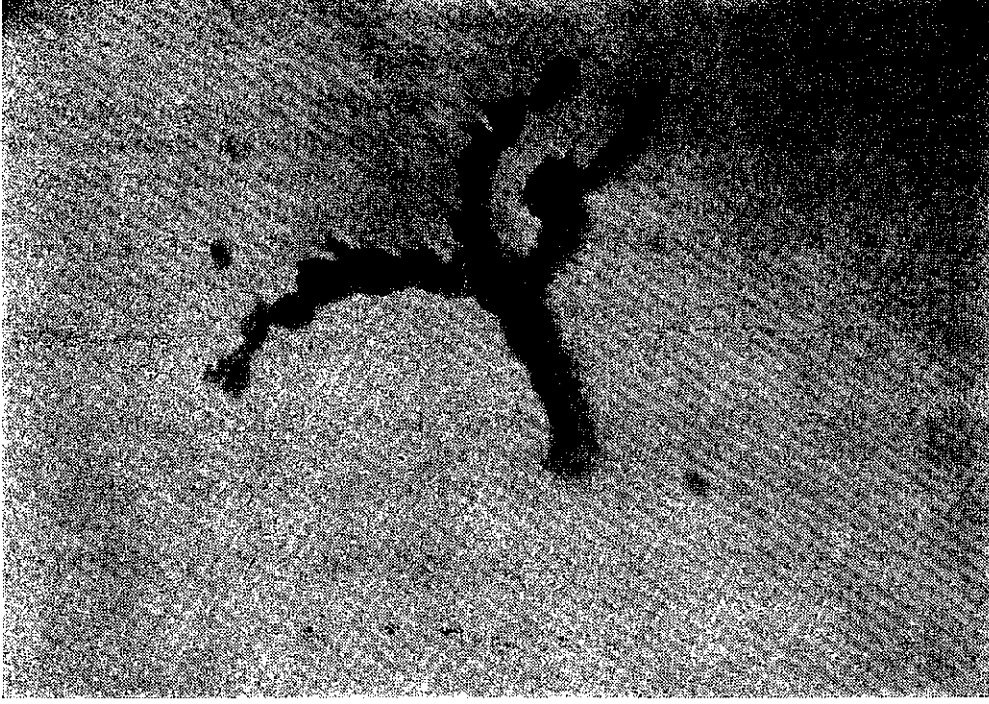
Bunlar kolaylıkla boyanabilir ve çeşitli bitki dokuları içerisinde styletlerin yolunun kararlaştırılmasında yardımcı olur. Eğer tükürük kını hücre duvarları arasında şekillenirse yüzeyi kısmen düzgündür. Fakat hücre içerisinde veya hücreler arası boşluklarda çok düzensiz bir görünüşü vardır (Şekil 7).



Şekil 7. Stylet kınının bitki dokusu içindeki düzensiz görünüşü  
(Esau et al. 1961'den)

Stylet kını aphidler sıvı materyal içinde de meydana getirirler. Böyle kın sıvı içine veya yumuşak bir ortam içerisine salgılandığı zaman tipik olarak boncuk boncuk görülür (Şekil 8).





Şekil 8. Stylet kınının homojen sıvı ortamdaki görünüşü

Labium, dokuya temas ettirildikten sonra styletlerden akıtılan kın materyali bitki yüzeyine yapışır ve labium ile bitki arasındaki boşluğu doldurur. Bu kısma yaka (flange) adı verilir. Bazı araştırmacılar bunun, styletlerin uçlarının yüzeyden doku içine zorlandığında yardımcı olabileceğini düşünmüşlerdir.

Styletlerin dokuya batılırken tipik ileri itilme ve geri çekilme hareketleri serisi vardır. Kın materyalinin geri çekiliş sırasında veya hemen sonra salgılandığı ve ikinci ilerlemenin kın materyali ile dolu olan kısma doğru olduğu bildirilmektedir. Böcek beslenme sırasında iken sadece maxillaların uçları hücre içine sokulur, styletler geri çekilinceye kadar hiç bir salgıda bulunulmaz.

Kın materyali esas olarak protein yapısındadır. Muhtemelen % 10 fosfolipid ihtiva eder.

Stylet kınının ne gibi hususlarda yardımcı olabileceği tartışılmıştır :

- a) Styletlere içinde banyo yaptıkları kaygan tüp gibi hizmet eder.
  - b) Hücre duvarlarını eriten veya besin materyalini sindiren enzimler ihtiva eder.
  - c) Bitki dokularına havanın girmesini önler ve yara dokusunun gelişmesini kolaylaştırır.
  - d) Styletler etrafında özsuynun dışarı akıtılmasını önler,
  - e) Bitkiye bakterilerin girmesini önler,
  - f) Bitki viruslarının enfekte edilmesini önleyen bir filtre gibi rol oynar.
- Bu şekildeki bir açıklama bazı araştırmacılar tarafından özellikle sirkülâtif vi-

ruslar için yanlış bir inanç olarak kabul edilmiş ve bu materyalin bilhassa yaka kısmının bitki viruslarının nakledilmesinde tesirli olabileceği bazı yazarlara atfen bildirilmiştir (Auclair 1963, Miles 1968).

## 2. Sulu Tükürük

Aphidler tükürük kınına ilâveten sulu tükürük de salgılamaktadırlar. Sulu tükürük, muhtemelen beslenme esnasında besin maddesinin alınmasına imkân olmadığı zaman salgılanır. Aphid tükürüğünde var olduğu bildirilen amino asitler ve diğer suda eriyebilen bileşikler büyük bir ihtimalle bu fraksiyonda bulunur (Auclair 1963). Tükürük hidrolitik pektinaz enziminin bulunuşu aphidlere hücre duvarları arasındaki pektik orta lamele girişte yardımcı olabilir.

Salgılama, styletlerin bitki dokularına girişlerindeki ileri geri hareketleri sırasında görülmesine rağmen, styletler phloem'e girdiği zaman durmaktadır (Kloft 1960).

İki tip tükürük salgısının pH sı önemli derecede farklılık gösterir. En kısa zamanda jel haline gelen kın materyali takriben 6 olan pH ile bariz olarak asittir, fakat sulu tükürük 8 civarındaki pH ile alkali karakter gösterir (Miles 1965).

## II. STYLETLERİN DOKU İÇİNE GİRİŞ YOLLARI VE APHİDLERDE BESLENME DURUMU

### A. Styletlerin Doku İçine Giriş Yolları

1891 yıllarında Büsgen'in raporlarına atfen Carter (1966), aphidlerin styletlerinin doku içerisine giriş yönünü üç kategoride sınıflandırmaktadır :

- a) Phloeme hücreler arası giriş (intercellular)
- b) Phloeme hücreler içi giriş (intracellular)
- c) Parangımaya hücreler arası giriş

Aphidlerin styletlerinin giriş yolları ve beslenme olayı ile ilgili çalışmalar, ancak son yıllarda yeni tekniklerin geliştirilmesi ile esaslı olarak yapılabilmektedir.

