

LARVA BESLENMESİNDE KULLANILAN MİKROKURTLARIN (*Panagrellus redivivus*) BESİN KOMPOZİSYONLARININ ARAŞTIRILMASI

Deniz D. TOSUN¹ Pelin S. Çiftçi TÜRETKEN² Şehnaz Y. TOSUN³

ÖZ

Balık larvalarının beslenmesinde kullanılan bir canlı yem türü olan *Artemia salina* doğal stoklara bağımlı olması nedeniyle maliyetli bir hammad- dedir. Her ne kadar *Artemia salina* oldukça yaygın bir şekilde ve başarılı olarak kullanıyor olsa da, *Artemia salina*'nın maliyetli ve doğadan topla- nan stoklara bağımlı olması bu hammaddenin alternatiflerinin araştırılma- sını gerektirmektedir. Serbest yaşayan (parazit özelliği göstermeyen) bir nematod olan *Panagrellus redivivus*'un balık larvalarının ilk beslenmesin- de kullanıma uygun bir tür olduğu bildirilmektedir. Bu nematodlardan olan mikrokurtlar (*Panagrellus redivivus*) amatör akvaryumcular tarafından ba- lık larvalarının beslenmesinde sıkça kullanılmaktaysa da bu türlerin kulla- nımına yönelik bilimsel araştırmalar kısıtlıdır. Bu türlerin *Artemia salina* yerine kullanılabilmesi bazı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir. Balık larvalarının iyi beslenmesi bu balıkların ilerleyen dönemlerindeki büyüme performansları, sağlık durumları ve gelişimleri açısından çok önemlidir. Bu çalışmada amaç; adı geçen nematod olan mikrokurt (*Panagrellus re- divivus*) türünün besin değerlerinin belirlenmesidir. Bu amaçla yulaf unu, su ve maya kullanılarak oluşturulan besi ortamında kültüre alınan mikro-

¹ İ.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik ABD.

² İ.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Fakültesi Deniz Biyolojisi ABD.
pciftci@istanbul.edu.tr

³ İ.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi ABD.

kurtlara besin değeri analizleri yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre mikrokurtların protein, yağ, nem ve kül değerleri sırasıyla % 36, %12.4, %77.78 ve %7.69 olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Mikrokurt, larva beslenmesi, panagrellus redivivus

NUTRITIONAL VALUE DETERMINATION OF MICROWORMS (*Panagrellus redivivus*) FOR THE LARVAL FIRST FEEDING OF FISH

ABSTRACT

Fish larvae are fed with artemia and it is very expensive. Although it is widely and successfully used, *Artemia salina* is an expensive raw material which is collected from nature and needs to have an alternative for future use. *Panagrellus redivivus*, which is a free living nematode is known to be a suitable species for the first feeding of fish larvae. *P. redivivus*, microworms, are used by amateur aquarists for aquarium fish but scientific research on the species is limited. Larval feeding is very essential for the fish to be healthy and productive and this study aims to identify *Panagrellus redivivus* nutritional values for larval feeding. Microworms are fed and cultured in mediums with oatmeal, water and yeast before chemical analyses for nutritional values. Analyses showed %36, %12.4, %77.78 and %7.69 for proteins, lipids, moisture and ash respectively.

Keywords: Microworms, *Panagrellus redivivus*, larval feeding

GİRİŞ

Ülkemizde su ürünleri yetiştiriciliği konusunda son 20 yılda çok önemli gelişmeler olmuştur. Su ortamındaki besin zincirinin temelini suda yaşayan ve fotosentez yapabilen tek hücreli canlılar; yani fitoplanktonik organizmalar oluşturmaktadır (FAO 2009; FAO, 2005-2012). Yetiştiriciliği amaçlanan su canlılarının birçoğunun larva dönemindeki besin zincirinin ilk halkasını fitoplankton, ikinci halkasını ise hayvansal plankton (zooplankton) oluşturur. Bir yetiştiricilik çalışmasında üretimi amaçlanan can-

lının beslenmesinde ilk adımı oluşturan fitoplanktonl, eklembacaklı ve yumuşakçaların yetiştiriciliğinde doğrudan, çeşitli balık türlerinin larvalarının beslenmesinde kullanılan küçük yapılı hayvansal canlıların (Rotifer, *Artemia* gibi) beslenmesi yoluyla da dolaylı olarak kullanılmaktadır. Su ürünlerinin üretiminin ilk aşaması olan larva üretiminde, larvaların beslenmesinde *Artemia salina*'nın önemi vazgeçilmez görülmektedir.

