

XIV. Hafta: Nematodlarla Mücadele Yöntemleri ve Entomopatojen Nematodlar

NEMATOD MÜCADELESİ

NEMATODLARLA MÜCADELE YÖNTEMLERİ

1- Kültürel Önlemler :

Ekim Nöbeti Uygulanmalıdır : En fazla üzerinde durulması gereken mücadele yöntemi öncelikle ekim nöbetidir. Ancak Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) gibi geniş konukçu dizisi bulunan türlere karşı uygun bitki seçmek oldukça zordur. Bununla birlikte Kist nematodları (*Heterodera* spp. ve *Globodera* spp.) gibi sınırlı sayıda konukçuya sahip olan türlere karşı bu yöntem başarılı bir şekilde uygulanabilmektedir. Eğer bir alanda birden fazla zararlı nemotod türü varsa bunların tümüne karşı konukçu olmayan bitki seçmek oldukça zordur.

Bulaşık Bitki Artıkları Tarlada Bırakılmamalıdır : Hasat zamanı bitki artıklarının toprakta bırakılmayıp sökülerek bir yerde toplanıp yakılması veya güneşin ve rüzgarın etkisinde kurumalarının sağlanması özellikle sebzelerde Kök- ur nematodları ve Çeltik beyaz uç nematodu'na karşı mücadelede önemli bir yer tutmaktadır.

Bitkisel Üretimde Nematodla Bulaşık Olmayan Fide ve Fidanların Kullanılması Gerektilir.

Temiz Tohum/Yumru Kullanılmalıdır : Özellikle (tohumla/yumruyla) taşınan nematodlar için gerekli kültürel önlemlerin alındığı nematodla bulaşık olmayan tarlalarda sertifikalı tohumun kullanılması gerekmektedir. Temiz tohum ya nematodla bulaşık olmayan yerlerden getirilmeli ya da bulaşık tohumlar nematod'dan temizlenmelidir.

Nadas Sistemi Uygulanmalıdır : Bir yıllık yapılacak tam nadasa, bir yıl önceki ürünle galli danelerden toprağa geçen nematod larvaları tamamen ölmektedir. Yalnız nadas uygulamasında yine bir yıl önceden toprağa dökülen normal danelerin çimlenerek gelişmesi önlenmeli ve tarlada Gramineae familyasından yabancı otların büyüterek, nematoda tekrar konukçuluk etmemesi için, ot mücadelesinin yapılması gerekmektedir. Nadasa bırakma entegre savaş içinde uygulanabilir, ancak yağışlı ve rüzgarlı alanlarda erozyon tehlikesi baş gösterebilir. Sulu tarıma geçilmesi ile nadas alanlarının daraltılması önem kazanacağından bu yöntem tavsiye edilmemektedir. Ayrıca bazı nematodların dayanıklı formları (Patates kist nematodları) boş tarlada 8 yıla kadar canlılıklarını muhafaza etmektedir.

Bitki Nöbeti Uygulanmalıdır : Nematodlara karşı nematoda dayanıklı bitkiler nöbete sokulmalıdır. Örneğin baklagillerden yonca, tırfıl, korunga, nohut, fasulye, mercimek, şeker pancarı, patates, ayçiçeği, soğan, sarımsak, bostan çeşitleri, mısır ve yağlı bitkiler ile bir yıllık bitki nöbeti uygulanarak toprak temizlenebilir. Patates kist nematodları bulaşık alanlarda patates, domates ve patlıcan üretimi en az 8 yıl süre ile yapılmalıdır. Münavebe süresince yabancı otlarla da mücadele yapılmalıdır. Şeker pancarı kist nematodu için pancar ekim sahalarında veya bu nematodun konukçusu olan diğer ürünlerde Şeker pancarı kist nematodu saptanırsa 8-10 yıl süreyle bitki münavebesi uygulanmalıdır.

Münavebe süresince bu nematoda dayanıklı olan buğday, arpa, mısır, sorgum, ve yonca gibi bitkiler yetiştirilmelidir. Hububat kist nematodlarına karşı ise konukçu bitkilerin mevcut olmaması durumunda Hububat kist nematodlarının tarladaki yoğunluğu azaldığından; ekim nöbeti uygulanabilir bir mücadele yöntemidir.

