



Derleme (Review)

Cilt 1 - Sayı 4: 133-140 / Ekim 2018

(Volume 1 - Issue 4: 133-140 / October 2018)

# HAVUÇLARDA KÖK HASTALIĞINA NEDEN OLAN PYTHIUM TÜRLERİ İLE İLGİLİ DÜNYADA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Senem TÜLEK<sup>1\*</sup>, Fatma Sara DOLAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 06172, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 06110, Ankara, Türkiye

**Gönderi:** 26 Nisan 2018; **Kabul:** 18 Eylül 2018; **Yayınlanma:** 01 Ekim 2018

**(Received:** April 26, 2017; **Accepted:** September 18; **Published:** October 01, 2018)

## Özet

Beslenmemizde önemli yer tutan havuç gerek tarlada gerekse depolandıktan sonra birçok patojen mikroorganizmanın etkisine maruz kalmaktadır. Havuç yetiştiriciliğinde sorun olan çok sayıda fungal patojen bulunmaktadır. Bu çalışmada havuçlarda kök hastalıklarına neden olan *Pythium* spp.'nin neden oldukları belirtileri tanıtmak ülkemizdeki ve dünyadaki son durumuna dair bilgi verilmesi amaçlanmıştır. Havuç fungal hastalıkları içerisinde önemli ekonomik kayıplara neden olan *Pythium* türleri bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri çökerten (damping of) etmeni olarak bilinen *Pythium* türleri; *Pythium irregulare* ve *Pythium ultimum*, köklerde geriye doğru ölüm etmenleri, *Pythium irregulare* ve *Pythium ultimum*, kavite lekesi (cavity spot) hastalığı etmenleri *Pythium sulcatum*, *Pythium violae*, *Pythium irregulare*, *Pythium sylvaticum*, *Pythium ultimum*, *Pythium colaratum*' dur.

**Anahtar sözcükler:** Havuç, *Pythium* spp., Kavite leke.

## Studies in the World Related to *Pythium* spp. Causing Root Diseases in Carrot

**Abstract:** The carrot which is important in our nutrition, exposed to many pathogenic microorganisms in field and storage. There are many fungal pathogens cause problems in carrot production. This study purposed to give information about *Pythium* species that cause root disease and symptoms, in our country and the world. *Pythium* species cause significant economic losses in carrots fungal diseases. The most important *Pythium* species known as damping-of disease *Pythium irregulare* and *Pythium ultimum*, cavity spot disease agents; *Pythium sulcatum*, *Pythium violae*, *Pythium irregulare*, *Pythium sylvaticum*, *Pythium ultimum*, *Pythium colaratum*, root dieback; *Pythium irregulare* and *Pythium ultimum*, among these.

**Keywords:** Carrot, *Pythium* spp., Cavity spot

\*Corresponding author: Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 06172, Ankara, Türkiye

Email: senem.tulek@tarim.gov.tr (S. TÜLEK)

## 1. Giriş

Havuç (*Daucus carota* var. *sativus*) şemsiyegiller (Umbelliferae-Apiaceae) familyasından ve anayurdu Orta Asya ve Yakın Doğu olan, tohumla üretimi yapılan, etlenmiş kökleri yenilen iki yıllık bir sebze türüdür (Yanmaz, 1994).

Havuçlarda verim kayıplarına sebep olan en önemli kök ve kök boğazı hastalıkları; siyah çürüklük (*Alternaria radicina* Meier, Drechsler & Eddy), kavite lekesi (*Pythium* spp.), pamuksu çürüklük (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary,, *Sclerotinia minor* Jagger ), taç çürüklüğü (*Rhizoctonia solani* Kühn.), çökerten (*Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*), *Fusarium* kuru çürüklüğü (*Fusarium avenaceum* Fr. Sacc.), *Phytophthora* kahverengi kök çürüklüğü (*Phytophthora* spp.), kök geriye doğru ölümü (*Pythium* spp.), *Pythium* kök çürüklüğü (*Pythium* spp.), mor kök çürüklüğü (*Helicobasidium brebissonii* Desm. Donk, *Rhizoctonia solani*), kök boğazı çürüklüğü (*Rhizoctonia* spp.), krater çürüklüğü *Rhizoctonia carotae* (Rader) olarak bildirilmektedir. Havucun toprak üstü kısımlarında zarara neden olan önemli fungal hastalıkları ise *Alternaria* yaprak yanıklığı (*Alternaria dauci* Kuhn), *Cercospora* yaprak yanıklığı (*Cercospora carotae* Pass.) ve külleme (*Erysiphe heraclei* DC.) olarak belirtilmiştir (Davis ve Raid, 2002).

Bu derlemede, havuç fungal hastalıkları içerisinde önemli ekonomik kayıplara neden olan *Pythium* türlerinin oluşturduğu hastalıkları hakkında bilgi verilmesinin yanında ülkemizdeki ve dünyadaki son durumuna dair bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Havuçlarda Hastalığa Yol Açan *Pythium* spp.

*Pythium* spp. havuç yetiştirilen alanlarda oldukça yaygın görülen kök hastalığı etmenleri arasındadır. Dünyada en çok görülen türler; çökerten (damping of) etmeni olarak bilinen *P.irregulare* Buisman ve *P. ultimum* Trow, köklerde geriye doğru ölüm etmenleri *P. irregulare* ve *P. ultimum*, kavite lekeli hastalığı etmenleri *P. sulcatum* Pratt and Mitchell, *P. violae* Chesters & Hickman, *P.irregulare*, *P.sylvaticum* Campel& Hendrix, *P. ultimum*, *P. colaratum* Vartaja' dır (Davis ve Raid, 2002).

Dünyada havuçlarda hastalığa yol açan *Pythium* türleri üzerine yapılan çalışmalar başlıca; havuç yüzeyinde belirtilen hastalığa neden olan *Pythium* türlerini belirlemek, elde edilen izolatlarla patojenisitesini doğrulamak, *Pythium* spp.'nin salgıladığı enzimler ile hücre duvarını bozulması arasındaki ilişki, mücadelesi ve yönetimi ile yeni tanı çalışmalarında moleküler tekniklerin kullanılması konularında yapılmaktadır.

### 2.1. *Pythium* spp.'nin Neden Olduğu Hastalıklar

Toprak kökenli fungal bir etmen olan *Pythium* spp. çok geniş konukçu dizisine sahip kozmopolit bir patojendir. Birçok bitkide çökerten, fidelede kök ve gövde çürüklüğü, tarlada ya da hasattan sonra depolama

sırasında yumuşak çürüklüklere neden olmaktadır.