Artemia salina, doğada tropik ve ılıman bölgelerdeki 80' in üzerinde doğal ve yapay tuz göllerinde yaşayan bir crustacea (kabuklu) türüdür. Ergin bireyleri ‰ 1 ile ‰ 235 tuzluluk ve 10-35 °C sıcaklık aralıklarında yaşayabilir. Böylesine geniş bir yaşam aralığına sahip olan bu crustacea, su canlılarının üretilmesinde larva besleme aşamasında çok önemli bir yere sahiptir. (Léger ve ark., 1986; Triantaphyllidis ve ark., 1998; Sorgeloos ve ark., 2001)

Artemia salina su canlılarının, özellikle de balıkların kültür çalışmalarında 1920'lerden bu yana canlı yem olarak kullanılmaktadır. *Artemia salina*'nın yaşam döngüsü boyunca dayanıklı yumurtalar (kistler) oluşturması balık kültüründe kolaylıkla kullanılabilmesini sağlamaktadır. Olumsuz koşullarda neslin devamı amacıyla oluşturulan kist son derece güvenilir, uygun ve mükemmel bir canlı yem kaynağı oluşturur. Bu kistler yıl boyunca aşırı tuzlu göllerin veya lagünlerin kıyılarından toplanabilir (Lavens ve Sorgeloos, 2000). Toplanan kistler yıkanıp temizlenip kurutulularak paketlenir ve tüm dünyaya dağıtılır. Kistler deniz suyuna konulduğunda 24 saat içerisinde *Artemia salina* nauplii olarak elde edilerek balık larvalarının beslenmesinde kullanılır. Fakat *Artemia* kullanımının balık yetiştiriciliğine paralel olarak artması ve doğal stokların sabit rakamlarda seyretmesi bu hammaddenin bulunabilirliğini azaltmakta ve dolayısı ile maliyetini arttırmaktadır. Artan bu maliyetler doğrudan balık üretimine yansyarak yetiştiricilik maliyetlerini de etkilemektedir. Bu nedendir ki larva yetiştiriciliğinde alternatif ve daha ucuz besin kaynaklarının tespit edilmesi gerekmektedir.

Bazı nematod türleri; özellikle serbest yaşayan, parazit özelliği göstermeyen türler, balık larvalarının beslenmesinde kullanılma potansiyeline sahiptirler. Larva beslenmesinde önemli bir husus besin maddesi olacak canlının balık larvalarının ağız açıklığına uygun boyutlarda olmasıdır. Bu

açından bakıldığında seçilecek nematod türünün boyutu çok önemli olmaktadır. Özellikle akvaryum balıklarının üretiminde, amatör balık üreticileri tarafından sıkça kullanılan *Panagrellus redivivus* türü nematod, balık larva yetiştiriciliğinde büyük bir potansiyele sahiptir.-

Panagrellus redivivus, mikrokurt ismiyle anılan bir nematod türüdür. Prolifik bir türdür. BBS (baby brine shrimp)' den biraz daha ufak boyutludur. Besin değeri açısından BBS' e göre daha düşük olduğu bilinmektedir. *Artemia salina* fiyatlarının genelde yüksek ve dalgalı olduğu günümüzde mikrokurt, larva beslenmesinde *Artemia salina*' ya bir alternatif olarak görülmektedir. Erişkin bir mikrokurt yaklaşık 1,0 mm. boya ve 50 µm. çapa sahiptir. Yumurtaları gövde içinde açılarak canlı yavruları ortama bırakırlar. Toplamda otuz gün kadar yaşayan bir mikrokurt yaşamının üçüncü gününden itibaren ortalama altı yavru vermeye başlar (Cryan ve ark., 1963; Biedenbach ve ark., 1989).

Panagrellus redivivus gibi nematodlar kolayca üretilmektedirler. Başlangıç kültürleri oldukça ucuzdur. Su ve yulaf unu gibi oldukça ucuz hammaddeler ile hazırlanan besiyerleri nematodların yetiştirilmesinde kullanılır. Basit plastik kaplar içerisinde su ve yulaf unu karışımında bir hafta gibi kısa bir sürede üreyen nematodlar balık larvalarının beslenmesinde kullanılırlar (Delbare ve Dhert, 1996; Ricci, 2001; Santiago, ve ark. 2003; Reyes, ve ark. 2011; Schlechtriem, ve ark. 2004). Nematodların besin içeriklerinin zenginleştirilmesi, bu besi yerlerinin zenginleştirici hammaddeler kullanılarak desteklenmesi ile mümkündür. Balık unu ve balık yağı gibi besin maddeleri eklenerek nematodların besin değerlerinin artırılması ve balık larvalarının beslenmesinde daha iyi sonuçlar alınabilmesi mümkündür (Kumlu ve ark., 1998; Santiago ve ark., 2004).

