

TOPRAK DEZENFEKSİYONU VE ETKİLERİ

Abdullah KADİROĞLU

Mustafa KAPLAN

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Antalya-TÜRKİYE

Özet

Toprak dezenfeksiyonu, mono kültür tarımın istenmeyen sonuçlarını yok etmek için toprağın çeşitli yollarla ısıtılması veya ilaçlanmasıdır. Özellikle seralardaki yüksek oransal nem ve sıcaklık ile topraktaki havasızlık nedeniyle sorun haline alan toprak hastalık ve zararlıları dezenfeksiyonu zorunlu kılan nedenlerdir.

Toprak dezenfeksiyonu başlıca fiziksel ve kimyasal yollarla uygulanmaktadır. Fiziksel yöntemlerde toprak sıcaklığı belli bir seviyeye yükseltilerek hastalık ve zararlı kontrolü sağlanmaktadır. En yaygın fiziksel dezenfeksiyon yöntemleri buhar uygulaması ve güneş enerjisinden yararlanılarak uygulanan solarizasyondur. Aşırı derecede buhar uygulanması sonucunda, özellikle organik maddece zengin topraklarda toksik miktarlardaki eriyebilir tuzlar (mangan ve amonyum gibi) açığa çıkmaktadır. Buharla dezenfeksiyonda fazla miktarda enerjiye ihtiyaç duyulduğu için daha çok kimyasal yöntemler tercih edilmektedir. Kimyasal yöntemlerde ise, spesifik veya genel etkili biositler kullanılmaktadır. Kimyasal fumigantlarla da toprak dezenfeksiyonu pahalı olmakta ve metil bromit de olduğu gibi istenmeyen yan etkiler meydana gelmektedir. Metil bromidin ayrışmasıyla bromit iyonları açığa çıkmakta ve sonuçta sebzelerin yapraklarında fazla miktarda birikebilmekte ve ayrıca çevrede kalıntı problemine yol açmaktadır. Sadece solarizasyon uygulaması fazla masraf gerektirmemekte, ancak diğer yöntemlerde olduğu gibi uygulama boyunca serada üretim yapılamamakta ve etki alanı daha kısıtlı olmaktadır. Yine de, özellikle serada mono kültür yetiştiriciliği sonucunda toprak kökenli patojenler periyodik olarak kontrol edilmedikleri sürece çoğalarak zarar vermeleri kaçınılmazdır.

Anahtar Kelimeler: Toprak, Dezenfeksiyon, Monokültür, Sera.

Soil Disinfection and It's Side Effects

Abstract

Soil disinfection is the heating and fumigating of soil in many ways to eliminate undesirable results of the monoculture system in agriculture. Soil diseases and pests caused by mainly high relative humidity, temperature and insufficient aerated soil in greenhouse are the factors to obligate soil disinfecting.

Soil disinfection is carried out by mainly two ways, physical and chemical applications. In physical ways, soil temperature is increased to a certain level for the control of the diseases and pests. Most common physical disinfection methods are the steam treatment and soil solarization by using solar energy. Due to excessive steam treatment, soluble salts (manganese and ammonium) may increase in soils such a levels that can be toxic especially in soils high in organic matter. Usually chemical methods are preferred to steam treatments which need high energy for the application. Specific or broad-spectrum biocides are used in chemical methods. Soil disinfection by chemical fumigants is expensive, and furthermore undesirable effects can be seen in the case of application of the methyl bromide which breaks down into bromide and may accumulate in the leaves of the plants at high levels and also cause environmental problems. Although solarization treatment alone is not a very expense process, but greenhouses can not be used for production during treatment as in the case of other methods, and furthermore the effectiveness of this method is restricted. However, soil borne diseases and pests increase, especially as a result of the monoculture growing, and become harmful unless they are not controlled periodically.

Keywords: Soil, Disinfection, Monoculture, Greenhouse.

1. Giriş

Toprak dezenfeksiyonu özellikle seracılığın kolay vazgeçemedikleri bir işlemdir. Ne var ki sera topraklarının dezenfeksiyonunu zorunlu kılan sadece mono kültür değildir. Seralardaki yüksek oransal nem ve sıcaklık ile toprağın iyi havalanmaması nedeniyle sorun haline alan toprak kökenli hastalık ve zararlıları dezenfeksiyonu zorunlu kılan diğer nedenlerdir (Nelson, 1985). Zira, her türlü hastalık ve zararlıların sera şartlarında hızla çoğalma ve yaşama şansı vardır. O nedenle açıkta sebze üretimi ile sera sebze üretimini aynı potaya koymamak gerekir. Sera sebze üreticilerimiz seralarında toprak dezenfeksiyonuna gereken önemi vermedikleri içindir ki hastalık ve zararlılarla savaşa büyük emek vermekte ve harcama yapmaktadırlar.

Dezenfeksiyon; hastalık etmenlerini, zararlıları ve yabancı otları yok etmek amacıyla yapılan bir işlem olduğundan sterilizasyon değildir. Zira sterilizasyonda zararlı ya da yararlı her türlü etmenin yok edilmesi amaçlanır. Eğer bugün bazı kaynaklarda toprak sterilizasyonundan söz ediliyorsa bunun gerçekte yarım bir sterilizasyon işlemi olduğu unutulmamalıdır (Sevgican, 1989).

Dezenfeksiyondan önce sera toprağı her türlü bitki kalıntılarında özellikle kalın bitki köklerinden arındırılmış olmalıdır. Çünkü, bu kalıntılar içinde mantarların dayanıklı yapıları ve virüsler canlı kalarak sterilizasyon sonrasında tekrar bulaşmalara neden olurlar (Bollen, 1969). Toprak iyice işlenerek kabartılmalıdır; gerek kimyasal dezenfektanların ve özellikle üstten verilen buharın toprağın her zerreciğine

ulaşması ve etkili olması ancak bu şartlarda söz konusudur (Munnecke ve ark., 1971). Gevşek sütrüktürlü topraklar; turba, organik ve ağır ve ıslak killi topraklardan daha etkili bir şekilde fumige edilebilir. Fakat, çatlaklara sahip iyi havalandırılmış killi topraklarda buhar uygulaması daha derin etki sağlamaktadır (Nederpel, 1979).