*Macrosiphum gaei* (Koch) tarafından hücreler içi (intracellular) giriş tercih edilmekle beraber çoğunluk olarak aphidlerde intercellular giriş vardır. Hennig (1966) *A. fabae* ile yaptığı denemelerde styletlerin daima intercellular yolu izlediğini, tek hücrelerin nadiren sondalandığını bildirmektedir. *Acyrtosiphon pisum*'un da hücreler arası giriş yaptığı saptanmıştır (Nault ve Gyrisco 1966). Stoma hücrelerinden giriş, conifer'ler üzerinde iki aphid ve bir Adelgid türü için kaydedilmiş ise de aphidler bu yolu nadiren kullanmaktadırlar. *Viteus vitifolii* (Fitch)'in ise kortikal hücreler üzerinde beslendikleri Davidson'a atfen Auclair (1963) tarafından kaydedilmektedir.

Aphidlerin bitki dokuları içine styletlerini sokma tipleri Nault ve Gyrisco (1966) tarafından bezelye üzerinde *A. pisum* için şu şekilde sınıflandırılmıştır :

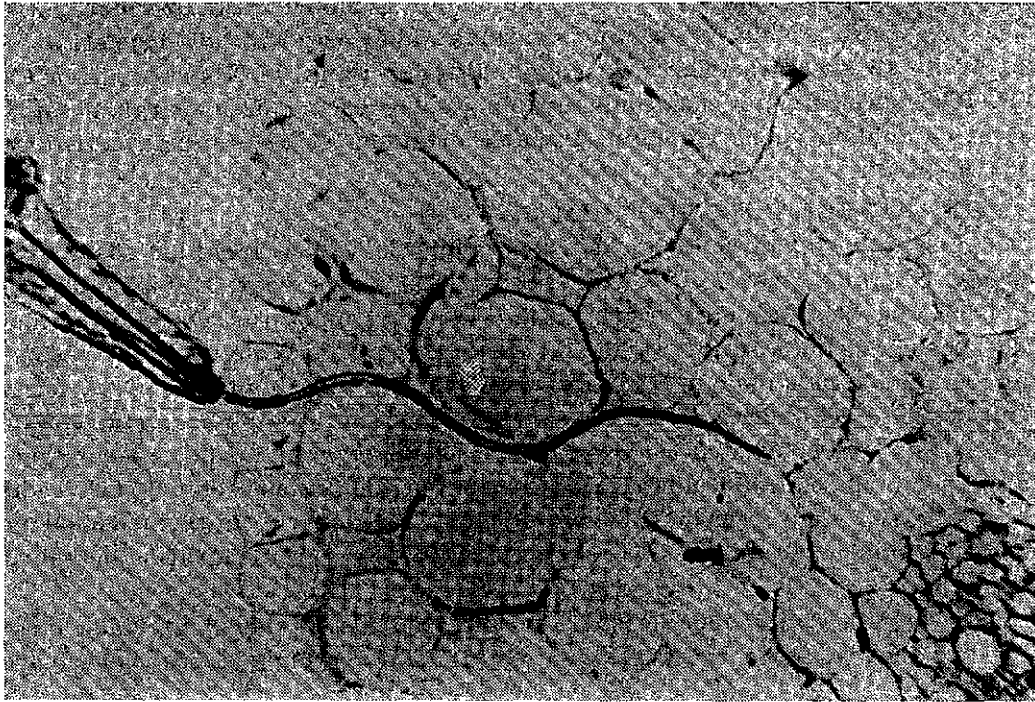
1. Test sokması : Genellikle 30 saniye veya daha az süren bu sokmalar sırasında aphidler epidermisten derine gidemezler. Bu sokmanın beslenme olayında hakiki öneme sahip olup olmadığı bilinmez. Bazı araştırmacılara göre bu sokma, aphidin 2 epidermal hücre arasındaki zayıf noktayı bulamayışının refleksidir.

2. **Phloem arama sokması :** Aphid styletlerinin bitkinin epidermal sırtından öteye gittiği her hangi bir sokma olarak belirtilir. Süre daima 30 saniyeden uzundur.

#### B. Aphidlerde Beslenme Durumu

Aphidlerin tükürük salgılamaları ve besinin mideye alınması ile ilişkili olan elektiriki potansiyeli kaydeden yeni tekniğin icad edilmesi ile (McLean ve Kinsey 1964, 1965 ve 1967) kıymetli açıklamalar yapılmıştır.

Bu tekniğin yardımı ile aphidin bitki özsuğunu başlıca phloemden aldığı tesbit edilmiştir. Geliştirilmiş metodlarla çekilen mikrofotografılarda stylet uçlarının damia phloem'de bulunması (Şekil 9), bu kısmın hakiki beslenme yeri olduğunu göstermektedir (Schaefers 1966).



Şekil 9. Stylet uçlarının phloem'de son buluşu (Schaefers 1966'dan)

Aphidlerin, styletlerin dokuya girişlerini takip eden ilk 5 dakikalık sürede hiç besin almadıkları, radyoaktif fosfor ihtiva eden yapraklar üzerinde beslenen *M. persicae* ve *Brevicornie brassicae* (Linn.) de tesbit edilmiştir (Kloft 1960, Marek 1961). Radyoaktif *Vicia faba* üzerinde beslenen 100 adet *A. fabae*'nin 5-10 adet sokup emme yapmasına müsaade edildikten sonra dahi hiçbirinde radyoaktiflik görülmemiştir. Aphidlerin radyoaktif hale gelmeleri ortalama olarak 25 dakika ile bir saati almıştır. Bu durum aphidlerin uzun bir süre sonra phloem'e ulaştıklarını ve phloem kalbur dokularına gelmeden evvel herhangi bir yerden özsu almadıklarını göstermektedir.

Aphidlerin beslenme sırasında aldıkları özsuyun alınış hızı, T u b e r o - l a c h n u s : s a l i g n u s üzerinde orijinal bir metodla gözlenmiştir. Beslenmekte olan aphidlerin styletleri kesilmiş ve bitki içinde gömülü kalan kısımdan özsuyun sızış hızı ölçülmüştür. Bu hız aphidin normal beslenme hızı olarak kabul edilmiştir. Yapılan bu gözlemlerle, bitki içindeki basıncın da özsuyun aphidin besin kanalında yükselmesinde yardımcı olduğu görülmüştür. Mittler (1957), T. s a l i g n u s'a ait gözlemlerde enterasan bir hipotez sunmuş ve phloem kalbur borularında basıncın yüksek olduğunu, emme sırasında özsuyun saatte 1-2 mm<sup>3</sup> hızla besin kanalında yükselmesine yardımcı olacağını ve lüzumlu olan bu basıncın takriben 20-40 atmosfer olması gerektiğinin hesaplandığını bildirmiştir.

