

**TOPRAKTA FUNGİSTASİS'İN BESİNSEL YÖNDEN VE KİMYASAL
İNHİBİTÖRLER AÇISINDAN İNCELENMESİ**

Fahri YİĞİT*

ÖZET

Fungistasis olarak da ifade edilen toprak mikostasis'i doğal topraklarda gerçekleşen dinamik bir olaydır. Mikostasis, normal topraklarda fungal propagüllerin çimlenmesini ve misel gelişimini azaltan yaygın bir olaydır. Şu ana kadar yapılan çalışmalarda biyotik ve abiyotik faktörlerin bu olaya neden olduğu tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar ise bu olayı yalnızca kimyasal inhibitörler bazılarını ise besinsel açıdan incelemişlerdir. Fakat aynı zamanda her iki faktör de biyotik ve abiyotik orijinli olabilir. Bu makalede mikostasis, besinsel açıdan sporlarda karbona bağlılık, mikostasis'in ekzojen karbon ve azot üzerine etkisi, besin sömürülmesi ve kaybolması gibi başlıklar altında değerlendirilmiştir. Ayrıca şu ana kadar tespit edilmiş biyotik ve abiyotik orijinli kimyasal inhibitörlerin mikostasis açısından rolü ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler : Fungistasis, besin, kimyasal inhibitör.

ABSTRACT

**A REVIEW ON THE SOIL MYCOSTASIS FOR NUTRITIONAL ASPECTS AND
CHEMICAL INHIBITORS**

Soil mycostasis, also called fungistasis is a dynamic phenomenon which suppresses germination of fungal propagules and mycelial growth in natural soils. In the studies conducted so far, it was established that biotic and abiotic factors were responsible for this phenomenon. Certain researchers only investigated mycostasis in view of chemical inhibitors while some others did in respect to nutrition. However, both factors can be biotic and abiotic origins. In this paper, reports regarding subject such as nutritional aspects of mycostasis, spores depend on carbon in view of nutrition, effects of mycostasis on the exogen and endogen carbon, the nutrient deprivation and sink were reviewed. In addition, it was reviewed the roles of chemical inhibitors in relation mycostasis.

Key Words : Mycostasis, nutrition, chemical inhibitors, biotic, abiotic factors.

GİRİŞ

Toprak, birçok mikroorganizmanın kendileri için habitat olarak seçtikleri bir sistemdir. Bu sistemde organizmalar birbirleriyle etkileşim halindedir. Bu mikroor-

* Arş. Gör., S.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, KONYA

ganızma diğeri aleyhine gelişirken, aynı mikroorganizma başka birinin gelişiminden etkilenebilir. Toprağı kendileri için bir yaşam yeri seçmiş olan bu organizmalar besinlerini de bu ortamdan sağlarlar. Bu nedenle bu organizmalar besinsel açıdan da birbirleri ile rekabet etmek zorundadırlar. Aynı zamanda gelişmeleri esnasında oluşturdukları bazı metabolitler diğer mikroorganizmaların gelişimini sınırlandırmaktadır. Mikrobiyal aktivitenin güçlü olduğu bazı topraklarda, bir grup mikroorganizmanın gelişiminin sınırlandırıldığı görülmektedir. Toprakta gerçekleşen bu olaylardan biri de fungistasis'tir. Fungistasis, normal topraklarda fungal propagüllerin çimlenmesini ve misel gelişimini azaltan yaygın bir olaydır. Toprakta fungistatik aktivitenin varlığı ilk defa Dubbs ve Hinson (1953) tarafından ortaya konmuştur (Allen, 1976). Fungistasis, toprakta gerçekleşen dinamik bir olaydır. Bu olaydan şimdiye kadar 53 genustan 116 türün etkilendiği belirtilmiştir (Lockwood, 1964). Bunların % 50'sini bitki parazitleri ve genellikle topraktan izole edilen bir çok saprofit funguslar oluşturur.

Fungistasis'e neden olabilecek faktörler üzerinde yapılan çalışmalarda bu olayda biyotik ve abiyotik bir çok faktörün sorumlu olabileceği ortaya konmuştur. Bu makale ağırlıklı olarak toprakta mikrobiyal aktivite sonucu fungal sporlardaki besinlerin miktarındaki değişim ve toprakta bulunan kimyasal inhibitörlerin bu olaydaki etkinliğini ortaya koymuştur.