Dezenfekte edilecek sera toprağı içindeki yabancı ot tohumlarının çimlenmesi için uygulamadan önce iyice sulanmalıdır. Zira bilinir ki dezenfektanların etkinliği tohuma değil genç bitkileredir. Dezenfeksiyon sırasında toprak tavında olmalıdır. Islak topraklar soğuk olacağından buharlamada daha uzun zaman ve ısıya ihtiyaç duyulur. Su, sıcaklığında aynı artışı elde etmek için toprak zerrecilerine gerekli olan ısıdan 5 kat fazlasını ister. Diğer taraftan toprakta bulunan fazla su, kimyasal dezenfektanların konsantrasyonlarını düşürerek etki derecelerini azaltır. Toprağın fazla kuru olması halinde ise toprak zerrecileri etrafında oluşan boşluklar gerek buhar ve gerekse kimyasal maddelerin tam yarar sağlamadan toprağı terk etmelerine neden olur (Sevgican, 1989).

Toprak sıcaklığı, buharlama ve fumigasyon için önemlidir. Soğuk topraklarda buhar çabuk yoğunlaşır ve bu nedenle daha çok buharlamaya ihtiyaç duyulur (Hege ve Ross, 1972). Kimyasal maddelerle dezenfeksiyonda toprak sıcaklığının 15-30 °C'ler arasında olması istenir. 15 °C'nin altındaki sıcaklıklarda dezenfektan gazının toprağı terk etmesinin güçleştiği, 30 °C'nin üzerinde ise dezenfektan gazlarının toprağı çok çabuk terk ettiği görülür. Buharla dezenfeksiyonda ise toprak sıcaklığı ne kadar yüksek olursa

zamandan ve enerjiden kazanç da o kadar büyük olur.

Organik gübre ve kum gibi toprağa ilavesi düşünülen her türlü materyalin dezenfeksiyon öncesi yapılması gerekir. Sera toprağında ayrılmamış organik madde bulunmamasına özen gösterilmelidir. Ayrılmamış organik maddeler, sıcaklık uygulaması sonucu bitkilere zararlı olabilecek kimyasal maddeler ortaya çıkarabilirler. Diğer taraftan kimyasal dezenfektanlar da bu ayrılmamış maddelerle reaksiyona girip etkinliklerini yitirebilirler (Boodley, 1981).

Dezenfekte edilen sera toprağının kirlenmemesi için seralarda, 1/20'lik formaldehit eriyiğinde bandırılmış paspaslara basılarak girmek gerekir. Dezenfekte edilmiş seralarda kullanılacak her türlü alet, buharla dezenfeksiyonda plastik örtü altında dezenfekte edildikten ya da 1/20'lik formaldehit eriyiğine bandırıldıktan sonra kullanılmalıdır. Dezenfekte edilen seralarda yine temiz harçlarda yetiştirilmiş fideler kullanılmalıdır. Dezenfekte edilen sera toprağında toprak işleme derinliği 30-35 cm civarında tutulmalıdır. Zira dezenfeksiyonun etkisi 30-35 cm derinliğe kadardır. Sulama sularının bitki patojenlerinde ari olmasına özen gösterilmelidir (Sevgican, 1989).

2. Buharla Dezenfeksiyon

Buharla toprak dezenfeksiyonu, toprağın buharla ısıtılarak zararlı organizmaların öldürülmesi işlemidir ve toprak kaynaklı hastalık ve zararlıların kontrol edilmesinde en etkili yoldur. Uygulama sırasında dikkatli olmak gerekirse de kimyasal yöntemlere göre

daha emniyetli ve toksik etkisi daha az olan bir yöntemdir. Ancak, artan yakıt masrafları yüzünden çoğu yetiştirici kimyasal dezenfektanları tercih etmektedir (Çınar ve Biçici, 1985).

Baker ve Roistacher (1957), toprağın sterilize edilebilmesi için 82 °C'de 30 dakika ısıtılması gerektiğini belirtmiştir. Birçok bitki patojenleri 70 °C civarındaki sıcaklıklarda kontrol edilebilmektedir. Bazı virüsler 100 °C'de bile inaktif hale getirilememektedir (Runia, 1986). Genellikle sıcaklığın 50 °C'yi aşması gerekir, bundan önce önemli bir etki görülmemektedir.

Toprakların buharlanmasında toprak altından ve toprak üzerinden olmak üzere iki yol izlenir. Toprak altından buharla dezenfeksiyonda; öncelikle 35-40 cm derinlik, 15-20 cm genişlik ve birbirinden 50 cm uzaklıkta kanallar açılır. Kanalların içine 4-5 cm çaplı buhar boruları veya 10-15 cm çaplı buhar künkleri delikleri alta ve yanlara gelecek şekilde yerleştirilir. Üzerine 2.5 cm'lik bir kalınlık oluşturacak şekilde çakıl atıldıktan sonra kanalların açılması sırasında çıkarılan toprak serilir. Buharlanacak sera toprağının üzeri plastik örtülerle iyice örtülür. Buharlama süresi ve hedeflenen sıcaklık seviyesi patojenin türüne göre değişir. Toprak üzerinden buharlama ise uygulama şekli daha kolay olması bakımından daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemde buharın istenilen derinliğe yayılması ve sıcaklığın yükselmesi için gerekli zaman 10 saat gibi daha uzundur. Üstten buharlamada da toprak üzerini plastik örtülerle sıkıca örtmek şarttır (Sevgican, 1989).