Havuç yetiştirilen alanlarda oldukça yaygın görülen *Pythium* spp.' nin sebep olduğu hastalıklar kavite lekeli, köklerde geriye doğru ölüm ile kahverengi çürüklük ve çökerten hastalıklarıdır.

#### 2.1.1. Kavite Lekesi (Cavity Spot)

Havuçlarda "kavite lekeli" hastalığına neden olan en önemli *Pythium* türleri *P. sulcatum*, *P.violae*, *P. coloratum*, *P. irregulare*, *P.sylvaticum*' dur. Hastalığa Avusturalya, Kanada, Fransa, İngiltere, Norveç ve Amerika' da olmak üzere havuç üretilen çoğu yerde rastlanılmıştır. Bu hastalığın şiddetli seyrettiği tarlalarda hasat yapılamayıp bu alanlar olduğu gibi terk edilmiştir. Bazı kaynaklarda hastalığın adı "horizontal lezyonlar" olarak da geçmektedir (Davis ve Raid, 2002).

Guba ve ark. (1961) kavite lekeli hastalığına neden olan *Pythium violae*' nin havuçlarda gözle görülen çökük, eliptik, gri ve daha sonra koyulaşan lezyonlara neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu kök bozukluklarının sebebi Groom ve Perry (1985) tarafından tespit edilmiş ve daha sonra White, 1988 yılında Avrupa'da yavaş gelişen bu hastalığın en önemli etmenlerinin *P. violae* ve *P. sulcatum* olduğunu bildirmiştir. Daha sonraki yapılan çalışmalarda ise hızlı gelişen *Pythium* spp.' nin de rolü olduğu görülmüş ve Amerika da kavite lekeli hastalığının en önemli etmenlerinden birinin *P. ultimum* olduğu belirtilmiştir. Daha sonraları hastalığın hızlı gelişen *Pythium* spp.'nden *P. coloratum* (El-Tarabily ve ark., 1996)' u da içerdiği araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur.

Kavite lekeli olarak isimlendirilen bu hastalığın belirtisi kök yüzeyinde etrafı açık sarı bir hale ile çevrilmiş kahverengi-siyah (Şekil 1), çökük eliptik lekeler olarak karakterize edilmektedirler (Vivoda ve ark., 1991). Hastalığın belirtileri yapraklarda görülmez ve hasattan sonra yıkanmış havuçlarda ortaya çıkar (Benard ve Punja, 1995).



Şekil 1. Havuçlarda kavite lekeli hastalığının belirtileri (Anonim, 2013)

Kolombiya'da 1989 ve 1992 yıllarında yapılan çalışmada havuç yetiştirilen alanlarda bu belirtiyi gösteren havuçlardan 120 tane *Pythium* izolatu elde edilmiştir. Havuç fideliklerinden, olgun havuç köklerinden ve havuç yetiştirilen topraklardan alınan örneklerden elde edilen çok sayıda *Pythium* türünden 8 tanesinin havuçlarda patojen olduğu belirtilmiştir. Bunlar; *P.violae*, *P. sulcatum*, *P. ultimum* var. *ultimum*, *P. irregulare*, *P.*

*sylvaticum*, *P. acanthicum*, *P. paroeacandrum*, *Pythium mamillatum*' dur. Kavite hastalığı etmenlerinden olan *P. violae*, *P. sulcatum*, *P. ultimum* var. *ultimum*' un virulensliklerinin yüksek olduğu da bu çalışmada belirtilmiştir. Yapılan sera testlerinde optimum 15 °C toprak sıcaklığı ve yüksek toprak nemi bu hastalık için uygun faktörler olarak bildirilmektedir (Benard ve Punja, 1995).

Güney Avusturalya'da yapılan bir çalışmada kavite lekesi olan havuçlardan yapılan izolasyonlar sonucunda elde edilen 170 adet *Pythium* izolatının *P. coloratum* ve *P. sulcatum* olduğu bildirilmiştir. Yapılan patojenisite testinde *P. coloratum* izolatı ile inokule edilen havuçlarda büyük, kahverengi-siyah, çökmüş lekeler meydana geldiği, *P. sulcatum*' un ise birkaç küçük lezyon oluşturduğu belirtilmiştir. Yapılan sera testinde ise *P. coloratum*' un patojen olduğu ve bu çalışmanın bu bölge için ilk kayıt niteliği taşıdığı bildirilmiştir (El-Tarabily ve ark., 1996).

Hastalığın yaygın olarak görüldüğü ülkelerden biri olan Kanada'da yapılan çalışmada kavite lekesi olan havuçlardan yapılan izolasyonlar sonucunda elde edilen 248 *Pythium* izolatının DNA sekans analizleri yapılarak tanıları yapılmıştır. Havuç üretimi yapılan farklı tarlalardan elde edilen izolatların büyük çoğunluğunu *P. sulcatum* ve *P. sylvaticum* oluşturmakla beraber *P. debaryanum*, *P. macrosporum*, *P. dissotocum*, *P. attrantheridium*, *P. rostratum*, *P. acanthicum* türleri de havuçta bu hastalığa sebep olan etmenler olarak bildirilmiştir (Allain-Boule ve ark., 2004).

### 2.1.2. Köklerde Geriye Doğru Ölüm

Havuçlarda "köklerde geriye doğru ölüm" (çatallaşma) hastalığına neden olan en önemli *Pythium* türleri; *P. sulcatum*, *P. violae*, *P. debaryanum*, *P. irregulare*, *P. sylvaticum*' dur (Davis ve Raid, 2002).

*Pythium* spp., köklerde geriye doğru ölüm, çatallaşma ve çıkıntılara sebep olmaktadır. Tarlalarda hastalık oranı az olmasına rağmen havucun şeklini değiştirmekte ve pazar değerini düşürmektedir. Eğer kökün tepe noktası ölürse kök yalnızca birkaç mm uzayabilmekte ve uç büyümesi başarısız olmaktadır. Kazık kök ya yanlara doğru uzamakta ya da çatallaşma gerçekleşmektedir (Şekil 2). Hastalık ilerlediği takdirde ise bitki ölmektedir (Liddell ve ark., 1989).