TOPRAKTA FUNGİSTASİSİN BESİNSEL YÖNDEN İNCELENMESİ

Fungistasis çalışmalarında, fungal hiften ziyade sporlar üzerinde durulmuştur. Sporlar fungusların üreme birimi olup kendilerini çevre koşullarının olumsuz etkilerine karşı savunmamaktadırlar. Bu nedenle toprakta fungistatik aktiviteden dolayı sporlarda besinsel açıdan ne gibi değişimlerin olduğunu kısa başlıklar halinde aşağıda incelenmektedir.

Sporda Karbona Bağımlılık

Denge halindeki inorganik tuz çözeltilerinde veya damıtık suda yüksek düzeyde (tercihen % 90) çimlenen fungus sporları, karbona bağlı olmayan veya besine bağlı olmayan sporlar olarak isimlendirilir. Karbona veya enerjiye bağlı terimleri yerine besine bağlı terimi tercih edilmektedir (Griffin and Roth, 1979). Besine bağımlılıkta K veya Mg gibi ekzojen inorganik besinlerin gerekli olabileceği belirtilmektedir. Besine bağımlılıkta üzerinde durulması gereken nokta, enerji kaynağı olarak hizmet eden ekzojen karbonun olması gerektiği bildirilmektedir (Griffin and Roth, 1979). Ekzojen inorganik azot da toprak mikostasisinde rol oynayabilir. Nitekim azot, spor çimlenmesi için karbon ihtiyacını azaltabilir veya çimlenme için gerekebilir. Ayrıca fungistasis'te inorganik karbon önemli olabilir (Kosuge and Dutra, 1963). Yüksek konsantrasyonlarda inhibitör olabilir veya anahtar karbon metabolitlerin oluşmasına yol açarak spor çimlenmesinde metabolik rol oynayabilir (Griffin and Roth, 1979).

Bazı araştırmacılar genellikle karbona bağlı olma veya olmama durumunun sanki spor biçimine göre yapılmış gibi işaret ederler. Bilakis bu fark açık değildir ve spor çimlenmesi için gereken kalitatif ve kantitatif ekzojen karbon ve azot ile ilgili bilginin yetersizliği toprak mikostasis verilerinin yorumunu sınırlandırmaktadır (Griffin and Roth, 1979). Örneğin Ko ve Lockwood (1967) tarafından yapılan çalışmada, *Thielaviopsis basicola* 'nın konidilerinin önce karbona bağlı olmadığı düşünülmüş fakat daha sonra karbona bağlı olduğu saptanmıştır. İri fungus sporları çimlenebilmesi için karbona bağlı olabilir ancak karbona bağlı sporlar küçük olma eğilimindedir (Griffin and Roth, 1979). Küçük fungus sporlarının büyük olanlardan daha yavaş çimlendiği gözlenmiştir (Steiner and Lockwood, 1969). Küçük fungus sporlarının damıtık suda veya inorganik tuz çözeltilerinde düşük düzeyde (% 10) görünüşte normal veya anormal çim borusu şeklinde çimlendiği bildirilmektedir (Hora et al., 1977). Bu sporlar ile ilgili bulgular, genellikle spor içindeki rezerve madde yetersizliği, karbona bağlı sporlarda çimlenmeyi sınırlayan kritik bir faktör olduğunu ortaya koymuştur. Ekzojen karbona bağlı sporların çimlenmesi için dışarıdan belli miktarda karbona ihtiyaç vardır. Farklı türlerin aynı büyüklükte olan sporları arasında da bu açıdan bir fark vardır. Örneğin *Verticillium albo-atrum* için $5 \cdot 10^{-3}$ ng C/spor gerekirken *Aspergillus flavus* 'un benzer büyüklükteki konidileri hemen hemen aynı koşullar altında komple çimlenebilmesi için 200 ng C/spor'dan daha yüksek karbona ihtiyaç duymuştur. Bazı iri fungus sporları ile yapılan çalışmalarda, spor çimlenmesi için hazır kullanılabilir metabolitlerin bulunmayışının çimlenmeyi engelleyen kritik faktör olarak ortaya çıkacağı bildirilmektedir (Griffin and Roth, 1979). Benzer büyüklükteki sporların çimlenmesinde görülen fark aşağıdaki faktörler tarafından kaynaklanabilir.

