

HELMİNTLERİN SERBEST GELİŞME DÖNEMLERİNE ISI, IŞIK ve NEMİN ETKİSİ

The Effects of Heat, Light and Humidity on Helminths During Free-Living Stage

Yunus GİCİK*

Geliş Tarihi : 22.03.2000

ÖZET

Bu derlemede; ısı, ışık ve nem gibi çevresel faktörlerin helmintlerin serbest gelişme dönemleri üzerindeki etkilerine ilişkin bilgiler verilmiş, ayrıca bu faktörlerin sonkonak ve arakonaklardaki enfeksiyon zamanı ve şiddeti arasındaki ilişkiye dikkat çekilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Isı, ışık, nem, helmint

SUMMARY

In this review, the effects of enviromental factors such as temperature, light and humidity on the development of the free-living stages of helminth parasites were investigated, and the relationship between those factors and the timing, and severity of infections in definitive and intermediate hosts was highlighted.

Key Words: Heat, light, humidity, helminth

GİRİŞ

Helmintler serbest gelişme dönemlerinde iken yaşama ve biyolojilerinin devamı için bazı biyolojik parametrelere ihtiyaç duyarlar. Bunların başında ısı, ışık, nem, pH, oksijen konsantrasyonu, suyun bileşimi ve ara konakların bolluğu gelir (1-3).

Parazitlerin çevre şartlarına dayanıklılıkları, onların yayılış oranlarını ve son konaklarda oluşturdukları enfeksiyonun derecesini belirleyen bir faktördür (1,4). Paraziter hastalıkların önlenmesi veya enfeksiyon şiddetinin azaltılabilmesi için öncelikle parazitlerin epidemiyolojilerinin iyi bilinmesi gerekmektedir.

TREMATODLARIN SERBEST GELİŞME DÖNEMLERİNE ISI, IŞIK VE NEMİN ETKİSİ

Trematodlar ovipar helmintlerdir. Sonkonağın dışkısı ile atılan yumurtalarda mirasidyumlar gelişir. Mirasidyumların arakonak canlılar tarafından alınması veya bunların aktif olarak arakonaklara invazyonu larval gelişimin devamını sağlamaktadır. Trematod yumurtaları, yumurta içerisindeki veya yumurtayı terk eden

mirasidyumlar ve arakonaklardaki gelişme dönemleri çevresel faktörlerin etkilerine açık durumdadır. Ayrıca bazı trematodların enfektif dönem olan metaserkerleri de doğada serbest olarak buldukları için canlılık sürelerini ve enfektivite kabiliyetini buldukları ortamın durumu belirler (2-4).

1. Yumurta gelişimine çevre faktörlerinin etkisi

Schistosoma sp. ve Dicrocoelium dendriticum gibi bazı trematodların yumurtaları dışkı ile dışarı atıldığında içerisinde gelişmiş bir mirasidyum bulunurken, Fasciola ve Paramphistomum türlerinde henüz bir embriyo gelişimi söz konusu değildir. Mirasidyum gelişimi olmadan atılanlar larva gelişimini dış ortamda sürdürmek zorundadır. Çevre ısısı 25-27 °C olduğunda F.hepatica yumurtalarında mirasidyum gelişimi 9-10 günde, 30 °C da F.gigantica yumurtalarında 10-11 günde, 32-35 °C da Paramphistomum sp. yumurtalarında 9 günde olmaktadır. Bu ısılar aynı zamanda mirasidyum gelişimi için en uygun ısılardır. Genellikle bu parazitlerde türlere göre değişmekle beraber

* Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı, Kars-TÜRKİYE

10 °C in altında ve 35 °C in üstünde mirasidyum gelişiminin olmadığı (4-7), ancak P.cervi yumurtalarında 42 °C da bile mirasidyum gelişiminin yavaş ta olsa sürdüğü bildirilmiştir (8).

Isı aynı zamanda yumurtaların canlılık sürelerini ve larva gelişim oranlarını etkiler. Yapılan çalışmalarla (5,7), -10 °C da F.hepatica yumurtalarının en fazla 7 gün canlılıklarını muhafaza edebildiği, mirasidyum gelişimini tamamlamış olan D.dendriticum yumurtalarının ise çevre şartlarına daha dayanıklı olmalarından dolayı -50 °C lık düşük ısı ve % 40-50 gibi düşük nispi nem oranlarında bile kış aylarını zarar görmeden atatabildikleri ortaya konulmuştur (4,7). Isının 25 °C, nispi nem oranının da % 75 civarına çıkması durumunda ise D.dendriticum yumurtalarında mortalite oranının % 100 seviyelerine çıktığı bildirilmektedir (5).