Şekil 2. Havuçlarda çatallaşmış kök yapısı (Anonim 1998)

Havuç tohumları çimlendiği zaman, oosporlar ve hifal şişkinlikler çimlenmek ve enfeksiyon yapabilmek için fidelerden çıkan sıvıyla uyarılmaktadırlar. Eğer patojen, tohum çimlendikten sonra iki hafta kök bölgesinde kalırsa ana kök ölmekte ve yan kök oluşumu uyarılmaktadır. Hastalığın şiddeti *Pythium* sporlarının topraktaki yoğunluğuna ve buna ek olarak toprak şartlarına veya topraktaki hasat artıklarına varlığına bağlıdır. Hastalığın yoğun olduğu alanlarda ürün değişimine gidildiğinde yeni fideler hastalıktan etkilenmektedir (Davis ve Nunes, 1999; Davis ve Raid, 2002).

Havuçlarda geriye doğru ölüm hastalığının *Pythium* spp. ile olan ilişkisi Ontario' da (Kanada) Kalu ve ark. tarafından 1976 yılında araştırılmıştır. *Pythium* spp. İzolatları, hastalıklı havuç köklerinden ve bazı yabancı otlardan elde edilmiştir. İzolatlar tanımlanmış, patojenite testleri yapılmış ve türleri belli olmayan *Pythium* izolatları kayıt altına alınmıştır. Teşhis çalışmaları sonucunda *P. irregulare*, *P. sylvaticum*, *P. sulcatum*, *P. torulosum*, *P. intermedium*, *P. afertile* etmenleri tespit edilmiştir. Havuç köklerinde yapılan patojenisite testlerinde *P. sulcatum* ve *P. irregulare* ile inokulasyonlu havuçlarda geriye doğru ölüm görülmüştür. Yapılan bu çalışma 1970 yılında Midenhall ve ark. tarafından yapılan çalışma ile paralellik göstermektedir. Havuçlarda köklerde hastalık etmeni olarak *P. debaryanum* olarak tanımlanan etmen 1971 yılında *P. sylvaticum* olarak değiştirilmiştir (McElroy ve ark., 1971).

Howard ve ark. (1978) tarafından Kuzey Amerika'da toprak nem tansiyonu eşit olan bölgelerde havuç fidelerinde çıkış öncesi çökerten ve köklerde geriye doğru ölüm belirtisi gösteren havuçlardan *P. irregulare*, *P. sulcatum* ve *P. sylvaticum* türleri tespit edilmiştir. *P. irregulare* ve *P. sulcatum* ile bulaşık topraklardaki havuçlarda yoğun olarak geriye doğru ölümler gözlenmiştir. Bu türler aynı zamanda çıkış öncesi çökertene de yol açmaktadır. Kuzey Amerika'nın Wisconsin bölgesinde organik topraklarda eşit olmayan toprak sıcaklığının *Pythium* spp.'nin sebep olduğu çıkış öncesi çökerten ve çıkış sonrası geriye doğru ölüm hastalığı ile ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmanın sonunda *P. irregulare*, *P. sulcatum* ve *P. sylvaticum* en çok belirlenen etmenler olmuştur. *P. irregulare* ve *P. sulcatum*'un köklerde hem çıkış öncesi çökertene hemde geriye doğru ölüm hastalığına neden olduğu *P. sylvaticum*'un ise yalnızca çökertene neden olduğu bildirilmiştir.

Liddell ve ark., 1989 yılında Kaliforniya' da yaptıkları çalışmada çatallı ve cüce kalmış birçok havuçta belirtilere neden olan etmenlerin *P. irregulare* ve *P. ultimum* olduğunu tespit etmişlerdir. Enfekteli topraklarda geliştirdikleri fidelerin yaklaşık olarak % 80' den fazlasında ölüm meydana gelmiştir. Yüksek toprak sıcaklığı ve ağır topraklar *P. ultimum*'un sebep olduğu hastalığın şiddetini artırmıştır. Havuç fidelerinde yapılan patojenisite çalışmalarında *P. ultimum*, *P. irregulare* ve *P. aphanidermatum* yüksek derecede virulent bulunurken

*P. vexans* ve *P. oligandrum*'un virulensi düşük bulunmuştur.

### 2.1.3. Kahverengi Çürüklük ve Çökerten Hastalığı

Hastalığa neden olan etmenler *P. sulcatum*, *P. irregulare*, *P. mastophorum*, *P. ultimum* ve bunların yanında *Rhizoctonia solani*' dir. Köklerde kahverengi çürüklüklere yol açan etmenlerden biri olan *P. sulcatum* ilk olarak Wisconsin ve Florida' da kayıt altına alınmıştır (Pratt ve Mitchell, 1973). Etmen ayrıca kavite lekeli hastalığı yüzünden Amerika ve İngiltere' de büyük kayıplara yol açmıştır (Lyons ve White, 1992). Bunlara ilaveten Zamski ve Perez (1996) havuç yetiştirilen yoğun enfeksiyonlu bölgelerde bu hastalığı hasat sonrası görülen hastalık olarak da tanımlamışlardır.

Kahverengi çürüklük nedeniyle Japonya'nın Chiba bölgesinde yetiştirilen yazlık ve kışlık olgun havuçlarda önemli ürün kayıpları meydana gelebilmektedir. Kahverengi çürüklüğe neden olan etmen *P. sulcatum* olduğu yapılan izolasyonlar sonucunda belirlenmiştir. Hastalık etmeninin yalnızca köklerde patojen olduğu, yazlık havuçlarda 3- 5 mm çapında sulu-kahverengi, yuvarlak veya eliptik lezyonlar oluştuğu ve zamanla bu alanlarda bir yumuşama ve çürüme olduğu belirtilmiştir. Kışlık havuçlarda ise 2- 3 mm çapında küçük açık kahverengi çökük noktacıklar halinde lezyonlar oluştuğu, bunun yanı sıra ana kökte dikey çatlamlar olabildiği ve yan köklerde renk değişikliği sonunda çürümeler görüldüğü belirtilmiştir (Nagai ve ark., 1986). *P. sulcatum*'un agar ortamında yavaş gelişmesi nedeni ile topraktan izolasyonunun oldukça zor olduğu bildirilmektedir. Seçici ortamlarda aynı habitatta, aynı toprakta bulunan diğer *Pythium* spp. tarafından baskılanmaktadırlar. Bu yüzden etmen hakkında bilinenler oldukça azdır ve topraktan teşhis çalışmaları oldukça zor ve hasastır (Kageyama ve ark., 1996).