Graminae dışındaki bitkilerle, örneğin yemlik ve yemelik baklagillerde 2-3 yıllık bir ekim nöbeti populasyon yoğunluğunu düşürebilmektedir. Soğan sak nematoduna karşı konukçusu olmayan bitkilerle 4 yıllık bir münavebe sisteminin uygulanması önerilmektedir. Çeltik beyaz uç nematoduna karşı ise, 2 yıllık bir münavebe etkili olmaktadır. Münavebe süresince nematodun konukçusu olan yabancı otlarla mücadele yapılmalıdır.

1. Geç Ekim Erken Hasat Nematod Sayısını Kısmen Düşürmekte ve Zararı Azaltmaktadır.
2. Nematodlara Dayanıkları Çeşit veya Tolerant Aşılı Fide/Fidanlar Kullanılmalıdır.
3. Sulama Suyunun Nematodla bulaşık olmamasına dikkat edilmelidir.
4. Toprak İşleme yapılmalıdır: Ekim veya dikime hazırlık amacıyla yapılan toprak işlemlerinin sıcak ve kurak mevsimde toprağın bir kaç defa alt üst edilecek şekilde yapılmasıdır. Seralarda ise sıcak aylarda ve seranın boş olduğu zamanlarda 15 gün ara ile 30-40 cm derinlikte toprağın en az iki kere alt üst edilerek işlenmesi nematod sayısını azaltmaktadır.

6. Solarizasyon Uygulanmalıdır : 40-50 cm derinliğe kadar sulanan toprak, tava geldikten sonra 30-40 cm derinliğe kadar sürülerek, kesekler kırılmalı ve yüzeyi düzeltilmelidir. Damlama sulama sistemi döşendikten sonra toprak 0.025-0.1 mm kalınlığında UV katkılı şeffaf plastik örtü ile düzgence kapatılmalıdır. Toprak nemini kaybederse örtünün altında bırakılan damla sulama sistemi çalıştırılmalıdır. Solarizasyon uygulamasından sonra toprağın yüzeysel işlenmesi gerektiği için, çilek gibi sırta dikim yapılan bitkilerde solarizasyon uygulamasından önce sırtlar hazırlanmalıdır. Uygulama sıcak yaz aylarında (temmuz-ağustos) 4-8 hafta süreyle yapılmalıdır.

7. Bulaşık Alanlarda Kullanılan Toprak İşleme Alet ve Makineleri Temizlenmeden Kullanılmamalıdır.

8. Sera Girişlerinde Sönmemiş Kireç Kullanılarak Hijyene Dikkat Edilmelidir.

Sıcak su ile muamele olarak, arpacık ve sarımsak tohumluluğu önce 24 °C'deki suda 2 saat bırakılarak nematodların aktif hale geçmesi sağlanır. Sonra soğanlar 43.5 °C'deki suda 4 saat, sarımsaklar ise 49 °C'deki suda 30 dakika tutulur. Bu işlemin daha etkili olmasını sağlamak için 100 lt suya 100 g formalin (% 40'lık formaldehyde) ilave edilmelidir. İşlem sırasında sıcaklığa dikkat edilmelidir. Aksi halde fazla ısı soğanların çimlenme gücünü yok edebileceği gibi, düşük ısı da tohum bünyesindeki nematodların bir kısmının canlı kalmasına neden olur. Sıcak veya soğuk su ile muamele edilen soğan, sarımsak ve arpacıklar hemen dikilmeli veya geç dikilecekse hemen kurutulmalıdır. Bulaşık toprakların buharla sterilizasyonu da başka bir fiziksel yöntemdir. Bu sistemde maliyet unsuru göz önüne alınmalıdır.

2. Fiziksel Önlemler :

Özellikle, ülkemizde daha önce varlığı bilinmeyen ve 1995 yılında tespit edilmiş olan Çeltik beyaz uç nematodu ile bulaşık tohumlara karşı sıcak su uygulaması oldukça başarılı sonuçlar vermektedir. Tohumlar oda sıcaklığındaki suda (20 °C) 16-20 saat bekletildikten sonra 51 °C'deki suda 7 dakika tutularak nematod sayısı azaltılabilir.