Yumurta içerisinde mirasidyum gelişimini etkileyen önemli faktörlerden birisi de nem oranıdır. Isının normal olması durumunda eğer nem oranı düşük ise mirasidyum gelişim süresi çok uzun ve mirasidyum gelişme oranı çok düşük olmaktadır. Isının etkisiyle susuz kalan yumurtalar daha sonra uygun ortamlara alınmış olsalar bile mirasidyum gelişme oranının çok düşük kaldığı gözlenmiş, nem oranının yükseltilmesi durumunda ise bu oranın arttığı ve yumurtaların normalin altındaki veya üstündeki ısılara daha uzun süre dayanabildikleri tespit edilmiştir (8,9).

Trematod yumurtalarında mirasidyum gelişimine direkt bir etkisi olmamakla birlikte gelişmiş olan mirasidyumların yumurtalardan çıkabilmesi için gerekli olan diğer bir faktör de ışıktır. Yumurta içerisinde mirasidyum gelişmiş olsa bile ışık olmayınca yumurtayı terk etmedikleri, ışığa alınca da 15-20 dakika içerisinde topluca yumurtaları terk ettikleri, ışık şiddetinin yeterli olmaması durumunda ise mirasidyum çıkış süresinin oldukça uzadığı gözlenmiştir (8,10).

2. Mirasidyumların canlılık süresine çevre faktörlerinin etkisi

Yumurtadan çıkan mirasidyumların ömürleri genellikle 1-2 saat olup, daha uygun çevre şartlarında bu süre 5-6 saate kadar uzayabilmektedir. Uygun şartların başında mi-

rasidyumların hareket edebilecekleri sulu bir ortam ve aktiviteleri için gerekli olan uygun ısı gelmektedir. Canlılık süresinin uzaması mirasidyumun sümüklü arakonakları bulabilme ve enfekte edebilme şansını arttıracığından, trematod popülasyonunun artışına neden olacaktır (2,4,8).

Mirasidyumların en aktif oldukları ısı aralığının 20-25 °C olduğu bildirilmektedir (8,11). Benjamin (11), Paramphistomum microbothrium mirasidyumlarının 22 °C ısı ve sulu bir ortamda 24 saat canlı, aktif ve infektif olarak kalabildiklerini tespit etmiştir. Bir başka çalışmada (8) ise P.cervi mirasidyumlarının 26-27 °C da canlılıklarını 4-8 saat muhafaza ettikleri, aynı ısıya 16 saat maruz bırakılan mirasidyumların yalnızca 1/10 unun canlı kaldığı ve bunların da aktivite ve infektivitelerini yitirmiş oldukları ortaya konulmuştur.

3. Arakonaktaki larval gelişime çevre faktörlerinin etkisi

Trematodların larval formlarının gelişebilmesi için gerekli ısı ve nem oranı ile arakonak canlıların gelişmesi için gerekli ısı ve nem oranı aşağı yukarı aynıdır. Bu ısı aralığı 10-30 °C, uygun nispi nem oranı ise % 50-80 dir. Yani uygun çevresel faktörler direkt olarak arakonakların, dolaylı olarak da trematod larvalarının artışına neden olmaktadır (8,12-14).

Fasciola hepatica' nin arakonaklarından olan *Lymnea tomentosa* larvaları % 55-75 nispi nemde ve 5 °C lık ısıda 56-60 günde yumurtadan çıkmışlarken, ısı 30-35 °C'a çıkarılınca bu süre 9-10 güne düşmüş, buna paralel olarak aylık ısı ortalamasının 18-19 °C olduğu zamanlarda metrekare başına oldukça fazla sayıda sümüklü geliştiği, soğuk aylarda ise bu sayının çok düşük seviyelerde kaldığı görülmüştür (15,16).

Aylık yağış ortalamasının uygun seviyelerde olmasıyla birlikte ısının da 15-20 °C seviyelerinde seyretmesi halinde arakonak sümüklülerin sayıca artışının yanı sıra ağırlıklarında da artış görüldüğü kaydedilmiş, sümüklü ağırlığının taşımış olduğu serker sayısını doğrudan etkilediği ortaya konmuştur. Ayrıca uygun nem oranına sahip ortamlarda sümüklüyü terk eden serkerlerin invazyon yeteneklerinin daha fazla olduğu ve daha aktif oldukları bildirilmiştir (13).

Arakonakların trematod popülasyonuna bir katkısı da çok sıcak ve kurak zamanlarda toprağın nemli kısımlarına gömülerek hem kendilerini, hem de taşıdıkları trematod larvalarını uzun süreler korumasıdır (3). Kuraklığı takip eden yağışlı havalarda ise sümüklülerde gelişen serkerlerin sümüklüleri terk edişlerinin topluca ve çok yüksek sayılarda olduğu ve bu dönemlerden sonra sonkonaklarda şiddetli enfeksiyonların görüldüğü kaydedilmiştir (4).

Fasciola hepatica serkerlerinin 26-30 °C da arakonaklardaki gelişiminin 4 haftada tamamlanabildiği, ısının 15 °C a düşürülmesi durumunda ise bu sürenin 86 güne kadar uzayabildiği bildirilmiştir (12,15).