Umbelliferae familyasına ait bitkilerin yetiştirildiği bölgelerde yaygın olarak görülen hastalıklardan bir diğeri de çökertendir. Havuç yetiştirilen alanlarda özellikle fideliklerde aniden hızlı bir şekilde boş alanların oluşması "çökerten" olarak adlandırılmaktadır. Enfeksiyonlu tohumlar çimlenemez ve fideliklerde boş alanlar oluşur. Enfeksiyon hızla yayılır ve fidelilerin ölümüne yol açar. Enfeksiyona sıklıkla kök boğazı kısmında karşılaşılır. Enfeksiyondan sonra hayatta kalan havuç fidelerinde daha sonra geriye doğru ölümler görülmektedir. Soğuk, nemli, zayıf drenajlı topraklar hastalık için en uygun koşullardır. Etmen, tohumlarda çimlenmeyi geciktirirken fide gelişimini de yavaşlatmaktadır (Davis ve Raid, 2002).

### 2.2. Hastalıklara Neden Olan *Pythium* spp.

#### 2.2.1. *Pythium sulcatum* Pratt Mitchell

Patates havuç agar (PCA) ortamında koloniler agar üzerinde ıslanmış gibi bir görünümde, Patates dekstroza agar (PDA)' da ise radyal bir görünüme sahiptir. Hifleri 7 µm genişliğinde, appresoriyumu sosis şeklinde olup zincir yapısındadır. Hifal şişkinlikler yarı küresel, elongate, obpyriform, oval veya fıstık şeklinde, 45x26 µm

boyutlarındadır. Oogonial sap bazen oluşur ve oogoniumun altında çeşitli mesafelerdedir. Sporangium ipliğimsi vejetatif hiflerden farklılaşmamıştır. Zoospor üretimi 20 °C' de gerçekleşmektedir. Enkistleşmiş zoosporlar 9-13 µm çapındadır. Oogoniumları terminal veya interkalar, yarı küresel, düz duvarlı, ortalama 16,5 µm çapındadır. Her oogonium anteridyumla birleşik, monoclinous ve diclinous, , anteridyal hücreler çeşitli büyüklükte, genellikle büyük, oogoniumun çepecevre sararak şekillenmiş, hafif katmanlı, bazen daha küçük, klavate veya eğri (kanca) boyunludur. Oosporları aploerotik (Şekil 3.a), 13-18 µm çapında, duvar kalınlığı ise 1-15 µm' dir (Van der Plaats-Niterink, 1981; Ali-Shtayeh, 1986).

#### 2.2.2. *Pythium ultimum* Trow

Mısıru unu agar (CMA)' da yoğun havai miseller oluşturur. Hifleri yaklaşık 4 µm genişliğindedir. Sporangiumları küreseldir ve direk çimlenir. *P. ultimum* var. *ultimum* ise nadiren sporangium oluşturur. Küresel, interkalar, bazen terminal, 20-35 µm çapında hifal şişkinlikleri bulunmaktadır. Oogoniumları terminal bazen de interkalar, düz, yaklaşık 21,5 µm çapında (Şekil 3.b), anteridyumları genellikle monoclinous, her oogonium 1-3 antheridyumludur. Oosporları aploerotik, 13-24 µm, duvar kalınlığı ise 1-1,5 µm'dir. Optimum gelişme sıcaklığı 25 °C'dir. CMA da günlük gelişimi 14 mm'dir (Van der Plaats-Niterink, 1981).

#### 2.2.3. *Pythium violae* Chesters and Hickman

CMA ortamında kolonileri 25 °C de havai miseller oluşturur, PCA da ise radyal bir görünüme sahiptir. Hifleri yaklaşık 6 µm genişliğindedir. Terminal ve interkalar 27,5 µm çapında hifal şişkinlikleri vardır. Oogoniumları saplı, küresel, terminal veya interkalar, düz duvarlı yaklaşık 29,5 µm çaplıdır. Her oogoniumu 1-8 antheridyumludur. Anteridyumu monoclinous'dur. Oosporları aploerotiktir ve aploerotik indeksi % 65 den büyüktür. Oospor çapı yaklaşık 26,5 µm'dur. Sporangiumları bilinmemektedir (Van der Plaats-Niterink, 1981).

#### 2.2.4. *Pythium coloratum* Vartaja

CMA da belli belirsiz krizantem şeklinde koloni oluştururlar. Havai miselyum oluşumu yoktur. Hifleri yaklaşık 3-6 µm genişliğindedir. Sporangiumları filamentous, terminal veya interkalar, hafifçe şişkindir. Oda sıcaklığında vesikal oluşturur ve çapı yaklaşık 55 µm' dur. Oogoniumları terminal veya interkalar, küresel veya pyriform, düz bazen de papillalı, yaklaşık 17-23 µm çapındadır. Anteridyumu diclinous ve monoclinous'dur, Oosporları aploerotik, 12-19 µm çapında duvar kalınlığı ise 1-2 µm'dur (Şekil 3.c). Optimum gelişme sıcaklığı 25°C' dir. CMA da günlük gelişimi 13,8 mm'dir (Van der Plaats-Niterink, 1981; Ali-Stayeh, 1986).

#### 2.2.5. *Pythium debaryanum* Hesse

CMA da kolonileri özellikle petrinin kenar kısımlarına doğru havai miseller oluşturur. Hifleri yaklaşık 3,4 µm genişliğindedir. Sporangiumları terminal veya interkalar, küresel veya yarı küreseldir. 5-15 °C de zoospor

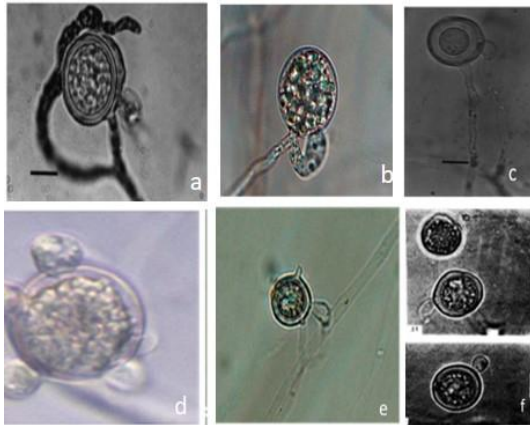
üretirler. Oogoniumları terminal, küresel, ve çapı yaklaşık 16-25 µm' dir. Antheridyumu çoğunlukla monoclinous'dur ve her oogoniumda 1-3 antheridyum bulunur (Şekil 3.f). Oosporları aploerotik, 15-20 µm çapındadır. Optimum gelişme sıcaklığı CMA' da 25°C ve gelişme oranı da 23,8 mm'dir (Van der Plaats-Niterink, 1981; Ali- Shtayeh, 1986).