Radyoaktif hale getirilmiş bitkiler üzerinde beslenen aphidlerin radyoaktivitelerinin ölçülüşü de, özsuyun alınış hızını hesaplamada kullanılmıştır. Su kültüründe yetiştirilmiş ve P<sup>32</sup> ile etiketlenmiş konukçu bitki üzerinde yetiştirilen A. f a b a e'nin beslenme sırasında aldığı özsu miktarı önceleri az, fakat 12 ile 16 saat arasında hızla çoğalmaktadır. Bank ve Nikson'a atfen Carter (1966) beslenmenin maximum hızının, saatte 02 mg özsu olarak hesaplandığını ve aphidin vücut ağırlığını 1 saatte ortalama % 59 oranında arttırdığını bildirmektedir.

### III. APHİDLERDE SİNDİRİM SİSTEMİ

Ağız ile başlayan sindirim sistemi aphidlerde yapıca farklılık gösterir. Ön barsak, çok kısa pharenx ve uzun oesophagus ihtiva eder. Oesophagus mide içrisine girerek oesophagal veya cardiac kapağını oluşturur. Ön mide intması mide boşluğu içinde uzanır ve kapağı sarar. Mide dolu olduğu zaman oesophagal kapağın kapalı olduğu, histolojik çalışmalarla ispatlanmıştır. Orta barsak geniş ve kese şeklindedir. Mide duvarı epitel hücrelerle kaplıdır. Orta barsağın hücrelerinin serbest sınırlı ve basal hücre satırlarındaki membranların kompleks oluşumu ile burada endocytosis kesesinin bulunuşu, hücrenin içine ve dışına materyalin aktif geçişini gösterir. Sirkülâtif virusların muthemelen bu yolla hemolymph'e geçebileceği Forbes ve MacCarthy (1969) tarafından belirtilmektedir.

Son barsak epitel hücreleri çok incedir. Son barsak kendi üzerinde birkaç kere katlanır ve sonra torba şeklinde şeffaf olan rectum'a doğru bariz olarak genişler.

Aphidlerin malpighian borucukları yoktur (Knowlton 1925, Auclair 1963). Birçok araştırmacılar bazı aphid türlerinde (Lachnidae ve bir kısım Aphididae) bir süzme odacığından bahsetmektedirler, fakat bunun fonksiyonu tam olarak anlaşılmadığı gibi, bu gruptaki aphidler arasında vektöre rastlanılmamıştır (Kennedy et al. 1962). Malpighian borucuklarının bulunmayışı aphidler için karakteristiklidir.

### IV. APHİDLERLE TAŞINABİLEN VİRUSLARIN ÖZELLİKLERİ

Aphidlerin naklettikleri viruslar başlıca 2 grupta toplanmaktadır :

1. Stylet - borne (Styletten geçen), non - persistent viruslar,
2. Sirkülâtif (Persistent) viruslar.

#### A. Stylet - borne viruslar :

Mekanik yollarla taşınabilen viruslardır. Vektörleri tarafından dakika veya saniye gibi kısa zaman periyatlarında alınır ve nakletdilebilirler. Etkili olma güçlerini çabuk kaybederler. Tekrar etkili olabilmeleri ancak yeni bir kaynak

üzerinde beslenmeleri ile mümkündür. Bu virusların özellikleri şu şekilde özetlenebilir :

- 1) Nakil süresi kısadır,
- 2) Virus hemolymph'ten elde edilemez,
- 3) Saflaştırılmış virus, vektörün hemocoele'ne inokule edildiğinde etkili hale gelmez.

Bu grup viruslar çoğunlukla ince uzun, ip şeklindeki viruslardır. *M. persicae*'nin naklettiği patates Y virusu (*Solanum virus 2*, Smith) bu grup viruslara bir örnektir.

#### B. Sirkülâtif Viruslar :

Vektör tarafından alındıktan uzun bir süre sonra dahi etkili olma kapasitelerini kaybetmemiş olurlar. Vektör vücudu bunların yerleşmesinde hatta çoğalmasında önemli bir ortam teşkil eder.

Bu tip virusların vektör tarafından alınıp nakledilmesinde 3 safha vardır :

1) Kazanma süresi (Beslenme süresi); Aphid'in virusu nakledebilmesi için virus kaynağı olan bitki üzerinde beslenmesi gerekir. Bu süre birçok araştırmacılara ve çeşitli viruslar için çeşitli aphid türüne göre farklı süreler olarak bulunmuştur.

2) Sirkülâsyon süresi : Virusun vektör tarafından alınıp, sağlam bitkiye enfekte edilmesinden önce geçen süredir. Yapılan araştırmalarla farklı viruslar için farklı aphid türlerinde bu süre 20 dakika ile 120 saat olarak bulunmuştur. Bu süre içinde virus, vektör vücudunda çoğalabilir ve bu şekilde vektörü içinde çoğalan viruslara propagatif viruslar adı verilir (Peters 1971).

3) İnokülasyon süresi : Vektörün sağlam bitki üzerinde, virusu nakledebilmede etkili olabilmesi için gerekli olan beslenme süresidir.

Persistent virusların özellikleri şu şekilde özetlenebilir :

- 1) Nakil süresi uzundur,
- 2) Virus vektörün hemolymph'inden alınabilir,
- 3) Vektör, saflaştırılmış virus hemocoele inokule edildiği zaman etkili olma kapasitesine sahiptir.

Bu grup viruslar yuvarlak, kurşun şeklinde fakat çoğunlukla küresel şekildedir. Bu tip viruslara örnek olarak *M. persicae* tarafından nakledilen Patates Yaprak Kıvrıklığı Virusunu (*Solanum virus 14*, Smith) verebiliriz.

Stylet - borne ve sirkülâtif virusların yanında bazı viruslar semipersistent viruslar adı altında ayrı bir grupta toplanılmaktadır. Enfekteli bitkiden vektör tarafından kısa zaman periyodları içinde alınabilen ve vektörü içinde stylet - borne olanlardan daha fazla bir süre kalabilen bu viruslar, vektörün gömlek değiştirmesi sonunda kaybedilmektedir. Bu virusun, stylet - borne ve sirkülâtif tipteki viruslarla bağıntılı olması gerektiği bildirilmektedir (Sylvester 1969). Şeker pancarı sarılık virusunun *M. persicae* tarafından nakli semipersistent nakil için tipik bir örnektir. Nakil mekanizmaları kritik olan bazı virusların bu gruba girip giremeyeceği henüz tam olarak kesinleşmemiştir.