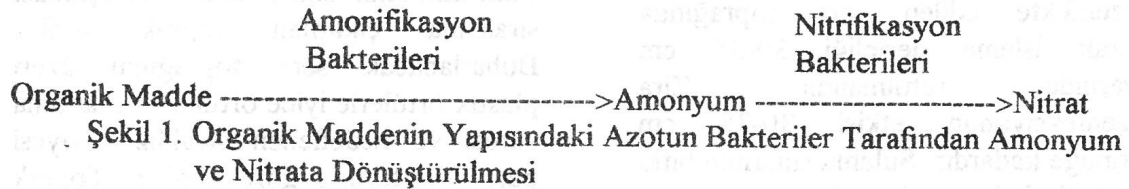
Toprağın homojen bir şekilde ısıtılması çok enderdir. Kaçınılmaz surette ısıdan etkilenmemiş alanlar olabilir ve buhar nadir olarak işleme

derinliğinin altına yayılabilir. Genellikle 20 cm'de 75 °C'ye ulaşılması en ekonomik uygulamadır. Eğer toprak 82 °C'yi aşan sıcaklığa kadar ısıtılırsa özellikle organik maddece zengin topraklarda toksik bileşiklerin (yüksek miktarlarda amonyum, mangan, nitrit, organik asitler ve zararlı eriyebilir tuzlar) açığa çıkması, pH'nın düşmesi ve mikoriza mantarları gibi yararlı mantarların öldürülmesi gibi sorunlarla karşılaşılabilir (Fletcher, 1984).

- Buharla sterilizasyon sonucunda iki toksik problem daha çok ortaya çıkmaktadır. Bunlar, mangan ve amonyum toksisitesidir. Birçok toprakta büyük miktarlarda mangan bulunur. Bu manganın büyük kısmı yarayışsız formdadır. Buhar sterilizasyonu sonucunda özellikle asidik topraklarda alınmaz mangan formunun bir kısmı alınabilir forma dönüşür. Daha fazla buhar uygulanması sonucunda daha fazla mangan yarayışlı forma geçer ve yıkama yapılmıyorsa mangan toksisitesi ortaya çıkar (Sonneveld, 1969). Bu nedenle

sterilize edilecek toprak, tavsiye edilen sıcaklığı ve süreyi aşmayacak şekilde buharlamaya tabi tutulmalıdır. Topraksız kültürlerde, kültür ortamları çok az veya hiç mangan içermediği için bu tür problem ortaya çıkmaz. Bitki dokularında yüksek miktarlardaki mangan toksiktir ve yapraklarda uç yanıklıklarına neden olur. Kök ortamındaki yüksek miktarlardaki mangan demir alımına da engel olur; gerçekte de demir noksanlığı yaygın olarak yüksek miktarlardaki mangan seviyesinden kaynaklanır.

Mikroorganizmalar; karbon, azot v.b. ihtiyaçlarını organik maddeden temin ederler. Organik maddenin yapısında çok miktarda azot varsa bunun büyük kısmı bitki kullanımı için yarayışlı hale geçer. Şekil 1'den de görüldüğü gibi, amonifikasyon bakterileri organik maddedeki azotu amonyum haline çevirirler ve daha sonra da nitrifikasyon bakterileri amonyumu nitrate çevirirler (Nelson, 1985).



Bitkilerin çoğu, azotun nitrat ve amonyum formlarının birlikte bulunmaları halinde daha iyi gelişir. Gül gibi birçok bitki, azotun yalnız amonyum formunda ve yüksek düzeyde olmasından zarar görebilir. Normalinde, bakteriler tarafından amonyum devamlı olarak nitrate dönüştürülür ve böylece nitrat ve amonyum karışımı devamlı olarak temin edilmiş olur. Sterilizasyon sonucunda amonifikasyon ve nitrifikasyon bakterilerinin büyük

çoğunluğu yok edilir (Sonneveld, 1969). Sterilizasyondan sonra birkaç hafta içerisinde amonifikasyon bakterilerinin sayısı tekrar etkili seviyeye ulaşır ve bunun sonucunda önemli miktarda amonyum organik maddenin parçalanması sonucunda açığa çıkar.

Sterilizasyondan sonra üç ila altı haftaya kadar, nitrifikasyon bakterileri eski seviyesine ulaşabilir ve ancak o zaman etkili bir şekilde amonyumu nitrate dönüştürebilirler. Bu arada,

sterilizasyondan itibaren iki ila altı hafta içinde toksik miktarda amonyum birikebilir. Bu durum; bitki köklerinin yanmasına, bitkinin bodurlaşmasına ve uç kısımlarının solgunluğuna neden olabilir. Besin noksanlıklarının birçoğu da bu kök zararlanması sonucunda ortaya çıkabilir. Nitrifikasyonun tekrar eski seviyesine dönmesiyle birlikte yüksek miktardaki amonyum nitrata dönüştürülerek amonyumun toksik etkisi azaltılır ve sulamayla birlikte kök ortamından yıkanmaları da daha basit hale gelir. Bundan sonra amonyum seviyesi düştüğü için ve birçok bitki yüksek nitrat seviyesine daha toleranslı oldukları için problemler de genellikle sona erer. Organik madde olarak torf kullanılması durumunda; torfun yapısında daha az azot olduğu ve ayrışması daha yavaş olduğu için toksik miktarda amonyum birikimi meydana gelmez (Nelson, 1985).

Birçok toprakta Dezenfeksiyon sonrası bu gibi durumlar, yetiştirilecek bitkilere zayıf canlılık ve bodurlaşma gibi kötü etkide bulunabilir. Bu gibi maddeler bolca sulama yapılarak yıkanabilir. Bu konuda toprağın havalandırılması ayrıca yararlıdır. Buharlamadan önce organik maddece yüksek düzeyde bulunan topraklar veya ağır biçimde gübrelenmiş alanlar bu tür zorlukları büyük ihtimalle gösterebilirler. Toprak buharlaması, birçok toprak fumigantında olduğu gibi, toprakta biyolojik boşluk meydana getirerek bitki patojenlerinin yeniden hızlı bir şekilde bulaşmasına neden olur. Buharlanmış topraklar, üzerinde yetişecek bitkilere değişik biçimde etkide bulunabilir (Nelson, 1985).

Bunun yanı sıra, toprağın buharla dezenfeksiyonu toprağın drenajı ve havalandırmasını iyileştirir. Yüksek buhar ısısı çimento maddelerin açığa çıkmasına neden olur ve küçük toprak

parçaları birleşerek toprak sütrüktürünü geliştiren daha büyük agregatları oluşturur. Eğer toprak, uygulamadan sonra işlenirse bu agregatlar daha küçük partiküllere parçalanarak azalır ve ayrıca patojenlerce tekrar bulaşma rizki de artar (Boodley, 1981).