- Pas uredospor ve diğer funguslarda ispatlandığı gibi otoinhibitörlerin üretilimi

- Çimlenmeyi aktive ve stimüle eden özel bileşiklerin spordaki yoğunluğu

- Endogen substrat ve enzimlerin ayrışması ve parçalanması

Spor çimlenmesi için gerekli olan kantitatif karbon ihtiyacı üzerine farklı karbon kaynaklarının etkisinin bilinmesi önemlidir. Örneğin amino asit ve şekerlerin karışımı çimlenme için karbon ihtiyacını azaltabilir veya yüksek derecede indirgenmiş ve uçucu etanol gibi bileşikler, basit şekerlere göre daha düşük karbon konsantrasyonlarında çimlenmeyi teşvik eder. Karbona bağlı sporlar genellikle toprak üzerinde çimlenmezler (Ko and Lockwood, 1967). Aynı sporlar toprak içerisinde fiziksel taşıyıcılar üzerine temas ettikleri zaman düşük düzeyde çimlenme ortaya çıkabilir (Griffin and Roth, 1979). Karbona bağlı olmayan sporlar damıtık su veya inorganik tuz çözeltilerinde toprağa göre daha az çimlenirler (Nash et al., 1961). Toprakta ve doğada karbona bağlı sporların çimlenme oranı muhtemelen bu testlerdekinden daha yüksektir (Griffin and Roth, 1979). Laboratuvar deneylerinde ise

gerekli olan yüksek spor yoğunluğunun karbona bağlı olmayan sporlarda çimlenmeyi azaltabileceği bildirilmektedir (Griffin and Ford, 1974).

Toprak üzerinde, içinde ve ekstraktlarında spor çimlenmesi ile ilgili çalışmalarda sporların genelde toprak içerisinde daha az çimlendiği görülmüştür. Süzölmüş topraktan elde edilen ekstraktlardaki maddelerin spor çimlenmesini destekleyen bir potansiyel olduğu belirtilmektedir. Ancak bu görüş bazı nedenlerle eleştirilmektedir.

Fungistasis'in Ekzojen Karbon ve Azot Üzerine Etkisi

Fungistasis'in spor çimlenmesi için gerekli olan ekzojen karbon ve azot ihtiyacını yükseltebileceği düşünülmektedir. Fakat bu olayın spor çimlenmesi için gerekli ekzojen karbon ve azotu ne kadar artırdığı konusundaki bilgiler henüz yeterli değildir. Model fungus olarak kullanılan *Fusarium solani*'nin clamidosporları üzerinde yapılan çalışmada toprak fungistasis'inin bu sporların karbon ihtiyacını 50 ile 100 kat artırdığı gözlenmiştir (Griffin and Roth, 1979). Aynı zamanda spor çimlenmesi için ihtiyaç duyulan karbon ve azot üzerine uçucu toprak inhibitörlerinin etkili olabileceğine dair benzer bulgular elde edilmiştir. Toprakta eriyebilir ve uçucu karbon substraktlarının kullanımı da birçok funguslar için inhibitörlerin etkisini bir derece azaltmaktadır (Griffin and Roth, 1979). Bu nedenle fungistatik topraklara fazla besin kaynağının uygulanması bu aktivitenin kaybolmasına veya azalmasına neden olmaktadır.

Toprakta fungistasis'in propagül çimlenmesi için gerekli olan besinler üzerine kalitatif ve kantitatif etkisi, *Sclerotium cepivorum* üzerinde yapılan çalışma ile gözlenmiştir. Bu fungusun sclerotlarının toprakta uçucu propil, alliltiyol ve sülfidler tarafından karbona bağlı duruma geçtiği anlaşılmıştır (Griffin and Roth, 1979).

Besin Sömürülmesi ve Kaybolmasının Değerlendirilmesi

Beş fungus üzerinde yapılan çalışmada bazılarının damıtık suda ve toprak üzerinde belirli oranda çimlenmesine karşın bazılarının çimlenmediği gözlenmiştir (Ko and Lockwood, 1967). Ayrıca sporları damıtık suda belirli oranda çimlenen fungusun toprak üzerinde çimlenmediği gözlenmiştir. Deneysel olarak besin maddelerinin kısıtlandığı farklı ortamlarda spor çimlenmesinde görülen gerileme toprak mikostasis'i için besin azlığı hipotezinin önerilmesine neden olmuştur fakat bu besin yetersizliğinin tek başına toprak mikostasis'in nedeni olamayacağı düşünülmektedir. Ayrıca toprak mikostasis'inde mikostatik maddelerin rolünü destekleyen delillerin de bulunması bu hipotezin değişmesinin gerekliliğini göstermiştir (Griffin and Roth, 1979).