Yumurtalarda olduğu gibi arakonaklarda da serkerlerin sümüklüleri terk etmesi yine ışığın kontrolü altındadır. Normal gün ışığında serker çıkarımı uzun bir süre almışken, şiddetli bir aydınlatma karşısında 2-3 saatte tamamlanmıştır (4,8). Ayrıca ışık altında serker çıkaran sümüklülerin karanlık ortama alındığında serker çıkarımını durdurmuş oldukları gözlenmiştir.

4. Serkerler üzerine çevre faktörlerinin etkisi

Serkerler genellikle sümüklüleri uygun ısı, nem ve ışıktaki terk ederler ve yaşam süreleri saatlerle sınırlıdır.

Schistosoma sp. serkerleri (enfektif dönem) sümüklüleri 17-32 °C lık bir ısıda ve sulu ortamlarda terk ederler. Su ısısının 10-15 °C a indirilmesi durumunda serkerlerin canlılık süresi 48-54 saat arasında değişirken, ısı 30 °C a çıkarılınca bu sürenin 20 saate, ısının 50 °C a çıkarılmasıyla da canlılık süresinin birkaç dakikaya indiği ortaya konmuştur (17). *Fasciola* ve *Paramphistomum* gibi cinslerde ise enfektif dönem metaserkerler olup, *Fasciola* türü serkerlerin kistlenme süresi yaklaşık iki saat iken *Paramphistomum* türlerinde bu süre 15-20 dakikadır. Ancak bu süreler çevresel faktörler ile yakından ilgilidir (2). Buriro ve Chaudhry (18), *F.hepatica* serkerlerinin % 70 nispi nem ve 10 °C lık ısıda 180 dakika canlı kaldığını, nem oranının % 40 a, ısının da 50 °C a çıkarılması ile bu sürenin 15 dakikaya indiğini, bu sürenin de serkerlerin kistlenmesine yeterli olmadığını saptamışlardır.

5. Metaserkerler üzerine çevre faktörlerinin etkisi

Trematodların büyük bir kısmında metaserkerler doğada serbest olarak bulduklarından çevresel faktörlerden oldukça fazla etkilenmektedirler. Bunun yanı sıra *Schistosoma* türlerinde metaserker gelişiminin olmadığı, *Dicrocoelidae* familyasında ise metaserkerlerin ikinci arakonak olan çeşitli karınca türlerini kullandığı bilinmektedir (4,5,16,17).

Metaserkerlerin kuraklığa dirençleri çok az olup, kısa sürede ölürlen, yeterli rutubetin olduğu serin bölgelerde canlı kalış süreleri bir yılı bulmaktadır. Üstelik uygun nem oranı, çok düşük ısıların bile tolere edilebilmesini sağlamaktadır (8,13). Boray ve Enigk (15), *F.hepatica* metaserkerlerinin değişik ısılarda canlılık süresi ve enfektivite oranlarının tespit edilmesine yönelik olarak yapmış oldukları bir çalışmada; -20 °C lık ısıda 21 gün süreyle tutulan metaserkerlerin canlılık oranlarının % 10 a, enfektivite oranlarının da sifıra düştüğünü, 10 °C da 130 gün sonunda canlılık oranının % 86, enfektivite oranının % 100 olduğunu ve ısının 35 °C çıkarılması ile 14 gün sonunda canlılık ve enfektivite oranlarının sifıra düştüğünü tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada (15), yapılan başka bir denemede ise 20 °C ısı ve % 75-85 nispi nemde 14 gün sonunda canlılık oranı % 5'e, enfektivite oranı sifıra düşmüşken, aynı ısıda nem oranı % 90'a çıkarılınca aynı süre sonunda canlılık oranı % 43'e, enfektivite oranı da % 40'a çıkmış, ısı 10 °C a düşürülüp, nem oranı % 90 seviyesinde tutulması durumunda ise aynı süre sonunda canlılık oranının % 80'e, enfektivite oranının da % 100'e çıktığı gözlenmiştir.

Serkerlerin kistlenmesi aşamasında etkili olan üçüncü faktör ışıktır. Serkerlerin ışığa yakın alanlarda kistlendiği (8,16,18,19), ayrıca *P.cervi* serkerlerinin renklere karşı ilgisinin değişik olduğu ve en çok sarı renkli bölgeleri tercih ettiği, *F.hepatica* serkerlerinde ise renk seçiminin olmadığı ortaya konulmuştur (19).

SESTODLARIN SERBEST GELİŞME DÖNEMLERİNE ISI, IŞIK VE NEMİN ETKİSİ

Sestodların yumurtaları doğada serbest olarak bulunurken, larval formları çeşitli omurgalı

ve omurgasız arakonaklarda gelişimini sürdürür (4).