3. Toprak Solarizasyonu

Kökleri hastalandırarak verimi azaltmak suretiyle üreticinin ekonomik yaşamını etkileyen hastalık ve zararlıların, toprağın güneş ışınlarından yararlanılarak ısıtılması ile önlenebilmeleri olasıdır. Kimyasal ve diğer fiziksel yollarla toprak dezenfeksiyonu yüksek maliyetlere, kalıntı sorununa ve yararlı mikroorganizmaların yok edilmesi sorunlarına yol açtığı için solarizasyon bu konuda alternatif olabilir.

Özellikle sera şartlarında üretimin sınırlandığı sıcak yaz mevsimine sahip olan ve dolayısıyla yüksek miktarlarda güneş enerjisi alan ülkelerde bu yöntemin uygulanması daha uygun olmaktadır. Özellikle ülkemizin Akdeniz bölgesinde bu yolla toprak kökenli patojenler baskı altında tutulabilirler. Bunun için yılın en sıcak ayları olan temmuz ve ağustos ayları döneminde güneş ışınlarının toprağın ısıtılmasında kullanılması en uygundur. Çünkü bu dönemde toprak sıcaklığının böyle bir yöntemle kök zonu çevresinde 40-55 °C'ye çıkartılması mümkündür. Bu düzeydeki toprak sıcaklıklarında zararlı toprak mikroorganizmalarının büyük bir bölümü baskı altına alınabilir. Ancak, modern seracılıkta üretimin tüm dönemlerde devam ettirilmesi sağlandığı için bu yöntem kullanılamamaktadır.

Toprak solarizasyonu için önce toprak derin bir şekilde iyice sürülür. Sonra topraktaki mikroorganizmaların

ve dinlenme yapılarının termal inaktivitelerini arttırmak ve toprağın ısı iletkenliğini yükseltmek için iyice sulanır. Sulama, toprağın 40-50 cm'lik üst tabakası iyice ıslanacak şekilde yapılmalıdır. Sulamadan 1-2 gün sonra toprak yüzeyi kültivatörle düzeltilir ve hemen tapan çekilerek bastırılır. Toprak yüzeyi eğer iyice düzeltilmezse polietilen örtülerle kapatıldığında toprakla örtü arasında kalan çukurlarda hava cepleri oluşarak yeterli ısınma sağlanamaz. Toprağın örtülmesinde kullanılan örtülerin şeffaf ve 0.03 mm kalınlıkta olmaları gerekir. Örtülerin kenarları iyice toprak altına sokularak kapatılmalıdır. Toprağın polietilen örtü altında başlangıçtaki nemini muhafaza etmesi gerekir. Bunun için yağmurlama veya damlama sulama ile bu nem takviye edilmelidir. Damlama sulama için toprak kapatılmadan önce sistem toprağa döşenir ve kapatma öncesi nem durumu ayarlandıktan sonra her 10 günde bir sulama yenilenerek uygun nem düzeyi sürdürülmeye çalışılır. Yağmurlama sistemi kullanılıyor ise plastik örtü kapatıldıktan sonra her iki haftada bir örtüler kaldırılıp sulama tekrarlanarak toprak nemi ayarlanır. Solarizasyonda kullanılan örtü materyalinin yüzey geriliminin düşük olmasına dikkat edilmelidir. Çünkü örtünün alt yüzünde yoğunlaşma ile biriken su damlaları örtünün adeta bir ayna gibi ışınları yansıtmasına, dolayısıyla örtünün altına daha az radyasyon nüfuzuna yol açar.

Toprağın bu şekilde malçlama süresi hedef organizmalara ve toprağın yapısına göre değişmekle birlikte 6-8 hafta veya daha uzun zaman dönemleri boyunca toprağın örtülü tutulması ile birçok patojenlere karşı etkin sonuçlar alınmaktadır (Çınar ve Biçici, 1985).

Tamietti ve Garibaldi (1990), Liguria'da (Kuzey İtalya) solarizasyonun fasulye (*Phaseolus vulgaris*) bitkisindeki *Rhizoctonia solani*'ye ve yabancı otlara olan etkilerini alternatif bir toprak dezenfeksiyonu olarak test etmişlerdir. Toprak, 0.05 mm kalınlığındaki ısı kaybının engellenmesinde etkili olan küçük hava boşluklarına sahip tek veya çift polietilenle örtülmüştür. Örtü, 18 haziranda yerleştirilmiş ve 25 ağustosta kaldırılmıştır. 6 ve 24 cm derinliklerdeki toprak sıcaklıkları ölçülmüştü ve 6 cm derinlikte 35.6 ila 48 °C, 24 cm derinlikte ise 36.9 ila 44.5 °C arasında değerler bulunmuştur. Çift örtü kullanıldığı zaman, ortalama 24 cm derinliğindeki sıcaklık 42.5 °C'ye yükselmiş ve böylece tek örtüye göre 2-2.5 °C daha fazla değerler elde edilmiştir. *R. solani* tamamen kontrol altına alınmıştır. Solarizasyon aynı zamanda tek yıllık tek ve çift çenekli yabancı otları kontrol altına almıştır.

Çizelge 1'den görüldüğü gibi, Garibaldi ve Tamietti (1984), cam seranın plastik seraya göre solarizasyonda daha etkili olduğunu bulmuşlardır.

Çizelge 1. Cam ve Plastik Serada Üç Farklı Derinlikteki Toprak Solarizasyonun Etkileri

Sera Örtüsü	40 °C'nin üzerindeki sıcaklık saatleri		
	5 cm Derinlik	12 cm Derinlik	20 cm Derinlik
Cam	577	560	375
Plastik	287	191	0

Besri (1982), nisan ve eylül ayları arasında solarizasyonla toprak sıcaklığını

50 °C'nin üzerine çıkararak domateste *Didymella lycopersici*'nin neden olduğu

hastalığı tamamen kontrol altına almayı başarmıştır. Tjamos (1983), domateste kök çürüklüğünün önlenmesinde, solarizasyondan önce düşük dozda metil bromit uygulamasının daha etkili olduğunu bildirmiştir. Bu durum, sadece MB'le yapılan dezenfeksiyona göre toprak ve bitkideki bromit seviyesini de azaltmıştır.