### 2.2.6. *Pythium sylvaticum* Campell & Hendrix

Etmen CMA'da beyaz pamuğumsu havai miseller oluşturur. PCA ortamında radyal bir görünümü vardır. Hiflerin genişliği 11 µm' dir. Appressoriumları basit veya kompleks, klavat veya orak şeklindedir. Sporangium ve zoospor üretmezler. Hifal şişkinlikleri genellikle küresel ve limoniform şeklinde, interkalar veya terminal, yaklaşık 32 µm'dir. Oogoniumları düz, terminal veya interkalar yaklaşık 19,3 µm çapındadır. Her oogonium 2-4 anteridyumlu diclinous'dur. Oosporu aploerotik 16,5 µm ve duvar kalınlığı 1-2 µm'dir. 25 °C de günlük gelişimi 23,7 mm'dir (Van der Plaats-Niterink, 1981; Ali- Shtayeh, 1986).

### 2.2.7. *Pythium irregulare* Buisman

Etmen CMA'da yoğun miktarda havai miseller oluşturur. Hiflerin genişliği 3,3 µm'dir. Sporangiumları küresel, yaklaşık 25 µm çapında, terminal ve interkalardır. 10-15 °C' de zoospor üretirler. Küresel, düzensiz 25 µm çapında hifal şişkinlikleri mevcuttur. Oogoniumları düz, çeşitli şekillerde (kısa, konik veya parmak şeklinde) ve 18,5 µm çapındadır. Antheridyumları genellikle monoclinous, her oogonium 1-3 antheridyumlu, genellikle saplı ve bu saplar bazen dallara ayrılmıştır. Oosporları aploerotik, yaklaşık 10-18 µm çapındadır (Şekil 3.e). Optimum 30 °C de gelişir. CMA' da 25 °C'de günlük gelişme oranı 11 mm'dir (Van der Plaats-Niterink, 1981; Ali- Shtayeh, 1986).



**Şekil 3.** (a) *Pythium sulcatum*' un aploerotik oosporu, (b) *Pythium ultimum*' un düz duvarlı oogonium yapısı (Kageyama, 2014), (c) *Pythium coloratum*' un aploerotik oosporu ve antheridyumu (El-Tarabily ve ark., 1996), (d) *Pythium sylvaticum*' un oogonium yapısı (Anonim 2010), (e) *Pythium irregulare*' nin aploerotik oosporu (Kageyama, 2014), (f) *Pythium debaryanum*' un oogonium ve antheridyumları (Ali- Shtayeh, 1986)

## 2.3. *Pythium* spp.' nin Tehisinde Alternatif Metotlar Üzerine Çalışmalar

*Pythium* spp. klasik metotlarla; ortamda çok yavaş gelişmeleri, bu süre zarfında diğer funguslar tarafından baskılanmaları, seçici ortamların zahmetli ve yetersizliği gibi sebeplerle tespit edilmesi zordur. Tespit ve teşhisi kolaylaştırmak için klasik teşhis metotlarına tamamlayıcı olarak serolojik testler ve daha hassas DNA tabanlı metotlarla da çalışmalar yürütülmüştür.

### 2.3.1. Serolojik Yöntemler

Serolojik yöntemlerde antijen ve antikor arasındaki ilişkiler ele alınmaktadır. Lyons ve White (1992) tarafından havuç dokusunda hastalık yapan türler üzerinde yapılan çalışmada *P. sulcatum* için poliklonal antiserumlar üretilmiş ve ELISA testi ile *P. violae* ve *P. sulcatum* pozitif reaksiyon vermiştir.

White ve ark. (1994) tarafından çapraz reaksiyona giren türe özgü *P. sulcatum* etmeni için monoklonal antiserum üretilmiştir. Takenaka ve Kawasaki (1994) tarafından türler arası polimorfizm ve tür içi kararlılıkta hücre duvarı proteinlerinin tuz ekstraktı ile elektroforetik görüntüleri tespit edilerek altı *Pythium* sp.'nin sınıflandırması başarılmıştır.

Kageyama ve ark. (2002) tarafından Japonya'da kavite leke hastalığına neden olan *P. sulcatum* etmeninin tespitinde kullanılacak, etmenin antijenlerine karşı monoklonal antiserumlar üretilmiştir. Monoklonal antiserumlar toprak kaynaklı 26 izolattan yedi adet *P. sulcatum* izolatına yüksek hassasiyet göstermiştir. ELISA testlerinde *P. aristosporum*, *P. myriophyllum* ve *P. zingiberum* zayıf reaksiyon göstermiştir.

### 2.3.2. Moleküler Çalışmalar

Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ve sekans analizi, etmen DNA sınıfının belirli bir bölgesinin nükleotid dizilerinin saptanmasında geliştirilen tekniklerdir. DNA dizi analizi bir ucu aynı olan ve bir nükleotid farkı ile uzunlukları değişen oligonükleotitleri ayırabilme tekniğine dayanır.

Wang ve White, 1996 yılında *P. violae*' nin spesifik primerlerini geliştirmiş, 2003 yılında Wang ve ark. türe özgü PCR çalışmalarını *P. sulcatum* türünü de içeren birkaç *Pythium* sp. için uygulamıştır. *P. aphanidermatum* direkt bitki dokusundan, *P. dimorphum* topraktan belirlenmiştir. *P. sulcatum*, *P. violae*, *P. coloratum*, *P. mamillatum*, *P. aphanidermatum*, *P. oligandrum* havuçtan elde edilen ve primer tasarımı yapılan türlerdir (Wang ve ark., 2003).

2004 yılında 116 *Pythium* izolatının filogenetik çeşitliliği, ITS primerleri kullanılarak PCR amplifikasyonları ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen PCR ürünlerinin DNA sekansları çıkarılmıştır. İzolatlar arasındaki genetik farklılıkları araştırabilmek amacıyla sekansların filogenetik analizleri yapılmış ve dendrogram oluşturularak farklılıklar değerlendirilmiştir. Çalışmada mevcut 40 tanımlı tür, 20 kadarı ise GenBank tarafından yeni tanımlanan türler bulunmuştur (Lévesque ve Cock, 2004).

Klemsdal ve ark. (2008) tarafından Norveç’de havuçlarda kavite lekesine sebep olan *Pythium* spp.’ni tanımlamak için yapılan moleküler çalışmalarda lezyonlu dokulardan elde edilen *Pythium* izolatları ve enfeksiyonun görüldüğü alandan toplanan topraklar kullanılmıştır. 28 izolatin DNA’ sı ITS bölgesine spesifik primerler ITS1 ve ITS4 kullanılarak PCR amplifikasyonu yapılmıştır. Analiz sonuçlarında *P. intermedium*, *P. sulcatum*, *P. sylvaticum*, *P. violae* ve *P. vipa* türleri tespit edilmiştir.