Besinlerden arındırılmış ortamda karbona bağlı olmayan propagüllerin çimlenmesinin engellenmesi endogen substratların kaybıyla ilişkili olabilir. Çünkü bir çok çalışmada fungal konidilerden aminoasit ve elektrolitlerin sızdığı gözlenmiştir. Yıkama ile besinlerin uzaklaştırıldığı bir sistemde ve toprakta karbon

azalmasının nispi yoğunlukları incelenmiştir. *Cochliobolus sativus* konidilerinin akarsuda steril olmayan toprak süspansiyonuna göre daha fazla işaretlenmiş C^{14} kaybettiği fakat çimlenmenin akarsu üzerinde daha fazla olduğu gözlenmiştir. Başka bir araştırmada ise yıkanmış toprak sistemine göre normal toprak üzerinde konidilerden daha fazla C^{14} sızdığı gözlenmiştir (Griffin and Roth, 1979). Bu bilgiler ışığında toprakta konidilerden karbon sızdığı sonucuna varılmıştır. Ancak önemli olan toprakta spordan karbon yoğunluğu ve eksudasyon zamanı arasında bir ilişkinin olup olmadığıdır. Bu konu üzerinde bir çok araştırma yapılmıştır. Bir kaç örnek vermek gerekir ise *Cochliobolus sativus* sporlarından kaybolan spor eksudatlarının hemen hemen % 5'i 31 saatlik yıkama periyodunun % 0.5'lik süresi içerisinde yani 9.3 dakikada gerçekleşmiştir. Diğer bir çalışmada ise spor eksudatlarının % 50'si 30 dakikalık yıkama periyodunun 1/3'lük bir kısmında kaybolmuştur. Bu örneklerden de görüldüğü gibi sporlarda eksudat kaybolması ile yıkama arasında ya da spor çimlenmesinin yüzdesi arasında doğru bir ilişki yoktur. Ancak yapılan araştırmalarda sporlarda karbon gibi besinlerin sızması sonucu spor çimlenmesi ya hiç olmamıştır ya da düşük düzeyde olmuştur. Sporlardaki eriyebilir besinlerin, çimlenme için gerekli olan minimum konsantrasyonların altındaki konsantrasyonlarda tüketildiği zaman çimlenmenin gerçekleşmeyeceği bildirilmektedir (Griffin and Roth, 1979).