Göçmen ve Elekçioğlu (1996), toprak solarizasyonunun Antalya'da sera koşullarında patlıcan bitkisinde zarar yapan öncelikle başta kökür nematodları (*Meloidogyne* spp.) olmak üzere, nematodlara etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla, 1993 ve 1994 yıllarında yaklaşık 6 hafta süreyle solarizasyon uygulamışlardır. 1993 yılında yapılan solarizasyonda uygulama öncesi bitkilerde % 63 oranında yoğun ur oluşumu görülürken, uygulamadan sonra geçen 9 aylık sürenin sonunda bu oran % 2.3'e düşmüştür. 1994 yılında yapılan toprak solarizasyonunda ise kökür nematodlarının populasyon yoğunluklarında uygulamadan sonra % 100 oranında bir azalma kaydedilmiş ve bu etkinin 3 ay boyunca devam ettiği tespit edilmiştir. Diğer nematodların toplam populasyon yoğunluklarının ise bu süre sonunda % 73.4 oranında azaldığı tespit edilmiştir.

4. Metil Bromit (MB)

1935'de bulunuşundan zamanımıza kadar intensif tarımın yapıldığı dünyanın tüm alanlarında MB'in kullanılması yaygınlaşmıştır. MB'in geniş alanlarda toprak kaynaklı hastalık ve zararlılara karşı en etkin ve ekonomik olan bir kontrol maddesi olduğu tespit edilmiştir. Gerçekten MB ile fumigasyon, toprak

dezenfeksiyonunda geniş çapta kullanılan metottur ve nematodlara, yabancı otlara, toprak kaynaklı funguslara, belirli bakterilere ve zararlı böceklerle karşı son derece etkilidir.

MB, geniş spektrumlu bir toprak fumigantıdır. Dünyanın çeşitli yerlerinde çilek ve fidanlıklar gibi ekonomik önemi olan yetiştiriciliklerde toprak kaynaklı hastalık ve zararlıların kontrolünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fumigant, genellikle dikimden önce kloropikrinle (chloropicrin) karışım halinde uygulanmaktadır (Braun ve Supkoff, 1994).

Metil bromit; renksiz, saman sarısı renkte, düşük konsantrasyonlarında kokusuz, basınçlı silindirler içerisinde sıvı, havada gaz olan, özgül ağırlığı havadan 3.27 defa fazla ve kaynama noktası 3.6 °C olan bir gazdır. Düşük konsantrasyonlarındaki kokusu fark edilmediği için üretim aşamasında uyarıcı olarak % 2 oranında göz yaşırtıcı özelliği olan kloropikrin karıştırılmıştır. Yanıcı ve patlayıcı özelliği yoktur ve diğer ilaçlarla karıştırılmadan tek başına kullanılır (Anonim, 1991).

Metil bromit sıcak veya soğuk gaz şeklinde olmak üzere iki şekilde uygulanır. İster sıcak ister soğuk gaz metodu ile olsun, uygun toprak hazırlığı MB uygulamalarında başarının anahtarıdır. İyi hazırlanmamış toprağın anlamı başarısızlıktır. Burada uyacağımız hususlar; bitki artıklarının ortamdaki uzaklaştırılması, iyi toprak işlemesi (en az 40 cm derinlikte ve keseksiz), uygun tavda toprak ve uygulama anında toprağın 10 cm derinliğindeki sıcaklığının 10 °C'nin altında olmaması gerekir. MB'in uzman kişilerce uygulanması, merkezi olarak yerleştirilmiş gaz silindiri veya metal

kutular şeklindedir. Bazı ülkelerde tarla uygulamaları traktörlere monte edilmiş enjeksiyon aletleriyle. Nemli fakat doymuş kısımları içermeyen alanların hazırlığından sonra gaz sızdırmayan polietilen örtülerle toprak örtülmelidir.

Eğer metal kutular kullanılıyorsa plastik örtü örtülmeden önce kutular belirli aralıklarla yerleştirilir. Daha sonra kutular delinerek gazın harekete geçmesi sağlanır. Eğer hava ve toprak sıcaklığı 10 °C'nin üzerinde ise ve en uygunu 15 °C ise gazın homojen dağılımı gerçekleştirilebilir. Metal kutularla uygulandığı zaman plastik örtünün az da olsa yukarıya doğru çekilmesi gerekir. Bu metot soğuk gaz metodu olarak bilinir. Bugün ülkemiz açısından sıcak gaz metodu yeni bir metottur. Bu metotta tamamen metil bromitin fiziksel özelliklerinden faydalanılmaktadır. Bu metotta silindir içerisindeki basınçla sıkıştırılmış likit gaz bir polietilen boru vasıtasıyla içinde 90 °C'de ısıtılmış su bulunan kab içerisindeki bakır borulardan geçirip diğer uçtan gaz olarak alınır ve üzeri polietilen örtü ile örtülmüş toprağa verilir. Dağılımın iyi olması için gaz, plastik örtü altına üzerinde küçük delikler bulunan polietilen borularla dağıtılır. Böylece gazın daha derinlere ve daha homojen şekilde dağılımı sağlanır, residu (kalıntı) azalır, daha az işçilik ister, dezenfekte edilmiş arazinin yeniden bulaşma şansı azalır ve bir çalışma noktasında daha fazla arazinin fumigasyonu mümkündür.

Metil bromitin diğer bir uygulama şekli damlama sulama sistemiyle uygulanmasıdır. Toprak hazırlığından sonra damlama sulama sistemi döşenir ve bağlantıları takılır. Birkaç dakika damlama sulama sistemine su verilerek sağlıklı çalıştığı kontrol edilir ve verilen

su kesilir. İlaçlanacak alana plastik örtülüp kenarları toprak ile kapatılır. Damlama sulama sisteminin ana bağlantısı, içinden ilaç geçen su kabına bağlanır.