Avusturalya’da havuçlarda hastalığa neden olan *Pythium* spp.’ni belirlemeye yönelik çalışmada RAPD tekniği kullanılmıştır. Moleküler tanımlamada ITS1 ve ITS4 primerleri kullanılarak DNA amplifikasyonu gerçekleştirilmiştir. Amplifikasyon ürünleri Taq1, EcoR1 ve HaeIII restriksiyon enzimleri ile kesilmiştir. *P. sulcatum* olarak tanımlanan izolatlar RAPD analiziyle birlikte karşılaştırılmıştır (Davinson ve ark., 2003).

Morfolojik kriterlerle teşhisi zor olan *Pythium* spp.’nin ayrımını yapabilmek için RFLP analizine dayalı rDNA ITS bölgesi universal primerler eşliğinde amplifiye edilmiştir. *P. ultimum* izolatlarından birinin ITS bölgesi üzerinde kesilen bölgeler haritalanmıştır. Diğer 24 *Pythium* izolatu da dot blot hibridasyonu ile testlendiğinde; Sr DNA alt birimi ve 5.8 S gen arasında ITS bölgesinden kesilen problemlerin yüksek derecede *P. ultimum*’a karşı türe özgü, spesifik olduğu bildirilmiştir. Çalışmada 13 izolat *P. ultimum* (var. *ultimum* and var. *sporangiferum*) olarak belirlenmiştir (Lévesque ve ark., 1994).

Ribozomal DNA’nın ITS bölgesi kullanılarak RFLP analizine dayalı *Pythium* türlerinin moleküler karakterizasyonu 1997 yılında Wang ve White tarafından da yapılmıştır. Farklı *Pythium* spp.’den oluşan 36 izolatin ITS bölgeleri ITS 1 ve ITS 4 primerleri kullanılarak amplifiye edilmiştir. Amplifiye edilen ürünler CfoI, EcoRI, HaeIII, HindIII, HinfI, TaqI ve MboI restriksiyon enzimleri ile kesilerek sekans çeşitliliği değerlendirilmiştir. Çalışma da birçok *Pythium* türünün ayrımının 4 restriksiyon enzimi (CfoI, HinfI, MboI ve TaqI) kullanılarak yapılabileceği bildirilmiştir (Wang ve White, 1997).

### 3.Havuçlarda Hastalıklara Neden Olan *Pythium* spp.’nin Mücadelesi Üzerine Çalışmalar

#### 3.1. Dayanıklılık ve Çeşit Çalışmaları

*Pythium* tarafından hastalandırılan bitkilerde lezyonların etrafında birtakım madde birikimi ve sentezi olmaktadır. Kavite lekesi ile ilgili yapılan çalışmalarda inokulasyonlu havuçlarda phenylalanine-ammonia lyase (PAL) aktivitesinin iki hafta da üç kat artışı bildirilmektedir. Artan PAL aktivitesi lezyon etrafında lignin ve fenol bileşiklerinin birikimine neden olmaktadır. Böylece bitki lignin varlığında kimyasal ve fiziksel bir koruma sağlanmış olmaktadır (Zamski ve Peretz, 1996). Cooper

ve ark. (2004) tarafından kavite leke hastalığına sebep olan *P. violae*’nin morfolojik ve biyokimyasal olarak havuç çeşitleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Hastalığa karşı ticari havuç çeşitlerinden Bertan en hassas çeşit, bunu sırasıyla Bolero, Narbonne ve Purple Turkey çeşidinin izlediği tespit edilmiştir. Ticari havuçlardan Bolero ve Bertan çeşidinin enfeksiyonun ilk yedi günü boyunca phenylalanine-amonia lyase (PAL) ve kitinaz aktivitesi düşük kalmıştır.

#### 3.2. Kültürel Önlemler

Oomycetes grubunun sebep olduğu hastalıkların olduğu alanlarda toprağın aşırı su tutması engellenmelidir. Yüksek kil içeriği olan alanlarda havuç üretimi yapılmamalıdır. Kötü drene edilmiş ve su birikintilerinin olduğu alanlar bu etmenlerin sebep olduğu hastalıklar için elverişlidir. Havuç yataklarının yükseltilmiş olması çatalaşma ve kök hastalıkları oranını azaltmaktadır (Howard ve ark., 1994).

#### 3.3. Biyolojik Mücadele

*Pythium* spp.’ne karşı biyolojik kontrol 40 yıl öncesine dayanmaktadır. Antagonistlerin popülasyonu (*Penicillium* ve *Trichoderma*) topraktaki *Pythium* varlığıyla ters orantılıdır. (Watson, 1966).

1997 yılında El- Tarabily ve ark. tarafından havuç rizosferinden *Actinomyces* sınıfına ait olan bakteriler izole edilmiştir. Kavite leke hastalığına sebep olan *P. coloratum* ile antogonistik ilişkileri araştırılmış ve 42 izolat elde edilmiştir. *Actinoplanes philippincnsis* ve *M. carbonacea*, *P. coloratum*’un oosporları ve hifleri üzerinde epifitik olarak var oldukları belirtilmiştir. Patojenin oosporlarının dış yüzeyinde hem hiperparazit olarak kolonize olur, hifler oosporun duvarını bobin gibi sarar hem de oosporun stoplazmasının çökmesine neden olur. Sera şartlarında yapılan çalışmalarda inokulasyonlu topraklarda *Streptomyces janthinus* ve *Streptosporangium albidum*’un etkili türler olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma *Pythium* türleri ile biyolojik mücadelede *Actinomyces* türlerinin kullanabileceği konusunda ilk kayıt niteliğinde olmuştur.

#### 3.4. Kimyasal Mücadele

Kavite lekesi hastalığı Kanada’da bir çok alanda ürün kayıplarına yol açtığı için mücadelesinde kültürel önlemlerin yanı sıra Oomycetes grubu patojenlere etkili sistemik bir fungusit olan Metalaxyl kullanılmaktadır. White ve ark. (1988) tarafından üç yıl boyunca 17 *Pythium* spp.’den oluşan toplam 261 izolat üzerinde Metalaxyl konsantrasyonlarının hassasiyetini araştırılmıştır. Bazı *Pythium* spp.’nin petri çalışmalarında 5 µg/ml da bile gelişimleri dururken, bazı türlerin ise 100 µg/ml’e karşı direnç gösterdikleri ortaya çıkmıştır.