1.Yumurtalar üzerine çevre faktörlerinin etkisi

Kanatlıların en patojen sestodlarından olan Davainidae familyasına bağlı türlerin dışkı ile atılan yumurta dolu halkalarının otların tepesine tırmanabilmesi ve sonkonakların bunları alması tamamen nem ve ışığın etkisi altındadır. Çünkü halkalar ancak yeterince nemli ortamda ve yeterli ışıkta otların tepesine tırmanabilmektedirler. Ayrıca nem oranı yumurtaların canlılık süresini de etkiler. Nem oranının uygun olması durumunda 5 gün canlı kalabilen yumurtalar, kurak ve soğuk havalarda birkaç saat içerisinde ölmektedir (3,4).

Ruminantların şeritlerinden olan Moniezia expansa yumurtalarının nemin uygun olduğu bir ortamda -18 °C lık bir ısıda 10 gün, ısı -3 °C a çıkarılınca 90 gün, ısı 8 °C a çıkarılınca da 210 gün canlı ve enfektif olarak kalabildikleri ifade edilmiştir (20,21).

Zoonoz sestodlardan olan Taenia saginata ve Echinococcus granulosus' un yumurtaları olumsuz çevre faktörlerine daha dayanıklı olup, en iyi gelişebildikleri ısının 20 °C olduğu, -9 °C ın altında ve 38 °C ın üstündeki ısılarda gelişmenin tamamen durduğu, fakat -50 °C da bile canlılık ve enfektivitelerini 24 saat süreyle koruyabil-dikleri kaydedilmiştir. Bu özelliğinden dolayı adı geçen türlerin yumurtaları çok soğuk kış şartlarında bile canlılığını yitirmez ve bahar aylarında enfeksiyon kaynağı olmaya devam ederler (22,23).

Anderson yapmış olduğu çalışmada (24), sestod yumurtalarının canlılık süresi üzerinde ısının yanı sıra nem oranının da etkisini vurgulamıştır. Aynı araştırmada (24), T.hydatigena yumurtalarının 18-22 °C lık su içerisinde 20-25 gün, aynı ısıdaki çevrede, toprağın 20-25 cm altında 25-30 gün, aynı ısıdaki çevrede, güneş ışınlarının altında ise ancak 1,5-2 saat canlı kalabildikleri gözlenmiştir. Ayrıca, kış aylarında 5 cm lik bir kar tabakasının altında, yumurtaların 9 gün yaşayabilmelerine karşın kalın bir kar tabakası altında kışı zarar görmeden atatabildikleri bildirilmiştir (24).

2. Larvaların gelişimine çevre faktörlerinin etkisi

Omurgalı arakonaklardaki larval gelişime çevresel faktörlerin etkisi sınırlı olacağından, burada omurgasız arakonaklardaki gelişme üzerinde durulacaktır.

Cai ve Jin (21), Moniezia benedeni sistiserkoidlerinin arakonak olan akarlarda 29 °C lık ısıda 35 günde, 25-26 °C lık ısıda 55-60 günde, 17-20 °C lık ısıda ise 162 günde geliştiğini ortaya koymuşlardır. Skorski ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir başka çalışmada (25) da sistiserkoidlerin gelişimi nispi nem oranı % 94-98 ve ısı 27 °C olduğu zaman 35 günde, nispi nem oranı % 75-85'e düşürüldüğünde ise 51 günde olmuşken, nispi nem oranı % 75-85 seviyesinde tutulup, ısı 20 °C a düşürülünce gelişme süresinin 92 güne çıkmış olduğu belirlenmiştir.

Omurgalı arakonaklarda ise arakonağın ölmesi durumunda sestod larvalarının çevre faktörlerine mukavemeti o sestod popülasyonunun devamı üzerinde son derece önemlidir. Karasev ve Nikulin (26), T.hydatigena' nın larvası olan Cysticercus taenuicollis' in 0 °C da 2-3 gün canlı kalabildiğini, dondurucu ısılarda veya direkt güneş ışığı altında ise 4-5 saat içerisinde öldüklerini bildirmişlerdir. Bali ve Chhabra (27)' nin yaptıkları bir çalışmada da -10 °C da bir hafta tutulan E.granulosus protoskolekslerinin köpeklerde enfeksiyon oluşturmadığı saptanmıştır. Diğer bir çalışmada (28) ise protoskolekslerin -30 °C da 1 saat, 1 °C da 16 gün, 30 °C da 4 gün ve 50 °C da 2 saat canlılıklarını sürdürdüğü gözlenmiş olup, donma noktasının altındaki ısılarda protoskolekslerin ölümünün soğukun etkisiyle, yüksek sıcaklıklarda ise organlarda meydana gelen putrifikasyondan dolayı olduğuna işaret edilmiştir.