Plastik örtü, toprağın 20-30 cm'lik derinliğindeki hastalık ve zararlıların öldürülmesine yetecek konsantrasyonda gazın birikebilmesi için 4 gün boyunca kaldırılabılır. MB'in öldürücü dozu (latel doz) organizmaya göre değişir. Yüksek konsantrasyondaki gazın kısa süredeki etkisi, düşük konsantrasyondaki gazın daha uzun zamandaki etkisiyle aynı olabilir. Gaz konsantrasyonu kısa periyotlarda hiç olmazsa kritik seviyeye kadar ulaşmalıdır. Gerçek seviye organizma ve onun dormansi durumu ile ilgilidir. MB gazının toprağı terk etmesi 7-10 gün kadar sürer. Plastik örtüler kaldırıldıktan ve toprak havalandırıldıktan sonra toprakta MB gazının bulunmadığından emin olunması için uzman kişi tarafından toprak test edilmelidir. Emniyetli noktaya ulaşıldığı zaman yetiştiriciler tarafından toprak işlenerek ekim dikim hazırlığı yapılabilir (Anonim, 1991).

4.1. Metil Bromit Uygulamasından Sonra Toprakta Bromit Kalıntıları

Bromit iyonu (Br⁻) toprakta doğal olarak bulunur. Bazı topraklar doğal olarak yüksek bromit içeriğine sahiptirler. Bromit iyonu birçok bitki tarafından kolayca absorbe edilir ve bitkilerin belirli kısımlarında birikebilir. Toprakta ve bitki kısımlarındaki inorganik bromit içeriği seviyesine etki eden faktörler; uygulanmış MB miktarı, uygulama süresi, toprak tipi, sütrüktürü ve tekstürü, toprak sıcaklığı, toprağın nem içeriği, dikim ile fumigasyon arasındaki süredir. Fumigasyondan sonra

MB'in çoğu havaya uçarak kayba uğrar. Uygulama boyunca toprakta bazı MB molekülleri ayrışarak inorganik Br⁻ iyonu açığa çıkar. Bu inorganik bromit seviyesi değişik faktörlere bağlı olarak birkaç ppm'den 20-30 ppm'e kadar olan değerlerde olabilir. MB'le fumigasyona tabi tutulmuş topraklarda yüksek bromit seviyesi sebzelerde ve birçok bitkide fitotoksik değildir. Bununla beraber özellikle karanfiller bromite karşı hassastırlar ve fitotoksik simptomlar ortaya çıkabilir.

Son yıllarda MB'le fumigasyon yapılmış topraklarda yetişen çeşitli ürünlerdeki artan bromit seviyesine karşı bazı ülkelerde endişeler artmaktadır. Bu durum özellikle salata, ıspanak, kereviz, lahana gibi yeşil kısımları tüketilen bitkiler için önemlidir. Bu gibi yeşil aksamı tüketilen ürünlerde, daha yaşlı yapraklar genç yapraklara göre bazı kez daha yüksek bromit içerir. Salata, maydonoz ve ıspanak gibi sebzeler, tolerans sınırının üzerinde bromiti kökleriyle alabilirler (Hoffmann ve Malkomes, 1979; Jarvis, 1992). Ayrıca; karanfil, soğan, krizantem, kavun, ıspanak, soğan ve şeker pancarı gibi bazı bitkiler bromite karşı çok hassastırlar, çünkü MB'den bu ürünler olumsuz olarak etkilenebilirler (Jarvis, 1992). Bromit, topraklarda önemli bir dönem kalabilir ve normal sulama ve kültürel önlemler sonucu yavaşça uzaklaşır. Ayrıca problemler, yıkanmış alanlarda ve fumigasyondan sonra ikinci ürün olarak yetiştirilen yeşil aksamı tüketilen sebzelerde görülmeye devam edebilir. Problemin kesin çözümü imkansızdır.

Belirlenmiş olan tolerans seviyesini aşmamak için; kesin olarak gereklilik varsa MB ile fumigasyon uygulamalı ve hiçbir durumda yılda bir uygulamadan fazla uygulama yapılmamalıdır.

Hedeflenen başarı için gerekli olan minimum miktar kullanılmalı ve tavsiye edilen miktarı aşmamalıdır. Optimum fumigasyon şartlarında birçok yer için 50 g/m² 'den fazla uygulamaya gerek yoktur. Fumigantın homojen dağılımı sağlanmalıdır. Uygulama süresi 48 saati aşmamalıdır. Orta ve ağır bünyeli topraklarda havalandırmadan sonra toprağın işlenmesi tavsiye edilir, ancak işleme derinliği fumigasyondan önce yapılmış işlemeden daha derin olmamalıdır. Toprak işlemesi yıkamadan önce yapılmalıdır. Fumigasyondan sonra, yeşil aksamı tüketilen sebzeler ancak ikinci ürün olarak yetiştirilmelidir. Mümkünse fumigasyondan sonra toprak yıkaması yapılmalıdır. Yıkama mümkün değilse nispeten uzun havalandırma süresi gereklidir.

Inorganik bromitler toprakta son derece hareketlidirler. Klor ve nitrat iyonlarına benzer şekilde suyun hareket doğrultusunda hareket ederler. Cl⁻ ve NO₃⁻ gibi diğer anyonlar bitkilerde Br⁻ in alınmasına karşı rekabetçi olarak iş görebilirler. Toprağa potasyum klorür verildiğinde maruldaki bromit kalıntısı % 90 azalmıştır. MB uygulaması yapılan yerlerde marul yerine domates, hıyar ve biber gibi ürünler ilk ürün olarak yetiştirilirse sorun çok azaltılabilir (Çınar ve Biçici, 1985). Yıkama, bromitlerin uzaklaştırılmasında etkili bir yoldur. Böylece bitki köklerindeki tehlikeli katman yıkanır ve alınabilir bromit seviyesi azalır. Toprak yıkaması, MB fumigasyonundan sonra ve özellikle karanfiller ve yeşil aksamı tüketilen sebzelerin yetiştirilmesinden önce uygulanmalıdır. Etkili bir bromit yıkaması için ihtiyaç duyulan su miktarı toprak tipine göre değişir. Plastik örtüler kaldırıldıktan 2-3 gün sonra 200-400 mm arası su uygulanır. Sulama miktarı

her toprağın su tutma kapasitesine uygun olmalıdır. Çok yüksek miktardaki uygulamalar sakıncalı birikimlere neden olabilirler. Hafif topraklar bir aşamada yıkanabilir, fakat daha az geçirgen orta ve ağır topraklar için birinci uygulama 120-200 mm doz ve ikinci uygulama 3-4 gün sonra 80-200 mm dozunda olmak üzere yıkama suyu bölünerek uygulanabilir. Çalışmalar göstermiştir ki, salata gibi sığ köklere sahip ürünlerde 75 mm su, hafif ve orta topraklarda bromit seviyesini önemli ölçüde azaltmıştır. Fakat işlenmemiş topraklarda aynı bromit seviyesine ulaşmak için 250 mm'lik su uygulamasına ihtiyaç duyulmuştur (Anonim, 1991).