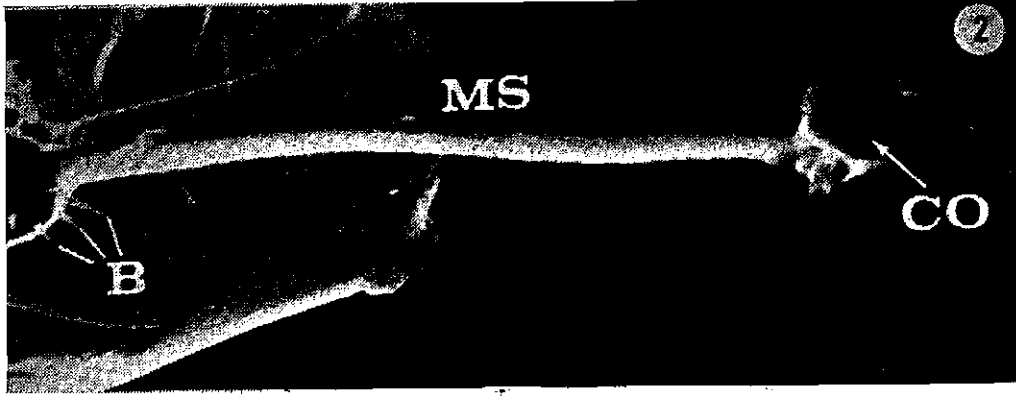
#### V. APHİDLERİN NAKLETTİKLERİ VIRUSLARIN NAKİL MEKANİZMASI

Diğer bilinen Arthropod vektörler tarafından viruslar, sirkülâtif yolla nakledilirken, aphidler tarafından ya stylet - borne veya sirkülâtif yolla nakledilir.

Bunun yanında bazı istisnai durumlar vardır. Örneğin Karnabahar Mozaik Virusu, *Brevicoryne brassicae* (Linn.) tarafından hem stylet-borne ve hem de sirkülâtif yolla nakledilir (Sylvester 1969).

#### A) Stylet - borne Virusların Nakil Mekanizması

Bu virusların aphidler tarafından nakli üzerinde birçok hipotezler ileri sürülmüştür. Son olarak kabul edilenlere göre bunlar mekanik yolla nakledilmektedirler. Styletlerin yapılarını incelenirken maxillar styletlerin uçlarında bulunan çengellerden ve mandibular styletlerde bulunan girintili ve çıkıntılı yapıdan bahsetilmişti. Araştırmalar sonucunda türlere göre farklı olan bu çengel, girintili ve çıkıntılı uçların, virus partiküllerinin taşınmasında bir vasıta olduğu gösterilmiş ve aynı zamanda virus partiküllerinin stylet demetinin dış tarafına yapışarak (Şekil 10) nakledilebileceği ispatlanmıştır (De Zoeten 1968)



Şekil 10. Stylet demetine bulaşmış bitki özsuğu (CO) MS : Mandibular stylet, B : Labium ucundaki bir dizi kıl (De Zoeten 1968'den)

Patates Y virusu ile enfekteli olan *M. persicae*'nin stylet uçları radyasyona tabi tutulmuş ve bu işlemin o aphidi non - efektif yaptığı görülmüştür (Bradley ve Ganong 1955). Virusun taşınmasında aphidin maxillar stylet çiftinin esas rol oynayacağı fakat teknik imkânsızlıklar dolayısı ile ele alınamayan mandibular çiftin de önemli bir virus taşıyıcısı olabileceğinden şüphe edilmemesi gerektiği Bradley (1966) tarafından kesinlikle belirtilmektedir.

Styletlerin dış yapısındaki farklılıklar, vektor etkililiğindeki farklılıklar için sebep olabilir (Van der Want 1954, De Zoeten 1968).

Virus, sadece çok az veya hiç tükrük salgılamadığı zaman epidermal hücrelerin kısa sürede sokulup emilmesi ile ele geçirilmektedir (Van der Want 1954). Buna göre tükrük salgılarının artması ve yaprağın derin dokularını emme sırasında tükrük kınının şekillenmesi ile hiç bir virus alınmamaktadır. Nitekim Zettler ve Wilkinson (1966), Bradley'e atfen *M. persicae*'nin epidermal hücrelerden az veya hiç tükrük salgılamadan yaptığı kısa emmeler sırasında *Datura solgunluk* Virusunu ele geçirdiğini fakat devam eden beslenme esnasında styletler stylet kını ile sarıldığı zaman kazandığı bu virusun kaybedildiğini belirtmiştir.

Stylet - borne virusların styletlerde asılı kalarak taşınması ile ilgili olarak Swenson (1957, 1968), bitki ile biyolojik ilişkisi olmayan fakat bitkiyi tesadüfen ziyaret eden bir aphid ile de kolaylıkla taşınabileceğini açıklamıştır.

Aphidler, virus kaynağı bitkiler üzerine alındıkları zaman hemen sokup emmeye başlamazlar. Önce bir süre bitki üzerinde gezinir, antenlerini ileri geri oynatır. Uygun beslenme yeri bulan aphid durur ve rostrumunu vücutla dik açı yapacak şekilde uzatarak ucunu bitki yüzeyine değdirir. Bu sırada aphid, antenlerinin hareketini durdurur, antenlerini geriye vücudun üzerine yatırır ve hareketsiz kalır. Bu zaman aphidin emmeye başladığı an olarak kabul edilir.

Kazanma ve inokülasyon periyodlarında istenilen süre sonunda sun'i olarak aphidleri beslenmeden alıkoymak gerektiğinde önce bir fırça ile aphidin abdomenine dokunmak, styletlerin aphidin kendisi tarafından çekilmesine müsaade etmek gerekir. Aksi takdirde styletlerde kopma olabilir ve istenilen sonuca gidilemeyeceğinden bu sahada çalışacak şahısların bilhassa titiz davranmalarını hatırlatmak gereklidir.

Stylet - borne virusların kaynak bitkiler üzerinden aphid tarafından alınmasına, aphidin aç veya tok oluşunun rolü olabileceği düşünülmüştür.

Bradley (1952) beslenme sahasından uzaklaştırılan aphidlerin, rostrumdan çıkartılmış styletlere sahip olduklarını bildirmektedir. Büyülebilen özellikteki styletler rostrum tarafından tamamen kaplanmadıkça bitki dokusuna giriş imkânı yoktur. Önceden aç bırakılan aphid :

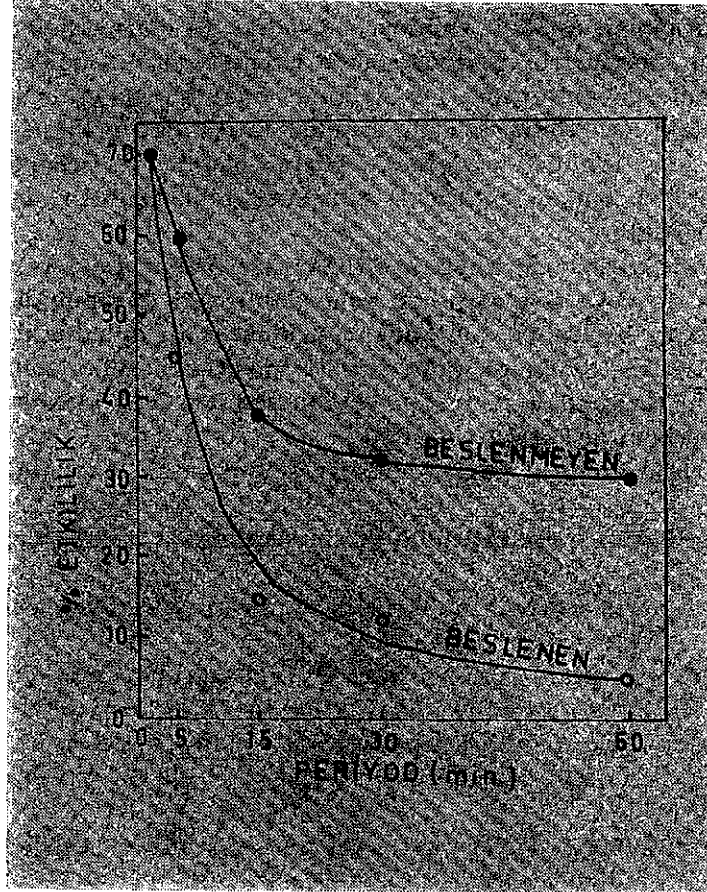
- a) Styletlerini tamamen kaplamakta ve sokup emmeyi mümkün kalmaktadır.
- b) Yaprak üzerine yerleştirildikten hemen sonra sokup emmeye isteklidir.
- c) Uzun ve derin sokup emmelere başlamadan önce kısa ve sathi sokup emmeler yapma istidadı gösterir.