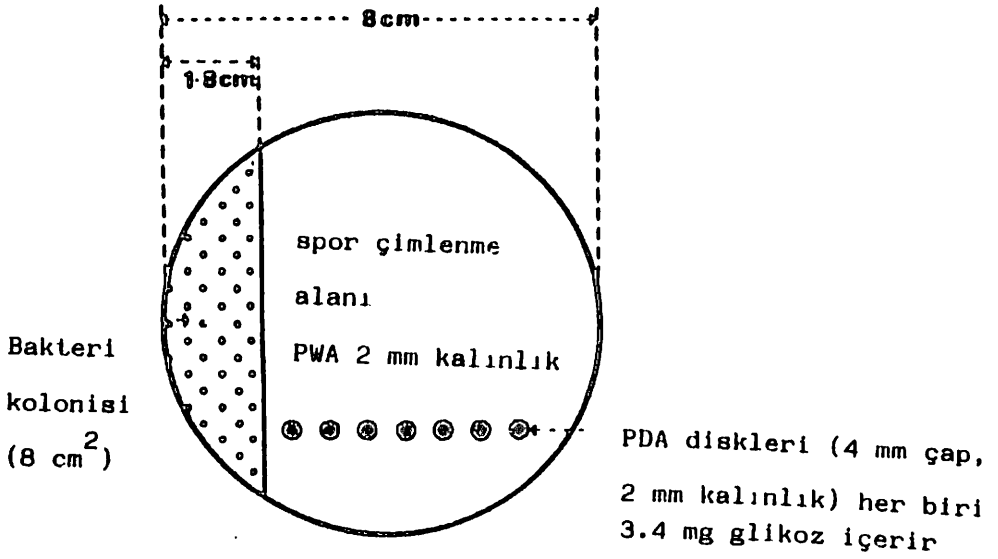
Toprak mikostasis'ini besinsel açıdan değerlendirmek amacıyla yürütülen deneylerde spordan besinlerin sızdığını destekleyen bir çok delil bulunmaktadır. Bu düşünceden yola çıkarak toprakta spor çimlenmesinin gerçekleşmemesi, bu besinlerin kaybolmasından dolayı olduğu sonucuna varılmıştır. Besin eksikliğini destekleyen diğer bir delil ise toprağın karbon bütçesi ile ilgili yapılan hesaplamalardır. Fakat elde edilen sonuçlar bir çok araştırmacılar tarafından eleştirilmektedir. Bu alandaki çalışmada toprak mikroorganizmalarının yaşamını sürdürebilmesi için gerekli enerji ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre toprakta mikroorganizmaların bir çoğunun ya ölü ya da durgun metabolizma devresinde bulunduğu sonucuna varılmıştır. Bakterilerin de birçoğu besin yokluğunda yaşamlarını sürdürebilirler. Ancak besin faktörünün tek başına toprak mikostasis'inden sorumlu olamayacağı yapılan bir deneme ile ortaya konulmuştur (Griffin and Roth, 1979). Bu araştırmacılar değişik zaman aralıklarında toprak veya yıkanmış sistem üzerinde inkube edilen glikozu belirlenmiş temiz agar diskleri üzerinde *Thielaviopsis basicola* 'nın konidial çimlenmesinin karşılaştırılması ile toprakta karbon azalmasının rolünü araştırmışlardır. Yıkanmış toprak diskleri üzerinden alınan disklerdeki kalan birim glikoz başına konidiosporların çimlenmesi bilinen miktarda glikoz içeren kontrol diskleri üzerindeki çimlenme ile aynı bulunmuştur. Bunun tersi olarak iki toprak her ikisinden alınan disklerin üzerinde konidi çimlenmesi aynı miktarda glikoz içeren kontrol diskleri üzerindeki çimlenmeden daha az bulunmuştur. Bu sonuçlar karbon kaybı yanısıra inhibitör faktörlerin çimlenmenin baskı altında tutulmasından sorumlu olduğunu göstermektedir. Bu inhibitör faktörler

toprak üzerinde diskler tarafından otuz dakikalık bir süre içerisinde tutulmuştur. Aynı deneyde toprakların sadece birisinin (yüksek pH'lı killi-ünli) konidial çimlenmeyi engelleyen inhibitörleri oluşturduğu tespit edilmiştir. Fiziksel olarak su ile yıkanmış sistem üzerinde fungus sporlarının davranışları ile ilgili yapılan çalışmalarda toprakta karbon kaybolmasının, karbona bağlı olmayan propagüllerin çimlenmesinin engellenmesinde tek başına sorumlu olamayacağı anlaşılmıştır.