Bazı bitkiler, fumigasyona uğramış topraklarda yetiştirildiği zaman, fidelerdeki gelişme geriliğine benzer şekilde gelişme geriliği gösterirler. Yüksek pH'lardaki fosfor noksanlığına benzer şekilde, fosfor noksanlığı ortaya çıkabilir. Böyle bitkilere örnek olarak; turuncuğil fidanları, pamuk, kereviz, biber, soğan, sarımsak, havuç ve yerfıstığı verilebilir. Farklı derinlik ve derecelerde mikoriza funguslarının fumigasyonla azaltılması sonucu bu durum görülebilmektedir. Bu mikroorganizmalar bitkilerle simbiyosis yaşarlar ve bitkilerle toprak arasındaki gerekli bağları oluştururlar. Mikoriza fungusları bitkilerin özellikle fosfor ve aynı zamanda çinko ve mangan gibi besin elementlerinin alımında yardım ederler. Tüm bitkiler için geçerli olmasa da çoğu bitki, yüksek kireç içeren topraklarda bu simbiyotik yaşama yönelirler. Bu tür bitkiler fosforun düşük alınabilir formda olduğu topraklarda mikorizaya daha fazla bağımlılık gösterirler.

Hollanda'da yüksek MB kullanımı ve toprakların büyük miktarlarda su ile

yıkılması sonucunda yeraltı, yerüstü ve içme suları kirlenmektedir (Mus ve Huygen, 1992). MB kullanımının insan sağlığına olan olumsuz etkileri konusunda kaygılar artmaktadır. Bu nedenle Hollanda hükümeti 1982 yılında aldığı kararla son 10 yıl boyunca MB kullanımını aşama aşama yasaklamayı planlamıştır (Mus ve Huygen, 1992). İsviçre'de metil bromitle toprak fumigasyonu, besinsel ürünlerde yüksek seviyelerde bromit birikimine neden olduğu için yasaklanmış ve sadece çiçek üretiminde ve ağaç fidanlıklarında izin verilmiştir (Bernhard ve ark., 1988; Ketzi Jennifer, 1992). Almanya'da patates tarımı için MB uygulanan alanlarda 3 yıl boyunca sebze yetiştiriciliğine izin verilmemiştir. 1991'de Almanya'da 1,3-dikloropropen (1,3-D) kullanımı yasaklanmış ve sadece kimyasal olmayan koruma önlemlerine izin verilmiştir (Baerselman, 1992). Metil Bromit, 1993'deki Montreal Protokol'una göre ozon delici bileşikler listesine alınmıştır.

Belirli ölçüde sentetik ve sentetik olmayan kimyasallar, entegre hastalık ve zararlı kontrolünde ve entegre çiftçilik sistemlerinde kullanılabilir. Böylece metil bromit ve pestisitlere olan bağımlılık azalacaktır. Bununla beraber, etkili sentetik pestisitlerin, metil bromit gibi geniş spektrumlu toprak fumigantlarının elde edilebilir olması nedeniyle entegre hastalık ve zararlı mücadelesi ve entegre çiftçilik sistemlerinin gelişmesine karşı ihtiyaç duyulmamıştır. Bu durum, geniş spektrumlu sentetik pestisitlerin aşama aşama yasaklanmasıyla değişebilecektir.

Sonuçta, hükümetler entegre mücadele yöntemlerinin geliştirilmesini daha fazla destekleyecek ve bunun sonucunda da araştırma kuruluşları bu

yöntemlerin geliştirilmesine daha fazla zaman ayırmak durumunda kalacaklardır.

5. Antalya'da Toprak Dezenfeksiyonu

Antalya'da yoğun tarımın yapıldığı sera alanlarında toprak dezenfeksiyonuna gereken önem verilmemektedir. Bu nedenle her yıl toprak kaynaklı hastalık ve zararlılarından (nemetod, mantari ve fungal hastalıklar) meydana gelen zararlanmalar nedeniyle büyük ölçüde verim azalması meydana gelmektedir.

Antalya'da MB uygulaması, hem sıcak hem de soğuk gaz metoduna göre yapılmaktadır. 50 kg'lık silindirlerde veya 1.5 librelük teneke kutular içerisinde MB'in piyasada satışı yapılmaktadır. 50 Kg'lık silindirlerde satılanlar sıcak gaz metoduna göre, 1.5 librelük teneke kutular içinde satılanlar ise soğuk gaz metoduna göre uygulanmaktadır. En çok satışı yapılan ve uygulanan, 1.5 librelük teneke kutulardır. 1993'de 500 ton kadar satışı yapılmıştır. 1995'de 80 ton 50 Kg'lık silindirlerle ve 150 ton 1.5 librelük teneke kutularda satışı gerçekleştirilmiş ve satışlar devam etmektedir. Sıcak gaz metodu ise yeni yeni yaygınlaşmaktadır. Böylece kullanılan gaz daha ucuza gelmektedir. Ancak uygulanması için özel ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır.

MB'in yer altı su kaynaklarını ve toprağı kirletme tehlikesi teorikte olmasına karşın, bölgemizde henüz böyle bir problemi ortaya koyan bulgular bulunmamaktadır. Kullanılması sırasında insan sağlığı açısından bölgemizde önemli bir olay tespit edilmemiştir. Bölgemizde MB uygulanmasında, üreticilerin maliyet açısından hareketle

yetersiz doz uygulamaları bir şanstır.

MB'den sonra kimyasal dezenfektan olarak bölgemizde en çok basamit kullanılmaktadır. Çevre açısından basamit kullanılması daha emniyetlidir. Yıllık ortalama 15-20 ton satışı yapılmaktadır. Uygulaması MB'e göre daha zordur. Maliyet açısından MB'le aşağı yukarı aynıdır. Eşit doz uygulanıyorsa MB daha avantajlıdır.