Ancak belirli bir süreden fazla olan ön açlıkların, etkili olma yönünden fazla bir rolü olmamaktadır. Nitekim Zettler ve Wilkinson (1966) ön açlığın toplam emme süresi üzerine etkili olduğunu, beş saatlik açlıkla bu sürenin fazlaştığını, 11 saatten fazla olan açlıkta ise çok az tesir ettiğini bildirmektedirler.

Bu virusların, aphidin dokuya girişinin ilk safhalarında sadece epidermisenin ilk hücre dizisinden alındıkları kabul edilmektedir. Van der Wolf (1964), stylet - borne bir virus olan patates Y virusunun *M. p e r s i c a e* tarafından alınması ile ilgili olarak bir çok araştırmacıların elde ettikleri sonuçları bildirmiştir. Buna göre bu virus epidermisten toplanmaktadır ve aphidlerin bu virüsü alabilmeleri için mutlak yüzeysel sokup emme yapmaları gerekmektedir. Yaprığın iç dokularından yapılacak emmelerle Y virusunun nakli daima başarısızlıkla sonuçlanacaktır.

Stylet - borne virusların alınmasında, aphidlerin kaynak bitkileri üzerinde bir veya birden fazla sokma işleminin rol oynayıp oynamayacağı da bahse konu olmuştur. *M. p e r s i c a e*'nin Fasulye Mozayik Virüsü (*P h a s e o l u s v i r u s 1*, Smith) ile enfekte edilmiş bitkiler üzerinde bir veya daha fazla sokma sonunda bu virüsü nakletme durumu incelenmiştir. 6 - 10 saniyelik beslenmeler sonunda bir veya birden fazla sokma işlemi görülenler arasında nakilde fark görülmemiştir (Zettler ve Wilkinson 1966). Araştırmacılar 10 saniyeden fazla sokup emme sonucu naklin çok düşük olduğunu belirtmektedirler.

Bu viruslar alındıktan hemen sonra nakledilirler. Virusu alan aphidin bunu bir başka bitki üzerine nakledebilme oranı, o aphidin virusu elde ettikten sonra beslenip beslenmemesine bağlıdır. *M. persicae* üzerinde yapılan gözlemlerde Patates Y Virusunu elde eden aphidin sonraki beslenme veya beslenme olayının nakilde etkili olma durumu Şekil 11 de gösterilmektedir. Beslenmeyenlerin nakletme oranı beslenenden daha fazladır.



Şekil 11. Patates Y virusunun *M. persicae* tarafından kazanıldıktan sonra beslenen veya beslenmeyen aphid tarafından tutulması (Bradley 1954'den)

Virusu aldıktan sonra aphid, bunu nakledeceği uygun bitkiyi bulamaz veya o virusa karşı mukavim olan konukçuya giderse virusun nakli imkânsızlaşır. Aphidlerin virusu kolayca elde etmesini sağlayan tipik ağız yapıları ve beslenme durumu yanında aktif oluşu da elde ettiğini nakletmesinde önemli rol oynar. Vektör ne kadar faal olursa virusun yayılışı da o kadar fazla olur.

#### B. Sirkülâtif Virusların Nakli Mekanizması :

Aphidlerin naklettikleri sirkülâtif viruslar diğer stylet - borne viruslardan daha az bilinmektedir. Bu, aphidlerle nakledilen virusların az bir kısmının sirkülâtif oluşu ve sirkülâtif viruslar üzerinde çalışmanın, diğerinden daha zor olması hakikati sonucu ortaya çıkar.



Konukçu bitki ile ilişkilerinin esası üzerinden sirkülâtif viruslar iki ana tipe girerler. Birinci tipe virus, bitkiden bitkiye epidermis de dahil olmak üzere birçok bitki dokularının hassas olmaları nedeniyle mekanik olarak kolayca nakledilir. Bezelye Enasyon Mozayik Virusunu bu tip viruslara bir örnektir. İkinci tipteki viruslar, bu virusların konukçu bitkilerinin phloem dokularına hasredilmeleri nedeniyle sadece vektörü olan aphid tarafından nakledilebilirler. M. p e r s i c a e tarafından nakledilen Patates Yaprak Kıvrıklığı ve R h o p a l o s i p h u m p a d i (Linn.) tarafından nakledilen Arpa Sarı Cüce Virusları bu gruptandır.

Sirkülâtif virus - vektör ilişkileri, aphid - virus kombinasyonu için biyolojik yönden en enteresan olanıdır.

Böceğin virusu nakledebilmesi için, virus enfekteli bitki üzerinde beslenmesi gerekir. Aphid vektörler tarafından bu tip virusların ele geçirilmesi phloem'den olmaktadır ve bu sürenin minimum değeri, genellikle aphidin, konukçunun phloem'ine erişmesine kadar geçen süre olarak kabul edilir.

Hasta bitkiden sindirim sistemine alınan virus, vektör içinde hemolymph'e geçerek vektörün vücudu içinde sirküle eder. Virusun hemolymph'e geçişi birçok yönden ispatlanmıştır. Yapıda belirtilen ve alınan besinin geri dönmesini önleyen oesophagal valfin yardımı ile virusun mideden tekrar ağza, styletlere dönmesine imkân yoktur. Son zamanlarda elektron mikroskopla yapılan çalışmalar sonucunda hemolymph'te bol miktarda vironların, örneğin Bezelye Enasyon Mozaik Virusunu (PEMV) nun A. p i s u m'un hemolymph'inde tesbiti (Shikata et al. 1966) ve aynı zamanda enfekteli aphidin hemolymph'inin sağlam aphide enjekte edilmesi ile böcekte virus naklinin olumlu sonuçları [Stegwee ve Ponsen (1958) tarafından Patates Yaprak Kıvrıklığı Virusunun M. p e r s i c a 'de aphid'den aphide nakil] bu oluşumun kat'i ispatlarıdır.