Ayrıca, bulaşık tohumlar ön bekletme yapılmaksızın 55-6- °C'deki suda 10-15 dakika tutulabilir. Bu konuda Ege Bölgesi'nde 200-2001 yıllarında yürütülen bir çalışmada, elektrikli ısıtma düzeneği geliştirilmiş ve bu yöntemle zararlıya karşı % 100 etki elde edilmiştir. Ülkemiz soğan ekiliş alanlarında önemli zararlara neden olabilen, Soğan sak nematodu için bulaşık veya bulaşık olduğundan şüphelenilen arpacıklar bir kap içinde her gün suyu değiştirilmek suretiyle 2 gün suda bırakılır. Bu esnada arpacıkta bulunan Soğan-sak nematodunun suya geçmesi sağlanır.

3. Yasal Önlemler :

Bir çok nematod iç ve dış karantinaya dahildir. Bu nedenle bulaşık olduğu şüphe edilen alanlardan toprak örneği alma talimatına uygun olarak toprak ve kök örnekleri alınarak ilgili enstitüye gönderilmelidir.

Türkiye Ziraî Karantina Yönetmeliği'ne göre iç karantinaya tabi olan nematodlar (Anonim, 1995).

<i>Anguina tritici</i>	Buğday, arpa, çavdar tanesi
<i>Aphelenchoides fragariae</i>	Çiçek fidesi ve toprak
<i>Heterodera schachtii</i>	Toprak
<i>Heterodera avenae</i>	Toprak
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	Bitki, tohum ve toprak
<i>Ditylenchus destructor</i>	Patates yumruları (tohumluk)
<i>Meloidogyne incognita</i>	Bitki ve toprak
<i>Meloidogyne javanica</i>	Bitki ve toprak
<i>Meloidogyne hapla</i>	Bitki ve toprak
<i>Meloidogyne arenaria</i>	Bitki ve toprak
<i>Meloidogyne thamesi</i>	Bitki ve toprak
<i>Meloidogyne acrita</i>	Bitki ve toprak
<i>Ditylenchus dipsaci</i>	Bitki, tohum ve toprak
<i>Xiphinema index</i>	Toprak
<i>Tylenchulus semipenetrans</i>	Turuncgöl, zeytin, Trabzon humması, asma bitkileri ve toprak
<i>Helicotylenchus multicinctus</i>	Muz bitkisi ve toprak
<i>Aphelenchoides besseyi</i> *	Çiftlik tohumu

Ülkemiz 'Zirai Karantina Yönetmeliği'nde yer alan nematod türleri (Anonim, 2003)

06.07.2003 Tarih ve 25160 sayılı Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.

İTHALE MANİ TEŞKİL EDEN ZARARLI ORGANİZMALAR

BAZI BİTKİ VEYA BİTKİSEL ÜRÜNLERDE BULUNMASI HALİNDE İTHALE MANİ TEŞKİL EDEN ZARARLI ORGANİZMALAR

<i>Bursaphelenchus xylophilus</i> *	<i>Radopholus citrophilus</i> *
<i>Heterodera glycines</i> *	<i>Radopholus similis</i> *
<i>Hirschmanniella</i> spp.*	<i>Ditylenchus destructor</i> **
<i>Longidorus</i> spp.*	<i>D. Dipsaci</i> **
<i>Nacobbus aberrans</i> *	<i>Rotylenchulus reniformis</i> **
<i>Xiphinema americanum</i> *	<i>Globodera pallida</i> **
<i>X. bricolonce</i> *	<i>G. rostochiensis</i> **
<i>X. californicum</i> *	<i>Heterodera schachtii</i> **
<i>X. rivezi</i> *	<i>H. fici</i> **
<i>Aphelenchoides besseyi</i> **	<i>Meloidogyne</i> spp.**
<i>A. fragariae</i> **	

4- Kimyasal Mücadele :

Nematodlarla mücadelede kullanılan nematisit uygulamaları çevreye ve insan sağlığına olumsuz etkileri nedeniyle en son başvurulması gereken bir yöntemdir. Nematisitler çok pahalı olmaları nedeniyle geniş alanlardan ziyade dar alanlarda kullanılabilirler. Özellikle son yıllarda nematisitlerin damlama sulama sistemi yoluyla düşük dozda hedef organizmaya daha iyi ulaşması sağlanarak başarı oranları yükseltilebilmektedir.

Bazı nematodların kimyasal mücadelesi olmamakla birlikte kimyasal mücadelesi olan nematodlara karşı başarılı olmak için, kültürel önlemlerin iyi alınmış olması gerekir. Uygulamanın bir önceki yıl nematodla ağır bulaşma gösteren yerlerde yapılması ekonomik yönden yararlıdır.