Kanada’da yapılan bir çalışmada kavite lekesi hastalığına karşı fungusitlerin etkileri değerlendirilmiştir. Araştırmacılar Qubec’in farklı alanlarından elde edilen *P. sulcatum*, *P. sylvaticum* ve *P. macrosporum* etmenlerinden oluşan 14 izolatin farklı, geniş spektrumlu ve Oomycetes sınıfına spesifik olan Chlorothalonil, Etridiazole,

Fludioxonil, Fosetyl-Al, Metalaxyl ve Zoxamide etkili maddeleri ile hassasiyetlerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Metalaxyl ve Zoxamid yüksek derecede etkili olurken Fludioxonil, Fosetyl-Al ve Chlorothalonil'in etkisiz olduğu belirlenmiştir. Sera şartlarında yapılan çalışmalarda ise *P. sulcatum* tarafından enfekteli havuçlarda yalnızca Zoxamide etkili olmuştur (Martinez ve ark., 2005).

Lu ve ark. tarafından Kaliforniya ve Michigan' da havuç üretilen alanlarda havuçlarda kavite lekesine sebep olan 172 *Pythium* izolatu toplanmış ve onların fungusitlere olan hassasiyetleri belirlenmiştir. İzolatların %85' i *P. violae* ve diğer izolatlar ise *P. irregulare*, *P. dissotocum* olarak tespit edilmiştir. İzolatların %93'ü Mefonoxama karşı hassas olarak belirlenmiştir. *P. dissotocum*, *P. irregulare*, *P. sulcatum* ve *P. intermedium* izolatlarının Fluopicolid' e duyarsız olduğu, aksine *P. sylvaticum*, *P. ultimum*, *P. violae* ve bazı *P. intermedium* izolatlarının ise hassas olduğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmada bütün izolatların Zoxamid'e karşı hassas olduğu tespit edilmiştir (Lu ve ark., 2012).

### 3.5. Tuz Uygulaması

Kavite lekesi gibi hastalıklar genellikle tarla şartlarında olgun havuçlarda ortaya çıkar ve depolarda lezyonlar genişlemeye devam eder (Howard ve ark. 1994). Fungusitlere alternatif olarak hasat sonrası havuçlarda kavite lekesi hastalığına ve patates kuru çürüklüğüne karşı sülfür içeren tuzların miseliyal gelişime olan etkileri araştırılmıştır. Özellikle *P. sulcatum'* a karşı *kalsiyum sülfat* ve amonyum sülfatın yüksek derecede miseliyal gelişimi engellediği tespit edilmiştir. Bu çalışma ile hasat sonrası çeşitli sülfat ve metabisülfatların organizmaların kontrolünde kullanılabileceği belirtilmektedir (Kolaei ve ark., 2012).

### 3.6 Bitki Ekstraktlarının Kullanımı

Fungusitlere alternatif olarak hasat sonrası havuçlarda kavite lekesi hastalığına karşı sulu baharat ekstraktlarının miseliyal gelişime olan etkisi incelenmiştir. Tarçın, muskat ve zencefil, *Aspergillus niger*, *Fusarium sambucinum*, *P. sulcatum* ve *Rhizopus stolonifer'* in miseliyal gelişimini engellerken, siyah turp ekstratı herhangi bir patojen üzerinde etkili olmamıştır. Zencefil ekstratı ise *P. sulcatum* gelişimini % 100 engellemiştir. Yapılan çalışmada *P. sulcatum* ile inokule edilmiş havuçlar üzerine tarçın ve zencefil ekstraktlarının uygulanması ile kavite lekelerin daha az olduğu bildirilmiştir. Çalışmanın sonunda tarçın ve zencefilin kimyasallara alternatif olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur (Mvuemba ve ark., 2009).

## 4. Sonuç

Havuçlarda, *Pythium* türlerinin sebep olduğu hastalıklar tahripkar ve yoğun olduğu görülmektedir. Günümüze kadar havuçlarda kök hastalığına neden olan on beş adet *Pythium* sp. tespit edilmiştir. *P. sulcatum*, *P. violae*, *P. coloratum*, *P. irregulare*, *P. ultimum*, *P. sylvaticum'* un neden olduğu kavite lekesi hastalığı havuç yetiştirilen

tüm bölgelerde yoğun olarak ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Hastalık genelde doğrudan tarlada ortaya çıkmamakta ancak pazarlama aşamasında havucun kalitesini bozduğundan üreticiyi zor duruma sokmaktadır. Dünyada bu hastalıkların mücadelesine yönelik birkaç fungusit önerilmektedir. Ancak Metalaxyl'in yoğun olarak kullanıldığı alanlarda etmenin bu fungusite karşı dayanıklılık kazandığı yapılan çalışmalarda belirtilmiştir.

Etmenlerin izolasyonun zor olması ve zaman alması nedeniyle teşhis ve karakterizasyonu üzerindeki çalışmaları kısıtlı sayıda tutmuştur. Bu derlemenin hazırlanması sırasında ülkemizde havuçlarda kök hastalıklarına neden olan *Pythium* türleri ile ilgili araştırmalara rastlanılmaması bu konuda ayrıntılı çalışma yapılması gerekliliğini de ortaya koymaktadır.

## Kaynaklar

- Anonim. 1998. <http://www.omafra.gov>. Erişim Tarihi: 04.01.2016
- Anonim. 2010. <https://www.ondanka-net.jp>. Erişim Tarihi: 09.09.2015.
- Anonim. 2013. Carrot cavity spot. <http://www.horticulture.ahdb.org>. Erişim Tarihi:10.12.2015.
- Allain-Boule' N, Le'vesque CA, Martinez C, Be' langer RR, Tweddell RJ. 2004. Identification of *Pythium* species associated with cavity-spot lesions on carrots in eastern Quebec. Can J Plant Pathol, 26: 365-370.
- Ali-Shtayah MS. 1986. The genus *Pythium* in the West Bank and Gaza Strip. An- National University, Research and Documenttention Centre, Nablus, West Bank, via Israil.
- Benard D, Punja ZK. 1995. Role of *Pythium* species in cavity spot development on carrots in British Columbia. Can J Plant Pathol, 17: 31-45.
- Cooper C, Isaac S, Jones MG, Crowther T, Smith BM, Collin HA. 2004. Morphological and biochemical response of carrots to *Pythium violae*, causative agent of cavity spot. Physiol Molec Plant Pathol, 64: 27-35.
- Davinson EM, MacNish GC, Murphy PA, McKay AG. 2003. *Pythium* spp. from cavity spot and other root diseases of Australian carrots. Australasian Plant Pathol, 32(4): 455-464.
- Davis RM, Nunes JJ. 1999. Influence of crop rotation on the incidence of *Pythium* and *Rhizoctonia* induced carrot root dieback. Plant Dis, 83:146-148.
- Davis RM, Raid RN. 2002. Crown, root, and wilt diseases. Compendium of Umbelliferous Crop Diseases, 25-40.
- El-Tarabily KA, Hardy GE, Sivasithamparam K. 1996. Association of *Pythium coloratum* and *Pythium sulcatum* with cavity spot disease of carrots in Western Australia. Plant Pathol, 45: 727-735.
- El-Tarabily KA, Hardy G, Sivasithamparam K, Kurtboke ID. 1997. Microbiological differences between limed and unlimed soils and their relationship with cavity spot disease of carrots (*Daucus carota* L.) caused by *Pythium coloratum* in Western Australia. Plant and Soil 183: 279-29 (1. Essential for the biological control of cavity-spot disease of carrots, caused by *Pythium coloratum*, by streptomycete and non-streptomycete Actinomycetes.), New Phytol, 137: 495-507.
- Groom MR, Perry DA. 1985. Induction of 'cavity spot like' lesions on roots of *Daucus carota* by *Pythium violae*. Trans Br Mycol Soc, 84: 755-757.
- Guba EF, Young RE, Ui T. 1961. Cavity spot disease of carrots