Sirkülâtif viruslar mideye alınıp hemolymph'e geçtikten sonra, neticede bitki dokuları içine salgıda bulunan tükrük bezlerine gelmektedir. Aphidlerde boşaltma organı olan malpighian borucuklarının bulunmaması bazı araştırmacıları, aphidlerin tükrük bezlerinin fonksiyonunun kısmen boşaltım organı olduğuna inandırmaktadır. Virus partiküllerinin, vücutta istenmeyen diğer artık maddelerin yanı sıra olduğu ve metabolik artıklarla beraber virus partiküllerinin de aktif olarak tükrük bezlerinde toplandığı ve tükrük ile salgılandığı bildirilmektedir (Nault et al. 1964).

Beslenme sırasında alınan sirkülâtif viruslar, vektör tarafından kazanıldıktan hemen sonra nakledilemezler. Vektör tarafından virusun phloem'den mideye alınması ile, vektörün bu virusu bitkiye enfekte etmeye muktedir olabilmesi için geçen bir süre vardır ki «Latent periyod» yeni terimi ile «Sirkülasyon periyodu» olarak ifade edilir. Diğer bir tanım ile sirkülasyon periyodu, vektör tarafından alınan virusun tükrük bezlerine ilerlemesi ve bitkiyi inoküle etmesi için geçen süredir. Vektörler içinde bitki viruslarının sirkülasyon periyodu, virus ve vektör çeşidine göre birkaç saatten birkaç haftaya kadar değişik olabilir.

Herhangi bir virus - vektör kombinasyonu için karakteristik süreye sahip olduğu bildirilen sirkülasyon periyodu, kazanma süresinin azlığı veya çokluğu yani alınan virus miktarı, bu süredeki sıcaklık ve virusun kazanılması sırasında vektör yaşının fonksiyonu ve buna benzer etmenlerle farklılık gösterir. Ö-

neğin PEMV'nun A. p i s u m'daki ortalama sirkülasyon periyodu 10°C de 70 saat iken 20°C de 25 ve 30°C de 14 saat olarak hesaplanmıştır (Sylvester ve Richardson 1966 a).

Sirkülasyon periyodunun kıymetlendirilmesi için ortalama latent periyod değeri ortaya konulmuştur (Sylvester 1962). Bu, daha kullanışlı ve realist bir kıymet olarak kabul edilir ve inokule olmuş vektörlerin % 50 si tarafından virusun ilk defa nakledilme süresi olarak tanımlanmıştır. Bu tanım ile farklı viruslar için bulunan kıymetler, birbirleri ile kıyaslanabilir olmuştur.

Vücut içinde sirküle edip vektörün tükrük bezlerine yerleşen virus buradan vektörün beslenmesi sonucunda bitki dokuları içerisine sâhnır. Beslenme sırasında salgılanan tükrüğün hangi fraksiyonunun sirkülâtif virusların naklinde vasıta olduğu bilinmez. Ancak tükrük kınının jel haline gelmesi ve geniş olan virus partiküllerini zaptedebilmeleri dolayısıyla suhu tükrük daha makul bir namzet olarak dikkati çekecektir (Nault ve Gyrisco 1966).

Aphid tarafından hücreler arasına inokule edilen virus, hücre sitoplazması içine plasmodesmata'lardan girer.

Bir virusun vektör tarafından nakledilmesinde virusun kazanılması sırasındaki sıcaklık, vektörün virusa karşı hassasiyeti, vektörün yaşı, kullanılan vektörler arasındaki farklılık, kullanılan virus kaynak bitkisi ve bundaki virus konsantrasyonu ile vektör - bitki ilişkilerine ve bunun gibi sayısını arttırabileceğimiz birçok ilişkilere bağlıdır.

Vektör içerisinde çoğalmıyan viruslar için kazanma periyodunun uzunluğu veya kısalığı inokülasyon etkililiği üzerinde rol oynar (Peters 1971). Minimum kazanma periyodu eşiği ortalama 5-10 dakika olan sirkülâtif viruslarda inokule etme kapasitesi, kazanma periyodunu saat veya gün olarak arttırmak suretiyle çoğalır. Etkili olma durumu ikinci bir kazanma verilerek artırılabilir. Örneğin A. p i s u m, PEMV ile tekrardan şarj edilmiştir (Sylvester ve Richardson 1966 b). Artan kazanma ile artan inokülasyon kapasitesi tekrardan düşme gösterir. Bu, ya aphidlerin kısa ömürlü oluşları veya beslenme aktivitesinin yaşla ilgili olarak azalmasından ileri gelmektedir.

Kazanma periyodunda sıcaklığın artışı o aphid türünün o virusu ele geçirme hızını artırır. Örneğin A. p i s u m tarafından PEMV'nin kazanılma hızı 10 °C de, 20 °C den daha azdır (Sylvester 1969).

Kullanılan vektörler arasındaki, bilhassa aphid türlerinin klonları arasındaki farklılık, Stubbs'un bu farklılığın önemine işaret ettiğinden beri dikkati çekmiştir (Rochow 1969). Aphid türlerinin klonları arasındaki farklılığa ilâveten tek aphid türünün formları arasındaki farklılıklar da önemli olabilir. Örneğin R o p a l o s i p h u m f i t c h i i' nin oviparae ve fundatrigenleri Arpa Sari Cüce Virusunu nakletmiş, ancak aynı aphidin diğer 4 formu bunu nakledememiştir (Rochow 1969). Bu durum, virustaki varyasyondan olabildiği gibi vektör içindeki varyasyonla da sonuçlanabilir.

Vektörün yaşı virusun nakledilmesinde önemli rol oynar. Birçok aphid nimflerinin erginlerden çok daha etkili bir şekilde virusu naklettikleri bulunmuştur. Örneğin A. p i s u m nimfleri PEMV'yi erginden daha yüksek nakletme potansiyeline sahiptir (Kyriakopoulou ve Sylvester 1969). Bu, vücut oranına göre daha fazla virus ele geçiren nimflerdeki metabolik hız dolayısıyla sirkülasyon periyodunun kısalığı sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Vektörlerin virüsü nakledip nakletmemeleri, virusların kendilerinin veya ırklarının yapısının iyi bilinmesiyle ortaya çıkabilir. Irklardaki amino asit kombinasyonlarında farklılık vardır. Örneğin Arpa Sarı Cüce Virusunun bir ırkıdaki örtü proteini kombinasyonu veya yapısı diğerinden farklıdır (Rochow 1969). Ortaya konan bir hipoteze göre vektör özelliği, virus ırkının örtü proteini ile aphidin tükrük bezlerini saran membranın interaksiyonu sonucu olarak ortaya çıkar. Virusun ırkları arasındaki örtü proteininde görülen farklılık o ırkın o aphid tarafından nakledilmesinde veya nakledilmemesinde farklılık göstereceği gibi vektörün klonları arasında veya bireysel olarak salgı bezlerindeki fizyolojik veya morfolojik farklılıkların neticesi de olabilir.