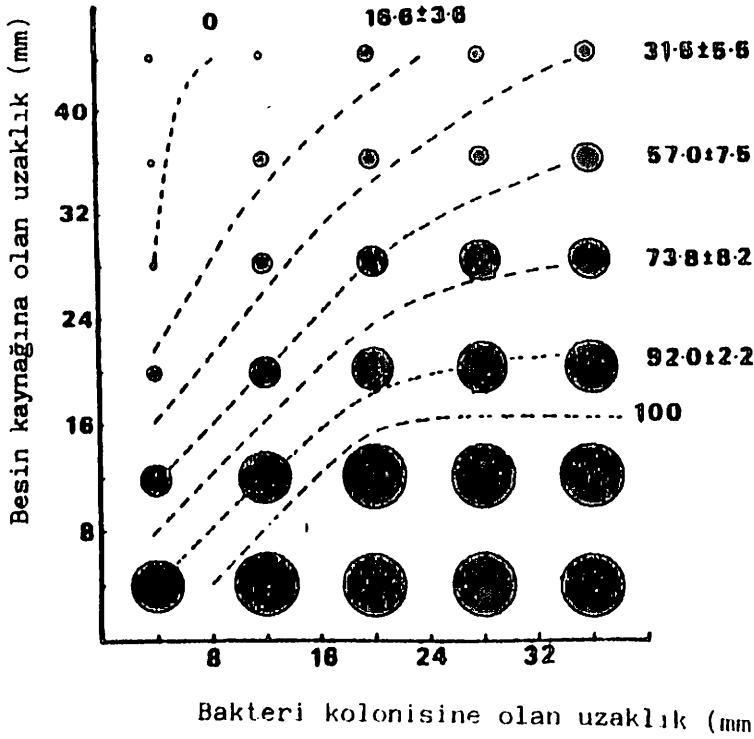
TOPRAKTA FUNGİSTASİSİN KİMYASAL İNHİBİTÖRLER AÇISINDAN İNCELENMESİ

Toprakta fungistasis'in kaynağı her zaman tek başına mikrobiyal ya da antag-onistik etki ile açıklanamaz. Toprakta bu olayın oluşumunu doğrudan veya dolaylı yönden destekleyen bir çok faktör bulunmaktadır. Örneğin toprakta organik madde, azot, kil niceliği ve niteliği dolaylı da olsa fungistasis olayını belirleyici et-kide bulunmaktadır. Fakat toprak fungistasis'ine neden olabilecek en önemli faktörlerden biri inhibitör maddelerdir. Bunlar toprakta doğal olarak bulunan min-eral maddeler olabildiği gibi farklı yapıda bileşikler de olabilir. Bunlar aynı zaman-da biyotik ve abiyotik kökenli olabilir. Bu bileşikler, propagül çimlenmesi üzerine doğrudan etkili olabildiği gibi dolaylı yollardan da etkilidir. Örneğin propyl, allytiol ve sulphid yapılan bir çalışmada *Sclerotium cepitcorum* 'un sclerotlarının çimlenebilmesi için gerekli besin (karbon) ihtiyacını artırmıştır (Ballis and Koye-as, 1979). Yine aynı araştırmacılar tarafından yapılan bir çalışmada ekzojen inhi-bitörlerle propagüllerin besin stresine sokulması toksinlerin aktivitesini yükseltmiştir.

Bazı inhibitörlerin mikrobiyal orijinli olduğu Ballis and Koyeas (1968) ta-rafından yapılan bir deneyle ortaya konulmuştur (Şekil 1). Bu deneyde besinin ve bakteriyel koloninin stimulatör ve inhibitör etkisi gözlenmiştir. Deneyin yapılışına gelince şekilde de görüldüğü gibi petri kutusundaki ortama bakteri inokulasyonun-dan dört gün sonra *Penicillium expansum* konidileri inokule edilerek ortam üzerinde PDA diskleri sıralanmış ve 18 saat sonra mikroskopla sporların bakteri kolonisinden ve disklerden değişik uzaklıklarda çimlenme yüzdesi hesaplanmıştır. Yapılan değerlendirmede Şekil 2'de görüldüğü gibi besin kaynağı ve bakteri kolo-nisinin spor çimlenme yüzdesi üzerine etkisi tamamen zıt bulunmuştur. Bakteri ko-lonisine olan mesafenin artmasıyla besin kaynağına olan mesafenin azalması spor çimlenme yüzdesini artırmıştır. Spor çimlenmesi üzerine PDA disklerinin etkisi lokalize olduğu yerde oluşan besin difüzyon gradienti ile açık bir şekilde açıklanabilir. Bakteriyel kolonide durum daha farklıdır. Bakteriyel koloni çimlenme üzerine iki şekilde etkili olabilir : Bakteriyel koloni ya difüze olabilir inhibitör mad-deler oluşturur ya da ortamda çimlenme için gerekli besinleri azaltır. Fakat her iki mekanizmanın fonksiyonlarını açık bir şekilde belirterek görünür bir neden yoktur (Ballis and Koyeas, 1979).



Şekil 1. Spor çimlenmesi üzerine bakteriyel koloni ve besinin stimülatör ve inhibitör etkisinin denemesi (Ballis and Koyeas, 1979).



Şekil 2. Besin kaynağından ve bakteriyel koloniden farklı uzaklıktaki *Penicillium expansum* kontidilerinin çimlenmesi (Ballis and Koyeas, 1979).