- Tohum ilaçlamaları : Dünyadaki çalışmalarda nematodlar karşı tohum ilaçlamaları da sıcak su uygulamaları kadar etkili bulunmuştur.
- Boş saha ilaçlamaları : Özellikle Kök-ur nematodları bitkilerde erken dönemde önemli zararlara neden olurlar. Mücadelelerinde en önemli nokta, ekim dikimden önce nematod sayısının mümkün olduğu kadar düşürülmesidir. Bu amaçla, değişik mücadele yöntemleri birlikte kullanılmalıdır. Ekim dikim öncesi herhangi bir nematisitle boş saha ilaçlaması yapılabilir.
- Dikimle beraber veya dikim sonrası ilaçlamalar : Kök-ur nematodlarında sebzelerde dikimden birkaç gün önce veya dikimle beraber, fide döneminde nematisit uygulaması yapılmaktadır. Bunun yanı sıra muzda Kök-ur nematodlarına, turunçgilde de Turunçgil nematoduna karşı bitki varken nematisit uygulaması yapılmaktadır.

Nematodlara karşı kullanılan mücadele yöntemlerinin istenilen etkinliği sağlayamamaları, ekonomik olmamaları, uygulama zorluğu, insan ve çevre sağlığı yönünden sakıncaları olması bunların tek başına uygulanmalarını engellemektedir. Bölgede sulu tarım ile mevcut bulunan nematod türlerinin yayılarak zarar vermeye başlaması durumunda iyi bir ürün yöntemi ile entegre savaşımın uygulanması gerekmektedir.

Entegre savaşımın başarılı uygulanabilmesi için nemtod türlerinin biyolojik, ekolojik özelliklerinin yanısıra nematod-bitki ilişkileri ve nematodların toprak ekosistemi içerisindeki diğer canlılarla karşılıklı etkileşimleri araştırılmalıdır.

Kök ur nematodlarına karşı;

Dichloropropane

Dazomet

Soğan-sak nematoduna karşı;

Sıcak su uygulaması + kimyasal

43 °C – 4 saat

48 °C – 30 dakika

Dichloropropane + Methy isothiocyanate

5. Biyolojik mücadele :

Nematodlarla kimyasal mücadelenin çevreye, doğal hayata, sulara ve insan sağlığına olumsuz etkileri yanında, uygulananın zor ve pahalı oluşu, bu türlere mücadele olanaklarının araştırılmasını kaçırılmaz hale getirmiştir. Bu nedenlerle nematodlarla mücadelede, doğal düşmanlarından faydalanılarak yapılan biyolojik mücadele, son yıllarda yoğun olarak çalışılan alternatif yöntemlerin başında gelmektedir. Toprakta yaşamaları nedeniyle nematodların pek çok doğal düşmanı vardır. Nematodların başlıca parazitleri; fungal ve bakteriyel etmenlerdir.

Nematodların önemli predatörleri; Amoebae (Sarcomastigophora : Protista), Collembola (Arthropoda : Insecta : Apterygota), Turbellaria (Platyhelminthes), Tardigrade (Tardigrada) ve Akar (Arthropoda : Arachnida : Acarina)'lar olarak tespit edilmiştir.

Nematodların biyolojik mücadelesinde entomopatojen nematodların kullanılması son yıllarda önem kazanmıştır. Entomopatojen nematodlardan *Steinernema* ve *Heterorhabditis* cinsinin, nematod popülasyonunu kontrol edici bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Topraktaki pekçok fungus türü de, nematodlar üzerinde parazit olarak bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir :

- *Verticillium chlamyosporium*,
- *Dactylella oviparasitica*,
- *Hirsutella rhossiliensis*,
- *Arthrobotrys* spp.

Nematodlarla biyolojik mücadelede kullanılan bir diğer grup Antagonistik bakterilerdir. Bunlar nematodların biyolojik mücadelesinde ümit vaat edici mikroorganizmalardır. Bitki büyümesini teşvik edici rizobakterlerin, rizosfer ve kökler üzerindeki popülasyon dinamiği biyolojik mücadele içinde önemli bir yere sahiptir.

Sonuç olarak, nematodlar ile mücadelede nematodlar kullanılabilmektedir. Ancak ülkemiz gibi ilaçların birçoğunun yurtdışından temin edildiği koşullarda, kimyasal mücadele ekonomik olmamaktadır. Kullanılan nematodların pahalı, çevre ve insan sağlığına olumsuz etkilerinin olması nedeniyle alternatif mücadele metodları üzerindeki son yıllarda ağırlık kazanmıştır.