Bölgemizde fiziksel dezenfeksiyon metodu olarak solarizasyon uygulaması yaygınlaşmaktadır. Solarizasyon uygulaması maliyet, emniyet ve çevre kirliliği açısından daha uygun bir methodur. Ancak etkisi MB kadar geniş değildir (Kişisel Görüşme, 1995).

6. Kaynaklar

- Anonim, 1991. Methyl Bromide for Soil Fumigation. Dead Sea Bromine Group, Makleff House, Beer Sheva, İsrail, pp. 36.
- Baerselman, F. 1992. The Dutch Multi-Year Crop Protection Plan (MJP-G): A Contribution Towards Sustainable Agriculture. In: J. C. van Lenteren, A. K. Minks ve O. M. B. de Ponti (Eds.). Biological Control and Integrated Crop Protection: Towards Environmentally Safer Agriculture. Proceedings of an International Conference Organized by the IOBC/WPRS, Veldhoven, The Netherlands, 8-13 September 1991. PUDOC Scientific Publishers, Wageningen, pp. 239.
- Baker, K. F., ve Roistacher, C. N., 1957. Principles of Heat Treatment of Soil, The U. C. In: K. F. Baker (Editör), System for Producing Healthy Container-Grown Plants. Calif. Agric. Exp. Stn. Man. 23., pp. 138-161.
- Bernhard, C. A., Genlemin, M. P., ve Hiller, R. S., 1988. Occupational and Paraoccupational Exposure to Methyl Bromide during Soil Fumigation in Switzerland. Third International Symposium on Soil Disinfestation, September 26-30, Leuven, Belgium, pp. 327-336.

- Besri, M., 1982. Solar Heating (Solarization) of Tomato Supports for Control of *Didymella lycopersici* Kleb. Stem Canker. *Phytopathology*, 72:939.
- Bollen, G. J., 1969. The Selective Effect of Heat Treatment on the Microflora of a Greenhouse Soil. *Neth. J. Plant Pathol.*, 75: 157-163.
- Boodley, J. W., 1981. The Commercial Greenhouse. Delmar Publishers Inc., Newyork, USA, pp. 109-114.
- Braun, A. L. ve Supkoff, D. M., 1994. Options to Methyl Bromide for the Control of Soil-Borne Diseases and Pests in California With Reference to the Netherlands. Pest Management Analysis and Planning Program, Kaliforniya Üniversitesi, USA.
- Çınar, A. ve Biçici, M., 1985. Tarımsal Savaş Yöntemleri ve İlaçlar (Bitki Hastalıkları Kontrolünde Kullanılan Başlıca Yöntemler ve Kimyasallar). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notu Yayınları, No: 122, Adana.
- Fletcher, J. T., 1984. Diseases of Greenhouse Plants. Regional Plant Pathologist Agricultural Development and Advisory Service Wye Kent, Newyork, USA, pp. 351.
- Garibaldi, A. ve Tamietti, G., 1984. Attempts to Use Soil Solarization in Closed Greenhouses in Northern Italy for Controlling Corky Root of Tomato, *Acta Hortic.*, 152:237-243.
- Göçmen, H. ve Elekçioğlu, İ. H., 1996. Antalya'da Toprak Solarizasyonunun Seralarda *Meloidogyne Goeldi*, 1887 (Tylenchida, Meloidogynidae) Türleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. *Türk. Entomol. Derg.*, 20 (1): 81-86.
- Hanson, W. J. ve Nex, R. W., 1953 Diffusion of Ethylene Dibromide in Soils, *Soil Sci.*, 76:209-214.
- Hege, H. ve Ross, H., 1972. Das Dampfen von Boden und Erden. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Frankfurt am Main.
- Hoffmann, G. M. ve Malkomes, H. P., 1979. The Fate of Fumigants. In: D. Mulder (Editör), *Soil Disinfestation*. Elsevier, Amsterdam, pp. 291-335.
- Jarvis, W. R., 1992. Managing Diseases in Greenhouse Crops. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA, pp. 288.
- Ketzis Jennifer K., 1992. Case Studies of the Virtual Elimination of Methyl Bromide Soil Fumigation in Germany and Switzerland and the Alternatives Employed. In: Methyl Bromide. Proceedings of the International Workshops on Alternatives to Methyl Bromide for Soil Fumigation, Rotterdam, The Netherlands, 19-21 October 1992 and Rome/Latina, Italy, 2-23 October 1992, pp. 298-320.
- Kişisel Görüşme, 1995. Antalya'da Toprak Dezenfeksiyonu uygulaması. Hektaş Ticaret T. A. Ş. Antalya.
- Munnecke, D. E., Moore, B. J. ve Abu-El-Haj, F., 1971. Soil Moisture Effects on Control of *Phyium ultimum* or *Rhizoctonia solani* with methyl bromide. *Phytopathology*, 61:194-197.
- Mus, A. ve Huygen, C., 1992. Methyl Bromide. The Dutch Environmental Situation and Policy. TNO, Institute of Environmental Sciences, Order No. 50554., pp. 13.
- Nederpel, L., 1979. Soil Sterilization and Pasteurization. In: D. L. Mulder (Editör), *Soil Disinfection*. Elsevier, Amsterdam, pp. 29-37.
- Nelson, V. N., 1985. Greenhouse Operation and Management. Third Edition, Department of Horticultural Science North Carolina State University, Virginia, USA, 598 s.
- Runia, W. T., 1986. Disinfestation of Substrates Used in Protected Cultivation. *Soilless Cult.* 2:35-44.
- Sevgican, A., 1989. Örtüaltı Sebzeçiliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 19.
- Sonneveld, C., 1969. De Invloed van Stomen op de Stikstofhuishouding van de Grond. *Tuinbouw Meded.* 32:197-203.
- Tamietti, G., Garibaldi, A., 1990. The use of solarization against *Rhizoctonia solani* under greenhouse conditions in Liguria. *Horticultural-Abstracts*, 216: 45-54.
- Tjamos, E. C., 1983. Control of *Pyrenochaeta lycopersici* by Combined Soil Solarization and Low Dose of Methyl Bromide in Greece. *Acta Hortic.*, 152:233-258.