Toprakta yapılan çalışmalarda inhibitör maddelerin bazıları stabil olmasına rağmen bazıları ise uçucudur (Ballis and Koyeas, 1979). Toprakta uçucu olmayan termolabil veya termostabil inhibitör maddeler saptanmıştır. Kalsiyum karbonat, chelat halinde olmayan demir, serbest alüminyum iyonu, gümüş ve civa tuzlarının yüksek konsantrasyonları, yüksek toprak asitliliği toprakta fungistasis'ten sorumlu olabilir. Bu faktörlerin neden olduğu fungistasis ise "residual mikostasis" adı altında bildirilmiştir (Ballis and Koyeas, 1979). Alkali topraklarda uçucu inhibitör olan amonyak da bu gruba sokulmuştur.

Uçucu mikostatik faktörlerin, mikrobiyal orijinli toprak mikostasis'ne dahil edilebilme ihtimali düşünülmüş fakat bunların varlığına ait delil bulunamamıştır. Uçucu, muhtemelen doymamış hidrokarbonun toprak mikostasis'inde rol oynayabileceği düşünülmüştür (Ballis and Koyeas, 1979). Mikostasis'te potansiyel faktör olarak doymamış hidrokarbonların denenmesi sonucu etilen toprakta asıl mikostatik ajan olarak görülmüştür. Fakat etilen ile yürütülen bazı çalışmalarda bazı topraklarda az veya hiç mikostatik etki görülmemiştir. Farklı sonuçlar elde edilmesinin nedeni ise bazı toprakların etilen üretmemesinden kaynaklanmaktadır. Bu da mikrofloranın etilen üretimi ve metabolizmasındaki farklılığı yansıtmaktadır. Etilen *Mycobacterium* genusuna ait bakteriler tarafından metabolize edilebilir (Ballis and Koyeas, 1979). Bu bakterilerin toprakta etilen'in 50 ppm yada altındaki konsantrasyonlarda olduğu zaman gelişmeyeceği gözlenmiştir. Aynı araştırmacıya göre etilen'in parçalanması sonucu oluşan ara ürün olarak muhtemelen etilen asit oluşmaktadır. Ayrıca *Mycobacterium coxolatum* tarafından oluşturulan ana oksidatif ürün acrylic asit'tir. Bu bileşik ise mikostatik bulunmuştur (Ballis and Koyeas, 1979).

Lingappa ve Lockwood (1962) tarafından yapılan çalışmada etilenin yanısıra propilen ve 1-buten'in araştırılan toprakların tamamında saptanmasına rağmen cins-2-buten, trans-2-buten ve 1-penten bazı topraklarda saptanmamıştır. Fakat bu bileşiklerin mikostatik aktivitelerinin önemsenmeyebileceği bildirilmiştir. Aynı araştırmacılara göre alkenlerin primer oksidasyonundaki ara ürünler mikostatik aktiviteye sahiptir. Yine aynı araştırmacılar tarafından ligninin parçalanma ürünlerinin de inhibitör karakterinde olduğu gösterilmiştir. Fakat ligninin parçalanmasının nasıl gerçekleştiği bilinmemektedir.

Fungistasis'e neden olan diğer bir madde amonyaktır. Bu bileşikte alkali topraklarda uçucu mikostatik faktör olarak kabul edilir. Amonyakın fungistatik aktivitesi topraktaki konsantrasyonuna bağlıdır. Düşük yoğunlukta olan bir amonyak fungistatik etkisinin yanısıra bir stimülatör fonksiyonu görebilir (Ballis and Koyeas, 1979). Örneğin amonyakın düşük konsantrasyonu *Penicillium chrysogenum* 'a stimülatör etki göstermiştir.

Diğer bir faktör ise CO₂'dir. Fakat bu diğer faktörler gibi etkili değildir. Yüksek

karbondioksit basıncı genellikle fungusların gelişimini engellemekte ancak engelleme görülen karbondioksit seviyesi organizmalara göre büyük varyasyonlar göstermektedir (Onoğur, 1990). Karbondioksitin engelleyici etkisi fungusun gelişmesi sırasında fungal enerjinin az olduğu yerde en fazla etkili olmaktadır.

Şu anda tarım alanlarında kullanılan yapay gübrelerden ürenin de bazı fungusların gelişimini etkilediği görülmüştür. Yine bir araştırmada ürenin solgunluk hastalıklarına azaltıcı etkisi olduğu saptanmıştır (Sezgin et al., 1982).