Nematodların topraktaki antagonistleri üzerinde çok fazla durulmaktadır. Mikroorganizmalar arasında nematodları parazitleyen ve popülasyonlarını azaltan antagonistik özellikteki fungus ve bakteriler büyük önem taşımaktadır ve biyolojik mücadele etmeni olarak yüksek bir potansiyele sahiptir. Nematod mücadelesinde kullanılabilecek etmenler üzerinde çok sayıda çalışma ve bazı ticari preparatlar bulunmasına rağmen, bu uygulamalar genellikle zordur ve geniş alanlara yaygınlaşamamıştır. Tüm bunlara karşın antagonistik etmenlerin kullanılması ile nematodlara karşı başarılı sonuçlar alınmıştır.

Nematodlar ile biyolojik m¼cadelede başarının artması için; potansiyel biyolojik m¼cadele etmenlerinin konukçu parazit ilişkileri, ekolojik özellikleri bilinmelidir. Bu etmenlerin kitle halinde yetiştirilebilmeleri, depolanabilir ve taşınabilir olmaları gereklidir. Bununla birlikte geniş alanlara uygulanacak pratik uygulama tekniklerinin de olması şarttır.

PREDATÖR NEMATODLAR

- Entomopatojenik nematodlar(Rhaphiditida: Steinernematidae ve Heterorhabditidae) Enterobacteriaceae familyasından bakterilerle mutualistik bir yařam s¼rd¼rmektedir.
- EPN' nin 3. d¼nem juvenilleri uygun konukçu bir b¼cek bulduklarında infekte ederek yerleşirler ve kendilerinde simbiyotik olarak yaşayan bakterileri konukçu b¼ceęin v¼cut boşluğuna bırakırlar. Bu bakteriler konukçu b¼cek içinde çoğalarak 24 ile 48 saat içinde konukçu b¼cekleri öld¼r¼rler ve b¼cek içinde bulunan EPN' lerin gelişmesi ve yeniden üremesi için uygun bir zemin hazırlarlar.
- Konukçu b¼cekteki besin t¼kendięi zaman yeni üreyen juvenil nematodlar konukçu b¼ceęi terk ederek infekte etmek için yeni konukçu b¼cek aramaya bařlarlar.
- Nematodların konukçu b¼ceęi infekte etmesi; konukçu b¼ceęi bulma, tutunma, penetrasyon, bakterileri konukçu içine bırakma, bakterilerin konukçu içinde çoğalması ve konukçunun ölmesi şeklinde sıralanmaktadır.

- Nematodlarda predatör olan nematodlar ise beslenme şekillerine göre 3 grupta incelenirler:
- Birinci gruptaki predatör nematodlarda stilet yerine stoma mevcuttur. Bu nematodlar yutma özelliğine sahiptirler ve özefagusları özel bir yapıdadır.
- Kendilerinden küçük nematodları yutarlar ve yuttukları nematodlara hazım salgılarıyla eritmek suretiyle etkili olurlar.
- Bazı nematod türleri ise av olarak seçtikleri nematodların kutikulasını üzerine uzanıp kutikula dokusunda ufak bir delik açarlar ve nematodların iç organlarını emerek zarar yaparlar.
- Bu türlerde de ağız yapısı değişik olup styletsizdirler.
- Diğer bir grup predatör nematodlar stileti olup bitki paraziti nematodlar gibi beslenirler.
- Stiletlerini nematod vücuduna batırıp vücut organlarının ve vücut suyunun alınmasına sebep olurlar.
- Bu tip nematodlara daha çok *Dorylaimidae* familyasında rastlanır.

Mononchus sp.

- Vücut hafif kıvrımlı şekildedir.
- Dorsal diş; stomanın dış kısmında ileriye doğru sivrilmiştir ve çok güçlüdür. Bu diş avı yakalamak için kullanılır.

Mylonchulus lacustris

- Ağız bölgesi 24- 29 u genişliğindedir.
- Kutikula 2- 4 u kalınlığında ve pürüzsüzdür.
- Kuyruk 42- 59 u uzunluğundadır.
- Stomanın tabanından dorsal dişin sonuna kadar olan mesafe 16- 21 u uzunluğundadır.