İnsan sağlığını yakından ilgilendiren T. saginata ve T.solium'un larval formları olan sistiserkoidlerin etten arındırılmış durumda iken -3 °C da 4 gün, -8 °C da 4 saat, -30 °C da ise 1/2 saat canlı kalmışken, et içerisinde iken -8 °C da 3 gün, -30 °C da ise 1 gün canlı kalabildikleri gözlenmiştir. Yani, etin larvalara nemli bir ortam sağlamış olması ve sıcaklığın etkisini geciktirmesi ve bunun da larvaların canlılık süresini uzattığı vurgulanmıştır (4,29).

NEMATODLARIN SERBEST GELİŞME DÖNEMLERİNE ISI, IŞIK VE NEMİN ETKİSİ

Helminthlerin büyük bir bölümünü oluşturan nematodların üreme kabiliyeti çok yüksektir. Nematod popülasyonu, çevre şartlarının serbest yaşayan larval formlar içerisinde meydana getirdiği yüksek mortalite ile dengede tutulur. Çevresel faktörlerde meydana gelen küçük bir değişikliğin parazit popülasyonunda çok büyük değişikliklere neden olduğu bilinmektedir. Bu faktörlerdeki değişikliklere bağlı olarak ölen larval formlarda % 1 lik bir azalmanın nematod popülasyonu içerisinde % 900 lük bir artışa neden olabildiği ortaya konmuştur (1,2). Bu etkiyi ortaya koyan en önemli göstergelerden birisi de nematodlarda yumurta veya larva üretimi devamlı olmasına rağmen son konaklarda şiddetli enfeksiyonların mevsimsel olmasıdır. Yani çevresel faktörler enfeksiyonların zamanını ve şiddetini belirleyen en önemli unsurlardır (2-4).

1.Yumurtaların gelişimine çevre faktörlerinin etkisi

Nematod yumurtalarının en iyi gelişebildikleri ısı aralığı 14-27 °C, nispi nem oranı ise % 70-80 civarındadır (1,2,4). Nem oranının yüksek olduğu yerlerde nematod yumurtalarının gelişiminde düşük ısıların nispeten tolere edilebildiği, nispi nem oranının % 76 ve üzerinde olduğu durumlarda 0,6 °C lık ısıda bile yumurtalardaki gelişmenin yavaş da olsa devam ettiği kaydedilmiştir (30). Ayrıca embriyo gelişimini tamamlamış olan yumurtaların olumsuz çevre faktörlerine karşı daha dayanıklı olduğu, bu nedenle geç sonbahar ve kış aylarında atılan yumurtalarda embriyo gelişiminin sınırlandığı ve canlılık oranının %5 ler civarında kaldığı ortaya konmuştur (15,28).

İnce kabuklu olan Ancylostomatidae yumurtalarının kuraklığa dirençleri çok az olduğundan yıllık yağış miktarının 2000-3000 mm ve yıl içerisindeki dağılımının dengeli olduğu, ısıнын da 20 °C civarlarında seyrettiği bölgelerde çok yaygın olarak görüldüğü, yılın büyük bir bölümünde sıcaklığın 12 °C ın altında kaldığı bölgelerde ise kancalı kurt enfeksiyonunun olmayacağı kabul edilmektedir (30).

Mide-bağırsak kıl kurtlarından olan Ha-

emonchus türlerinin en çok görüldüğü yerler subtropik bölgelerdir. Isının 18-36 °C, aylık yağış miktarının ise 50 mm nin üzerinde olduğu kesimlerde enfektif larva gelişimi 3 günde tamamlanırken, larva gelişme oranı da % 100 seviyelerine çıkmaktadır (31). Rose (2), H.contortus yumurtalarında larval gelişimin 4.4 °C da hiç olmadığını, ısı 10-11 °C a çıkarılınca 2-4 haftada, 25-26 °C a çıkarılınca da 4-5 günde larval gelişimin tamamlandığını gözlemiş, ısıнын 38 °C a çıkarılması durumunda larvaların enfektivitelerini tamamen kaybettiklerini tespit etmiştir.

Isının uygun olması durumunda nematod larvalarının gelişimini yağış miktarının, dolayısıyla nispi nem oranının belirlediği bildirilmektedir. Aynı ısıda yağmursuz bir bölgede larva gelişim oranının % 0,01 olduğu, haftalık yağış miktarı 3-18 mm olan bölgelerde bu oranın % 0,5'e, haftalık yağış miktarının 22-54 mm olduğu bölgelerde ise % 21'e çıktığı kaydedilmiştir (31,32). Ayrıca otlarla kaplı alanlarda direkt güneş ışınlarından larvaların korunabilmesi nedeniyle larval gelişim oranlarının otsuz alanlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (31,32).