SONUÇ

Toprakta dinamik bir olay olan fungistasis'in biyolojik kökenli olmasına rağmen bu olayın gerçekleşmesine doğrudan veya dolaylı yollardan katkıda bulunan bir çok abiyotik faktörlerin de bulunduğu söylenebilir. Fakat en önemli olan ise biyotik faktörlerdir. Bu faktörlerden de en önemlisi fungal propagüllerin çevresinde mikrobiyal aktivite sonucu gerçekleşen besinsel çekişme ve antibiyosis'tir. Toprakta mikroorganizma aktivitesi ile toprağın organik madde içeriği arasında bir ilişki bulunmaktadır. Bu nedenle toprağa dışarıdan verilen organik madde mikroorganizma faaliyetini artırır. Bu durumu göz önüne alarak hasattan sonra azot yakma gibi organik maddelerin yok olmasına neden olan faaliyetlerden kaçınılmalıdır.

Toprak patojenleri ile savaş oldukça güçtür. Toprakta yapılan kimyasal savaş da sürekli kesin bir çözüm yolu değildir. Biyolojik savaşın da en önemli özelliği sürekli oluşudur. Bu nedenle toprak mikostasis'i ile sorunun çözümüne gidilmelidir. Örneğin bir bitkinin rizosferindeki antagonistik etki gösteren bazı mikroorganizmalar patojenin penetrasyonunu ve gelişimini ortadan kaldırabilmekte veya sınırlayabilmektedir.

Bu nedenle toprakta mikrobiyal aktiviteyi artırıcı önlemler alınarak fungistatik denge kurmaya çalışılmalıdır. Ayrıca fungistasis görülen topraklardan patojenlere karşı en etkili antagonistleri tespit ederek kimyasal mücadeleye alternatif biyolojik mücadele geliştirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Allen, P.J., 1976. Spor germination and it's regulation. In, Physiological plant pathology, R. Heitefuss and P.H., Williams (Eds.), pp. 51-85, Springer verlag Berlin.
- Ballis, C. and U., Kouyeas, 1979. Contribution of chemical inhibitors to soil mycostasis. In, Soil-borne plant pathogens, B. Schippers and W. Gams (Eds.), pp. 97-106, Academic press, New York.
- Griffin, G.J. and D.A. Roth, 1979. Nutritional aspects of soil mycastasis. In, Soil-borne plant pathogens, B. Schippers and W. Gams (Eds.), pp. 79-96, Academic press, New York.

Toprakta Fungistasis'in Besinsel Yönden ve Kimyasal İnhibitörler Açısından İncelenmesi

- Hora, T.S., R. Baker and G.J. Griffin, 1977. Experimental evaluation of hypotheses explaining the nature of soil fungistasis. *Phytopathology*, 67 : 373-379.
- Ko, W.H. and J.K., Lockwood, 1967. Soil fungistasis relation to fungal spore nutrition. *Phytopathology* 57 : 894-901.
- Kasuge, T. and J.C., Dutra, 1963. Fixation of CO₂¹⁴ by germinating conidia of *Botrytis cinerea*. *Phytopathology* 53 : 880.
- Lingappa, B.T. and J.L., Lockwood, 1962. Fungistoxicity of lignin monomer, model substances and decomposition products. *Phytopathology* 52 : 295-299.
- Lockwood, J.L., 1964. Soil fungistasis. *Ann. Rev. Phytopath.* 2 : 341-362.
- Nash, S.M., T., Cchristou and W.C., Synder, 1961. Existence of *Fusarium solani* f.s. *phaseoli* as clamidospores in soil. *Phytopathology* 51 : 308-312.
- Onoğur, E., 1990. Fungus fizyolojisi ders notları. E.Ü. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl.
- Sezgin, E., A., Karcioğlu ve Ü., Yemişçioğlu, 1982. Investigations on the effects of some cultural applications and antagonistic fungi on *Rhizoctonia solani* Kühn. and *Verticillium dahlia* Kleb. in the Aegean Region. *Journal of Turkish Phytopathology* 11 : (1-2) 41-54.
- Steiner, G.W. and J.L., Lockwood, 1969. Soil fungistasis : Sensitivity of spores in relation germination time and size. *Phytopathology* 59 : 1084-92.