Bu çalışmada amaç; adı geçen nematodlardan olan *Panagrellus redivivus* türü mikrokurtların biyokimyasal besin değerlerinin belirlenmesidir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Nematod Temini

Çalışmada kullanılan mikrokurtlar (*Panagrellus redivivus*) İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Bölümü Yetiştiricilik Anabilim Dalı Canlı Yem Laboratuvarı'ndan temin edilmiştir.

Nematodların Beslenmesi

Nematodlar 11'lik dikdörtgen plastik kaplarda yulaf unu, su ve maya kullanılarak oluşturulan 200 ml'lik besi ortamında 24°C ortam sıcaklığında kültüre alınmış ve çoğaltılarak kimyasal kompozisyonlarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Her besi ortamına 2ml başlangıç kültürü eklenmiştir. Çalışma 5 tekerrürlü olarak yapılmış ve sonuçlar ortalama değerler olarak verilmiştir.

Ham Protein Analizi

Ham protein analizi AOAC 955.04 (1998a)' ya göre yapılmıştır. Yüksek sıcaklıkta derişik sülfirik asit (Riedel-de Haën, 07208) ile parçalanmış örnek, % 32' lik sodyum hidroksit (Merck,1.06462) ile distile edilmiştir. Serbest hale geçen amonyağın asit çözeltisine (% 4' lük borik asit (Riedel-de Haën, 1106) bağlanması ile oluşan zayıf baz 0.2 N hidroklorik asit (Merck, 1.00314) ile titre edilmiştir. Elde edilen sonuç aşağıdaki formüle konularak % protein miktarı hesaplanmıştır.

% Protein: (Harcanan Hidroklorik Asit x 0,2803 x 6,25) - Kör

Yağ Analizi

Yağ analizi Weilmeier ve Regenstein (2004)' e göre yapılmıştır. Bu yöntem, homojenize edilmiş örneğin 90 °C sıcaklıkta hidroklorik asit ve su ile reaksiyona sokularak, etteki yağın açığa çıkması prensibine dayanmaktadır. Bu analiz için 2-2,5 g arasında tartılan örnek, 6 mL HCl ve 2 mL su ile 90°C'de reaksiyona sokulmuştur. Bu işlemden sonra, 7 ml ethanol (Riedel-de Haën, 32221), 25 mL diethyl ether (Riedel-de Haën, 24005) ve 15 ml petroleum ether (Delta Tarım Kimyasal) kullanılarak, lipitleri tutan çözücü kısmın diğer fazdan ayrılması sağlanmıştır. Oluşan üst faz sabit tartıma getirilmiş balona aktarılırken, alt faz ise tekrardan 25 ml petroleum ether ile 2 kez daha muamele edilmiştir. Tüm bu işlemlerin ardından , sabit tartıma getirilmiş balon içerisinde toplanan çözücü, rotary evaporatörde (Buschi, R 3000, Switzerland) uçurulmuştur. bu işlemden sonra 105 °C' ye ayarlanmış etüvde (Nüve, FN500, Türkiye) 3 saat daha buharlaşmaya bırakılmıştır. Böylelikle, balon içerisindeki çözücünün ve nemin tamamen buharlaştırılması sağlanmıştır. Ardından desikatörde 15 dakika boyunca soğutulan balonlar tartılmış ve örnekteki % yağ miktarı aşağıdaki formüle konularak hesaplanmıştır (Weilmeier ve Regenstein, 2004).

$$\% \text{Yağ} = \frac{M_2 - M_1}{m} \times 100$$

M_1 : Sabit tartıma getirilmiş balonun ağırlığı (dara)