Cooperia cinsine ait yumurtaların gelişimi için en uygun ısıнын 20 °C ın üzerinde ve nispi nem oranının da % 100 olduğu, bu özelliklerinden dolayı da bu yumurtaların yaz ve sıcak sonbahar aylarında daha fazla gelişme imkanı buldukları ifade edilmektedir (33). Nematodirus türlerinde ise daha özel bir sıcaklık rejimine ihtiyaç duyulduğu ve gelişen larvaların yumurtaları terk etmesi için 2-3 °C lık düşük bir ısı periyodunu takiben 21 °C ve üzerindeki bir yüksek ısı periyoduna ihtiyaç duydukları gözlenmiş olup, gece ve gündüz ısı farkının yüksek olduğu bölgelerde daha yaygın olarak görülebildiklerinin altı çizilmiştir. (2,4,34).

Hinsbo ve Mortensen (35), Toxocara canis yumurtalarında larva gelişiminin oda ısısında 2 haftada tamamlandığını, ısıнын 28 °C a çıkarılması ile bu sürenin 1 haftaya düştüğünü belirlemişlerdir.

Larva gelişimini tamamlamış olan yumurtaların hayatta kalma süresini etkileyen önemli faktörlerden birisi de nemdir. Nispi nem

oranı % 97-98 olan inkubatörlerde askarit yumurtalarının 21 °C lık ısıda 190 gün canlı kaldığı, nispi nem oranı % 50 ye düşürüldüğünde ise 21 gün sonunda yumurtaların ölmüş oldukları tespit edilmiştir (35).

2. Larvaların gelişimine çevre faktörlerinin etkisi

Nematodların preparazitik dönemlerinde çevresel faktörler en çok larval dönem üzerinde etkili olmaktadır. Ayrıca yumurtaların atılmış olduğu çevre şartları da larvaların canlılık süresi ve gelişme oranını etkiler. Yağış miktarının yüksek, ısının da 10 °C ve üzerinde olması durumunda atılan yumurtalardan çıkan larvaların, daha düşük ısı ve nemde atılan yumurtalardan çıkan larvalara oranla daha uzun süre canlı kalabildikleri ortaya konmuştur (33).

Larvaların yumurtayı terk ettiği sıradaki biyolojik parametrelerin, larvaların izleyeceği biyolojik sıklusta da birtakım değişikliklere sebep olabildiği kaydedilmektedir (2,4). Örneğin; insan ve çeşitli hayvan türlerinde görülen Strongyloides türlerine ait larvaların 27 °C lık ısı ve yeterli nemde heterojenik bir gelişme göstererek larval popülasyonu çok fazla arttırdığı, ısının değişmediği ancak nem oranının düşük olduğu zamanlarda homojenik bir gelişme göstererek larva sayısında herhangi bir artışın olmadığı ifade edilmektedir (2,4).

Nematod larvalarının gelişmesi için en uygun ısı aralığının 23-28 °C olduğu ve bu ısılarda nispi larva yoğunluğunun en fazla görüldüğü bildirilmektedir (24). Buna ilaveten dışkının nemi de larval gelişmeyi önemli ölçüde etkilemektedir. Dışkının nem oranının ilk 3 günde % 20 nin altına düşmesi durumunda Strongylus larvalarının 7. gün sonunda hala preenfektif dönemde oldukları, nem oranının % 20 nin altına düşmemesi durumunda ise larvaların 3. gün sonunda enfektif döneme ulaştıkları belirlenmiş, ayrıca larvaların otlar üzerinde vertikal göçü için de nemli hatta sulu bir ortama ihtiyaç duydukları tespit edilmiştir (36).

Diğer nematod larvaları gibi *Trichostrongylidae* türlerinin de en büyük düşmanı kuraklık ve yüksek ısıdır. Sıcak yaz aylarında atılan yumurtalardan enfektif larva gelişme oranı % 1 düzeyinde kalırken, dışkı neminin

uzun süre korunabildiği ilkbahar ve sonbahar aylarında bu oran çok yüksek seviyelere çıkmaktadır. Bu gelişim parametrelerinden dolayı Türkiye iklimine benzer iklim kuşağında *Haemonchus* ve diğer *Trichostrongylidae* etkenleri ile enfeksiyonlarda biri ilkbahar, ikincisi de sonbaharda olmak üzere yılda iki defa artış görülmekte ve çevre ısısının 20 °C ın üstünde olduğu bölgelerde enfeksiyon şiddeti düşük olarak gerçekleşmektedir (30,37).

Larvaların ışık karşısında göstermiş oldukları davranış da parazit popülasyonunu etkileyen bir faktördür. Strongylus ve Ancylostoma türlerinde olduğu gibi birçok nematod larvası hafif ışık karşısında negatif geotropik bir davranış göstererek otların tepesine tırmanma eğilimindedirler. Yani hafif ışığa karşı pozitif fototropizm göstermekte, şiddetli güneş ışınlarından da kaçmakta, toprağa veya otların gölge kısımlarına saklanarak kendilerini korumaktadırlar (36,38).