- and parsnip roots. *Plant Dis Rep*, 45: 102-105.
- Howard RJ, Pratt RG, Williams PH. 1978. Pathogenicity to carrots of *Pythium* species from organic soils of North America. *Phytopathology*, 68: 1293-1296.
- Howard LR, Griffin LE, Lee Y. 1994. Steam treatment of minimally processed carrot sticks to control surface discoloration. *J Food Sci*, 59:356-359.
- Kageyama K, Tachi M, Umetsu M, Hyakumachi M. 1996. Epidemiology of *Pythium sulcatum* associated with brown-blotted root rot of carrots. *Ann Phytopathol Soc Japan*, 62: 130-133.
- Kageyama K, Kobayashi M, Tomita M, Kubota N, Suga H, Hyakumachi M. 2002. Production and evaluation of monoclonal antibodies for the of *Pythium sulcatum* in soil. *J Phytopathol*, 150: 97-104.
- Kageyama K. 2014. Molecular taxonomy and its application to ecological studies of *Pythium* species. *J Gen Plant Patho*, 180: 15-20.
- Kalu NN, Sutton J C, Vaartaja O. 1976. *Pythium* spp. associated with root dieback of carrot in Ontario. *Can J Plant Sci*, 56: 555-561.
- Klemsdal SS, Herrero ML, Wanner LA, Lund G, Hermansen A. 2008. PCR-based identification of *Pythium* spp. causing cavity spot in carrots and sensitive detection in soil samples. *Plant Pathol*, 57: 877-886.
- Kolaei EA, Tweddell RJ, Avis TJ. 2012. Antifungal activity of sulfur-containing salts against the development of carrot cavity spot and potato dry rot. *Postharvest Biol Technol*, 63: 55-59.
- Lévesque CA, de Cock AWAM. 2004 Molecular phylogeny and taxonomy of the genus *Pythium*. *Mycological Res*, 108: 1363-1383.
- Liddell CM, Davis RM, Nunez JJ, Guerard JP. 1989. Association of *Pythium* spp. with carrot root dieback in the San Joaquin Valley of California. *Plant Dis*, 73: 246-249.
- Lu XH, Davis RM, Livingston S, Nunez J, Hao JJ. 2012. Fungicide sensitivity of *Pythium* spp. associated with cavity spot of carrot in California and Michigan. *Plant Dis*, 96: 384-388.
- Lyons NF, White JG. 1992. Detection of *Pythium violae* and *Pythium sulcatum* in carrots with cavity spot using competition ELISA. *Annals Appl Biol*, 120: 235-44.
- Martinez C, Lévesque CA, Bélanger RR, Tweddell RJ. 2005. Evaluation of fungicides for the control of carrot cavity spot. *Pest Manage Sci*, 66: 767-771.
- McElroy FD. 1971. Dieback of Carrot Roots Caused by *Pythium debaryanum*. *Phytopathology*, 61: 586-587.
- Mvuemba HN, Green SE, Tsopmo A, Avis TJ. 2009. Antimicrobial efficacy of cinnamon, ginger, horseradish and nutmeg extracts against spoilage pathogens. *Phytoprotection*, 90: 65-70.
- Nagai Y, Fukami M, Murata A, Watanabe T. 1986. Brown-blotted root rot of carrots in Japan. (1) Occurrence, symptoms and isolation. *Ann Phytopathol Soc Japan*, 52: 278-286.
- Pratt RG, Mitchell JE. 1973. A new species of *Pythium* from Wisconsin and Florida isolated from carrots. *Can J Bot*, 51: 333-339.
- Takenaka S, Kawasaki S. 1994. Characterization of alanine-rich, hydroxyproline-containing cell wall proteins and their application for identifying *Pythium* species. *Physiol Mol Plant Pathol*, 45: 249-261.
- Van der Plaats-Niterink, AJ. 1981. Monograph of the genus *Pythium*. studies in mycology baarn. Central Bureau of Fungal Cultures, 21: 1-242.
- Vivoda E, Davis RM, Nuñez JJ, Guerard JP. 1991. Factors affecting the development of cavity spot of carrot. *Plant Dis*, 75: 519-522.
- Wang PH, White JG. 1996. Development of a species-specific primer for *Pythium violae*. *British Crop Protection Council Symposium Proceedings*, 65: 205-10.
- Wang PH, Wang YT, White JG. 2003. Species-specific PCR primers for *Pythium* developed from ribosomal ITS1 region. *Letters Appl Microbiol*, 37: 127-132.
- Watson AG. 1966. Seasonal Variation in the inoculum potentials of spermosphere fungi. *New Zealand J Agri Res*, 94: 956-963.
- White JG. 1988. Studies on the biology and control of cavity spot of carrots. *Ann Appl Biol*, 113: 259-268.
- White JG, Lyons NF, Wakeham AJ, Mead A, Green JR. 1994. Serological profiling of the fungal genus *Pythium*. *Ohysiol Molec Plant Pathol*, 44: 349-361.
- Zamski E, Peretz I. 1996. Cavity spot of carrots: II. Cellwall-degrading enzymes secreted by *Pythium* and pathogen-related proteins produced by the root cells. *Ann Appl Biol*, 128: 195-207.
- Yanmaz R. 1994. Havuç Yetiştiriciliği. *Standard Derg*, 34: 21-22.