Bazı hallerde bir aphid bir virusun bir ırkını, ancak bu ırk bir ikinci ırkla bir arada bulunduğu zaman nakledebilmektedir. Örneğin R. p a d i, hemolymphe içinde sirküle eden Arpa Sarı Cüce Virusunun bir ırkı olan MAV yi ancak RPV ırkı ile bir arada olduğu zaman nakledebilir (Rochow 1969). Görüş, MAV partiküllerinin, aphid MAV enfekteli bitki üzerinde beslenmeye devam ederken tükrük bezleri üzerinde aktümüle olma istidadı göstermesi esasına dayanır. Aphid sonradan ikinci bir virus ırkı RPV ye maruz bırakıldığında RPV partikülleri sadece membrana absorbe edilmez aynı zamanda kolaylıkla membrandan geçme olayını başlatır ve RPV ırkı MAV yi de kendisi ile birlikte tükrük bezleri içine alır.

Sirkülâtif viruslar vektörleri içinde uzun süre hatta birçok hallerde vektörün bütün bir hayatı boyunca kalabilir. Virusun kalıcılığı veya transtadial oluşu yani devre geçişlerindeki gömlek değiştirme sonunda vektörde bulunuşu ve en mühim olarak, beslenme sırasında salınmaya müsaade edilen en uygun seviyedeki virus miktarının meydana getirilmesi olarak belirtilen sirkülâsyon periyodunun varlığı o virusun, o vektör içinde çoğaldığına yani virusun propogatif olduğuna bir delil olarak ortaya konmaktadır. Bununla beraber uzun sirkülâsyon periyoduna sahip viruslar hariç bu periyodun varlığının çoğalmayı gösterip göstermeyeceği hâlâ daha minakâşa konusudur.

Sylvester (1969), aphid vektörü içinde bir virusun propogatif oluşuna delil olarak şu özellikleri sıralamaktadır :

- 1) Transstadial geçiş görülür,
- 2) Virus hemolymphe'ten ele geçirilebilir,
- 3) Sirkülâsyon periyodu vardır,
- 4) Sirkülâsyon periyodunun ortalama uzunluğu :
  - a) Beslenme veya enjeksiyonla verilen inokulum dozuna,
  - b) Çevre sıcaklığına,
  - c) Virüsü kazanma sırasında vektörün yaşına bağlıdır.
- 5) Vektörün inokule etme kapasitesine (nisbeten uzun zaman periyodu için kalabilir) bağlıdır.
- 6) Enjeksiyon ile virusun aphidden aphide, konsantrasyonda bir düşme olmaksızın seri nakledilmesine bağlıdır.

Bunun yanında, vektörün inokule etme kapasitesinin inokulum dozu ile pozitif korrelâsyona sahip olması, nakil hızında düşüş olan vektörlerin ilâve beslenmeleri sonucunda tekrar yüksek nakil potansiyeline sahip olmaları ve enjeksiyonla virusun aphidden aphide seri naklindeki negatif deneysel sonuçlar virusun, o vektör içinde çoğalmadığını gösteren özellikler olarak kabul edilmektedir.

Propogatif viruslar uzun sirkülasyon periyodu sırasında virus miktarındaki artış ile ve naklin, kazanma periyoduna bağlı olmaksızın görüldüğü şeklinde karakterize edilir. Bir virusun vektörü içerisinde propogatif olup olmadığına açıklığa kavuşmasında, son zamanlarda geliştirilmekte olan vektör doku kültürünün yardımcı olacağına inanılmaktadır (Paliwal ve Sinha 1970). Bu kültürün kullanılması ile propogatif bitki viruslarının izlenmesi ve teşhisi için daha iyi metodlar sağlanarak önemli pratik uygulamalara sahip olunacağı ümit edilmektedir. Virusun kısa zamanda ve hatta düşük konsantrasyonlarda izlenmesi gibi avantajlara sahip bu teknik yardımı ile vektör - virus ilişkileri ile ilgili olarak, serum kullanılarak veya simptomolojik olarak yapılan teşhislerde gözden kaçabilecek durumlar (bilhassa karantina yönünden) önlenecektir (Black, 1969).

## S U M M A R Y

## THE TRANSMISSION MECHANISM OF PLANT PATHOGENIC VIRUSES BY APHIDS

In this paper, the transmission mechanism of plant viruses by aphids and the relationship between them have been discussed under the light of literature.

The viruses which transmitted by the aphids are put into 2 categories :

1. Stylet - borne viruses
2. Circulative viruses

The first group is only transmitted by aphids. This type viruses can be acquired by probing superficially on an infected source plants by the aphids and then immediately transmitted to the healthy plants. The acquisition and transmission processes occur within seconds or minutes. The structure of the mouthparts of the aphids, the type of the penetration and the type of the salivary secretion of them take an important part of the transmission process.

The second group viruses are circulative ones. These viruses are ingested by aphids, accumulate in the vector, penetrate the intestinal wall and pass through the hemocoel of the insects to the salivary glands from which they are introduced into the plants with saliva, excreted via the mouthparts. This process requires about a day or more for circulative viruses.

In this paper, the progress on the virus - vector relationship has been mentioned, also.

## L I T E R A T Ü R

- AUCLAIR, J.L., 1963. Aphid feeding and nutrition. *Ann. Rev. Ent.*, **8**, 439-490.
- BLACK, L.M., 1969. Insect tissue cultures as tools in plant virus research. *Ann. Rev. Phytopat.*, **7**, 73 - 100.
- BRADLEY, R.H.E., 1952. Studies on the aphid transmission of a strain of henbane mosaic virus. *Ann. Appl. Biol.*, **39**, 78 - 97.
- , 1954. Studies of the mechanism of transmission of potato virus Y by the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulz.) (Homoptera : Aphidae). *Can. Jour. Zool.*, **32**, 64 - 73.
- , 1962. Response of the Aphid *Myzus persicae* (Sulz.) to some fluids applied to the mouthparts. *Can. Entomol.*, **94**, 707 - 722.
- , 1964. Aphid transmission of stylet - borne viruses. «Plant virology» (M.K. Corbett ve H. D. Sisler, editör). 148 - 174. Uni. Florida Press, Gainesville.
- , 1966. Which of an aphid's stylets carry transmissible virus? *Virology*, **29**, 396 - 401.