Olumsuz çevre şartlarına karşı dayanıklılık, larvaların gelişme durumuyla da yakından ilgilidir. Dictyocaulidae familyasından Dictyocaulus filaria ve D.viviparus' un, direkt güneş ışınları altında kurutulmaya tabii tutulan larvalarından en erken L1 ler, daha sonra L2 ler ve en sonunda da L3 lerin öldüğü gözlenmiştir (39). Yine aynı larvalar üzerinde Rose' un yaptığı başka bir çalışmada (40) ise -7,6 °C lık bir ısıda L1 lerin 1 gün, L2 lerin 5 gün, L3 lerin de 7 gün süreyle canlılıklarını sürdürdüğü belirlenmiştir.

Arakonaklı gelişen nematodlarda, arakonakların biyolojik parametreleri de parazit popülasyonunu etkilemektedir. Protostrongylus larvaları kara sümüklülerinde geliştiği için, sümüklülerin en iyi geliştiği sıcaklık olan 25 °C da larva gelişiminin 8 günde tamamlandığı, ısı 4 °C a düşürülünce de bu sürenin 98 güne çıktığı tespit edilmiştir (41). Ayrıca bu larvaların sümüklüleri enfekte edebilme yetenekleri, dolayısıyla parazit popülasyonunun devamlılığı da ısı ve nemin kontrolü altındadır (41).

Sonuç olarak, helmintlerin ısı, ışık ve nem gibi epidemiyolojik gereksinimleri; onların popülasyonunun büyüklüğünü, yayılış oranlarını ve dolayısıyla hayvan ve insanlarda oluşturacağı enfeksiyonun zaman ve şiddetini

belirleyen unsurların başında gelmektedir. Bu gereksinimlerin iyi bilinmesi ve buna göre taktik veya stratejik mücadele yöntemlerinin belirlenmesi hem sağlıklı hayvan ve insan topluluklarının oluşturulması, hem de daha rasyonel bir hayvancılık yapılabilmesine önemli ölçüde katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Kennedy CR: Ecological Animal Parasitology. Blackwell Sci Publ, Oxford, 1975.
- Soulsby, E.J.L: Helminths, Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals. 7th ed, Bailliere Tindall, London, 1986.
- Urquhart GM, Armour J, Duncan JL, Dunn AM, Jennings FM: Veterinary Parasitology. Bath Press, Avon, 1987.
- Güralp N: Helminoloji. 2.Baskı, Ankara İnv Basımevi, Ankara, 1981.
- Alunda JM: Ecology of *Dicrocoelium dendriticum* in Lion, Spain. *Expl Parasit*, 61:176-185, 1984. (Ref: *Helminth. Abst.* 54, 3141, 1985).
- Oğuz T, Kalkan A: Çankırı Kurşunlu ilçesi Devrez yöresinde *Fasciola hepatica*'nın epidemiyolojisi ve ekolojisi üzerinde araştırmalar. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 25:568-583, 1978.
- Wade LD: Effects on low temperature on the eggs of the common liver fluke (*Fasciola hepatica*) in beef livers. *Am J Vet Res*, 48:345-347, 1952.
- Burgu A: Studies on the biology of *Paramphistomum cervi* Schrank 1970 in sheep in the district of Eskişehir Çifteler State Farm. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 28:50-71, 1981.
- Todd SK, Levine ND, Boatman PA: Effect of desiccation on the survival of infective *Haemonchus contortus* larvae under laboratory conditions. *J Parasit*, 62:247-249, 1976.
- Smith G, Grenfell BT: The influence of water temperature and pH on the survival of *Fasciola hepatica* miracidia. *Parasit*, 88:97-104, 1984.
- Benjamin OF: The effects of environmental factors on the development, behaviour and survival of *Paramphistomum microbothrium* miracidia. *Vet Parasit*, 16:71-78, 1984.
- Dinnik JA, Dinnik NN: The influence of temperature on the succession of redial and cercarial generations of *Fasciola gigantica* in a snail host. *Parasitol*, 54:59-65, 1964.
- Georgiev B: Dynamics of the development of *Paramphistomum microbothrium*, Fischoider, 1901 in the intermediate host *Galba truncatula* in external environment. 4th Int Cong Parasit, Short Comm, Sec A.8, Warszawa, 1978.
- Kendall SB: Bionomics of *Lymnaea truncatula* and the parthenitae *Fasciola hepatica* under drought conditions. *J Helminth*, 23:57-68, 1949.
- Boray JC, Enigk K: Laboratory studies on the survival and infectivity of *Fasciola hepatica* and *F.gigantica* metacercaria. *Tropenmedizin Parasit*, 15:323-331, 1964.
- Ollerenshaw CB: The influence of climate on the life cycle of *Fasciola hepatica* in Britain with some observations on the relationship between climate and the incidence of fascioliasis in the Netherlands. *Vet Rec*, 88:152-161, 1971.
- Özcel MA, Özbilgin A: Schistosomosis. Özcel MA (Ed): GAP ve Parazit Hastalıkları. Yayın no:11, Türk Parazit Dern Yay, İzmir, s: 9-28, 1993.
- Buriro SN, Chaudhry AH: Effect of temperature and humidity on survival of cercaria (*Fasciola* sp.). *Pakistan Vet J*, 2:117-118, 1982.
- Burgu A: Kistlenme sırasında *Paramphistomum cervi* serkerlerinde renk seçimi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 29:143-150, 1982.
- Parwor MS: Investigations in to the seasonal occurrence of oribatid mites in two sheep pastures and the survivability of *Moniezia expansa* eggs. Thesis, University of Munich, German, 1985. (Ref: *O J Rev Appl*, 75, 1474, 1987).
- Cai XP, Jin JS: Study on the life cycle of *Moniezia benedeni*. *J Vet Sci Tech*, 12:26-30, 1984. (Ref: *Helminth Abst*, 54, 3966, 1985).
- Colli CW, Williams JF: Influence of temperature on the infectivity of eggs of *Echinococcus granulosus* in laboratory rodents. *J Parasit*, 58:422-426, 1972.
- Gammel MA: Taenidae: modification to the life span of the egg and the regulation of tapeworm populations. *Expl Parasit*, 41:314-328, 1977.
- Anderson N: Trichostrongylid infections of sheep in a winter rainfall region. *Aust J agric Res*, 23: 1113-29, 1972.
- Skorski P, Barutzki D, Boch J: Investigations on the prevalence of Oribatid mites on sheep pastures and their role as intermediate host for *Moniezia expansa*. *Berl Münch Tier Wschr*, 97:291-294, 1984.
- Karashev NF, Nikulun TC: The resistance of *Taenia hydatigena* ova and of *Cysticercus tenuicollis* to environmental conditions. *Nauk Dumka*, 15:207-208 (RU), 1975. (Ref: *Helminth Abst*, 48, 987, 1979).
- Bali HS, Chhabra RC: A study of secondary hydatids from a buffalo and their experimental infection in pups. *Indian J Anim Sci*, 48:432-435, 1978.
- Andersen FL, Loveless RM: Survival of protoscolices of *Echinococcus granulosus* at constant temperatures. *J Parasitol*, 64:78-82, 1978.
- Moore DV: A test of the resistance of *Taenia saginata* eggs to freezing. *J Parasit*, 43:304, 1957.
- Holasova E, Pavlasek I, Kotrla B: Effect of basic abiotic factors on development of the eggs and on survival of the infective larvae of common helminths of sheep in the external environment. *Acta Vet Brno*, 57:153-168, 1988.
- Onar E: Pendik Bölgesi İklim Şartlarında Koyun *Haemonchus contortus* Yumurta ve Larvalarının Senenin Değişik Mevsimlerinde Mera Üzerinde Gelişme ve Canlılık Süreleri. Doktora Tezi., Hilal Matbaacılık, İstanbul, 1974.
- Rose JH: Observations on the free-living stages of the stomach worm *Haemonchus contortus*. *Parasit*, 53:469-481, 1963.
- Aumont G: Simulation of infestation risk of cattle by gastro-intestinal trichostrongylids in a tropical humid climate. *Rev Elev Med Vet Pays Trop*, 46:23-26, 1993.
- Onar E: Observations on *Nematodirus abnormalis* (May, 1920): Isolation eggs and larvae, pre-parasitic development. *J Vet Cont Res Inst Pendik, İstanbul-Turkey*, 8:66-76, 1975.

35. Hinsbo C, Mortensen JS: Studies on *Toxocara* in Denmark: Prevalence in dogs, ecology of eggs and experimental infections of *T.canis* and *T.cati* in mice. *Information, Abo Academy, Fihland*, 17:16-17, 1983. (Ref: *Helminth Abst*, 53, 3641, 1984).
36. Hasslinger MA: Influence of various temperatures on eggs and larvae of horse strongyles under laboratory condition and the behaviour these exogenous stages on pasture. *Berl Münch Tier Wschr*, 94:1-5, 1981.
37. Güralp N, Oğuz T, Burgu A, Doğanay A, Bürger NJ, Tınar R: Ankara yöresinde (Çubuk-Polatlı) koyunlarda mide-bağırsak nematod larvalarının mevsimsel aktivitesi. *Tr J Vet Anim Sci*, 10:259-274, 1986.
38. Mfitilodze MW, Hutchinson GW: Development and survival of free-living stages of equine strongyles under laboratory conditions. *Vet Parasit*, 23:121-133, 1987.
39. Rose JH: Observations on the bionomics of the free-living larvae of lungworm *Dictyocaulus filaria*. *J Comp Path Ther*, 65:370-381, 1955.
40. Rose JH: The bionomics of the free-living larvae of *Dictyocaulus viviparus*. *J Comp Path Ther*, 66:228-240, 1956.
41. Cabaret J: Influence of stable and alternating temperature on the evolution of protostrongyloid larvae in land-snails. *Rev Iber Parasit*, Vol:extra, 243-249, 1982.