- , and R.Y. GANONG, 1955. Evidence that potato virus Y is carried near the tip of the stylets of the vector, *Myzus persicae* (Sulz). Can. Jour. Microbiol., 1, 775 - 782.
- CARTER, W., 1966. Insects in relation to plant disease. Interscience Publ. New York, 705.
- DE ZOETEN, G.A., 1968. Application of scanning microscopy in the study of virus transmission of aphids. Jour. Virology, 2, 745 - 751.
- DÜZGÜNEŞ, Z., 1957. Virus hastalıklarının haşerelerle nakli. Ank. Üni. Zir. Fak. yıllığı, 3, 272 - 284.
- , 1968. Bitki viruslarının arthropodlar ile taşınması. Ank. Üni. Zir. Fak. yıllığı, Yıl ; 18, 3 - 4, 350 - 370.
- ESAU, K., R. NAMBA and E. A. RASA, 1961. Studies on penetration of sugar beet leaves by stylets of *Myzus persicae*. Hilgardia, 30, 517-527.
- FORBES, A. R., and H. R. MACCARTHY, 1969. Morphology of the Homoptera, with emphasis on virus vectors. «Viruses, vectors and vegetation» (K. Maramorosch, editör). Interscience Publ. 211 - 234.
- HENNIG, E., 1963. Zum Probieren oder sogenannten Probesaugen der Schwarzen Bohnenlaus (*Aphis fabae* Scop.). Entomologia exp. appl., 6, 326 - 536.
- , 1966. Zur Histologie und Funktion von Einstichen der Schwarzen Bohnenlaus (*Aphis fabae* Scop.) in *Vicia faba* - pflanzen. Jour. Insect Physiol., 12, 65 - 76.
- IREN, S., 1967. Arthropodlarla geçen bitki virus hastalıklarının memleketimizdeki durumu. Bitki Koruma Bülteni, 7, 107 - 116.
- KENNEDY, J.S., M.E., DAY and V.F. EASTOP, 1962. A conspectus of aphids as vectors of plant viruses. Common Wealt Ins. Ent. 56 Queens Gate S. W. 7. London 114.
- KLOFT, W., 1960. Wechselwirkungen zwischen pflanzensaugenden Insekten und den von ihnen besogenen Pflanzengeweben. Teil II. Z. Angew. Entomol., 46, 42 - 70.
- KNOWLTON, G. F., 1925. The digestive track of *Longistigma carvabe* (Harris). Ohio Jour. Science. XXV, No. 5, 244 - 252.
- KYRIAKOPOULOU, P. E. and E. S. SYLVESTER, 1969. Vector age length of acquisition and inoculation access periods as factors in transmission of pea enation mosaic virus by the pea aphid. Jour. Econ. Ent., 62, 1423 - 1427.
- MAREK, J., 1961. Über das Einstich. und Saugverhalten der Zwiebellaus *Myzus ascalanicus* Doncaster. Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz., 68, 155 - 165.
- MCLEAN, D.L. and M. G. KINSEY, 1964. A technique for electronically recording aphid feeding and salivation. Nature, 202, 1358 - 1359.

- \_\_\_\_\_, 1965. Identification of electrically recorded curve patterns associated with aphid salivation and ingestion. *Nature*, **205**, 1130 - 1131.
- \_\_\_\_\_, 1967. Probing behavior of the pea aphid, *Acyrthosiphon pisum*. I. Definitive correlation of electronically recorded waveforms with aphid probing activities. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **60**, 400 - 406.
- MILES, P. W., 1965. Studies on the salivary physiology of plant bugs: The salivary secretion of aphids. *Jour. Insect Physiol.*, **11**, 1261 - 1268.
- \_\_\_\_\_, 1968. Insect secretions in plants. *Ann. Rev. Phytopath.*, **6**, 137 - 164.
- MITTLER, T. E., 1957. Sieve - tube sap via aphid stylets. *The Physiology of Forest trees*, Harvard, 401 - 405.
- NAULT, L. R. and G. G. GYRISCO, 1966. Relation of the feeding process of the pea aphid to the inoculation of the pea enation mosaic virus. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **59**, 1185 - 1197.
- \_\_\_\_\_, and W. F. ROCHOW, 1964. Biological relationship between pea enation mosaic virus and its vector the pea aphid. *Phytopath.*, **54**, 1269 - 1272.
- PALIWAL, Y. C. and R. C. SINHA, 1970. On the mechanism of persistence and distribution of barley yellow dwarf virus in an aphid vector. *Virology*, **42**, 668 - 680.
- PARRISH, W. B., 1967. The origin, morphology and innervation of aphid stylets (Homoptera). *Ann. Ent. Soc. Amer.*, **60**, 273 - 276.
- PETERS, D., 1971. Relationships between plant viruses and their aphid and leafhopper vectors. *Ann. Parasitologie*, **XLVI**, No. 3 bis, 233 - 242.
- ROBERTI, D., 1946. Monografia delli *Aphis (Doralis) fragulae* Koch. Parte I. Morfologia, Anatomia, Istologia. *Bolletino del Laboratorio di Entomologia Agraria di Portici*, **VI**, 127 - 312.
- ROCHOW, W. F., 1969. Specificity in aphid transmission of a circulative plant Virus «Viruses, vectors and vegetation» (K. Maramorosch: Editör). *Interscience Publ.*, 175 - 198.
- SAHTIYANCI, Ş., 1966. Patates stolbur virüsü ve Türkiye'de ilk müşahedesi. *Bitki Koruma Bülteni*, **6**, 24 - 30.
- SCHAEFFERS, G.A., 1966. How aphids feed? *Farm research*, **XXXII**, No. 1, 819.
- SHIKATA, E., K. MARAMOROSCH and R.R. GRANADOS, 1966. Electron Microscopy of pea enation mosaic virus in plants and aphid vectors. *Virology*, **29**, 426 - 436.
- STEGWEE, D. and M. B. PONSEN, 1958. Multiplication of potato leaf roll virus in the aphid *Myzus persicae* (Sulz.). *Ent. Exp. & appl.*, **1**, 291 - 300.
- SWENSON, K.G., 1957. Transmission of bean yellow mosaic virus by aphids. *Jour. Econ. Ent.*, **50**, 727 - 731.

- , 1968. Role of aphids in the ecology of plant viruses. *Ann. Rev. Phytopath.*, **6**, 351 - 374.
- SYLVESTER, E. S., 1962. Mechanism of plant virus transmission by aphids «Biological transmission of disease agents» (K. Maramorosch : Editör). Acad. Press, New York 11 - 13.
- , 1969. Virus transmission by aphids - A viewpoint. «Viruses, vectors and vegetation» (K. Maramorosch : Editör). Interscience Publ. 159-173.
- and J. RICHARDSON, 1966 a. Some effects on temperature on the transmission of pea enation mosaic virus and on the biology of the pea aphid vector. *Jour. Econ. Ent.*, **59**, 255 - 261.
- , 1966 b. «Recharging» pea aphids with pea enation mosaic virus. *Virology*, **30**, 592 - 597.
- VAN DER WANT, J. P. H., 1954. Onderzoekingen over virusziekten van de boon (*Phaseolus vulgaris* L.). H. Veenman and Zonen, Wageningen, 84.
- VAN DER WOLF, J.P.M., 1964. Virus transmission and vector control in seed potatoes. *Pflanzenschutz - nachrichten «Bayer»*, **3**, 113 - 184.
- ZETTLER, F.W. and R.E. WILKINSON, 1966. Effect of probing behavior and starvation of *M. persicae* on transmission of bean common mosaic virus. *Phytopath.*, **56**, 1079 - 1082.