M_2 : Dara + Kalıntı ağırlığı (yağ)

m : Örnek ağırlığı

Nem Analizi

Nem analizi, Mattissek ve diğ. (1992)' ne göre yapılmıştır Etüvde (Nüve, FN500, Türkiye) 105 °C' de 3 saat boyunca bekletilerek, sabit tartıma getirilmiş olan petrilere, homojenize edilmiş örnekten 1-2 g arasında tartılmıştır. Bu şekilde hazırlanan örnekler 105 °C' deki etüvde, 3 saat boyunca bekletilmiştir. Etüvden çıkartılan petri ler desikatörde 15 dakika boyunca soğutulduktan sonra hassas terazide tartılmış ve örnekteki % nem miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Nem} = \frac{M_2 - M_1}{m} \times 100$$

M_1 : Sabit tartıma getirilen boş petri ağırlığı + örnek ağırlığı

M_2 : Üzerindeki örnek ile birlikte etüvde kurutulup, desikatörde soğutulduktan sonraki petri ağırlığı.

m : Örnek ağırlığı

Kül Analizi

Kül analizi, AOAC 938.08 (1998b)' ye göre yapılmıştır. Kül fırınında (Nüve, MF 100, Türkiye) 550 °C' de 6 saat boyunca bekletilerek, sabit tartıma getirilmiş olan krozelere, homejenize edilmiş örnekten 1-2 g arasında tartılmıştır. Tartılan örnekler, 550 °C' deki kül fırınında, 3 saat boyunca bekletildikten sonra, soğumaları için desikatöre alınmıştır Desikatörde 15 dakika boyunca soğutulan örnekler tartılarak, örnekteki % kül miktarı aşağıdaki formüle konularak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kül} = 100 - \left(\frac{M_2 - M_1}{m} \times 100 \right)$$

M_1 : Sabit tartıma getirilen kroze ağırlığı

M_2 : Üzerindeki örnek ile birlikte kül fırınında yakılıp, desikatörde soğutulduktan sonraki kroze ağırlığı.

m : Örnek ağırlığı

Karbonhidrat Analizi

Karbonhidrat analizi Merill ve Watt (1973)'e göre yapılmıştır

% Karbonhidrat : 100 - (% protein + % yağ + % kül + % nem)

SONUÇLAR

Besi ortamında yetiştirilerek çoğaltılan mikrokurtlar, kimyasal kompozisyonlarının belirlenmesi için örneklenmiş, analizler beş tekerrürlü olarak yapılmış ve sonuçlar Tablo 1' de ortalama değerler olarak verilmiştir.

Tablo 1. Mikrokurt' un Kimyasal Kompozisyonu (KM: Kuru madde)

	Nem (%)	Protein (% KM)	Yağ (% KM)	Kül (% KM)	Karbonhidrat (% KM)
<i>P. redivivus</i>	77,78±0,8	36 ±1	12,4±1,8	7,69±0,6	43,04±1,68

Mikrokurtların ortalama nem, protein, yağ, kül ve karbonhidrat değerleri sırasıyla % 77,7865; % 36; % 12,4; % 7,69 ve % 43,04 olarak bulunmuştur. Bu değerler *Artemia salina* ile karşılaştırıldığında düşük olsa da (Tablo 2), ucuz bir yem kaynağı olması ve kolay üretilebilirliği ile mikrokurtlar balıkların ilk dönemlerindeki beslenmesinde önemli alternatif olabilecek kimyasal kompozisyona sahiptirler. Besi yerlerinde uygulanacak çeşitli zenginleştirme seçenekleri ile *Artemia salina*'nın kimyasal kompozisyonuna ulaşılabilir olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmektedir. Besi yerinin balık unu ve yağı gibi katkı maddeleri ile desteklenmesi de mümkündür. Bu yönde yapılmış bazı çalışmalarda mikrokurtların protein değerleri % 50 gibi yüksek değerlere ulaşmıştır.

Tablo 2. *Artemia* ve mikrokurt' un protein-yağ karşılaştırılması (KM: Kuru madde)

	Protein (% KM)	Yağ (% KM)
<i>P. redivivus</i>	36	12,4
<i>Artemia salina</i>	66	16

Yapılan bazı çalışmalar bu nematodlar ile ilk beslemesi yapılan çeşitli balıkların hayatta kalma oranlarının *Artemia salina* ile yapılan beslemeye çok yakın sonuçlar verdiğini ve bazı durumlarda daha başarılı olduğunu göstermektedir. Schlechtriem ve arkadaşları 2005 yılında yaptıkları bir çalışmada nematodların coregonid türlerinde başarı ile kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen kimyasal kompozisyon verileri, çalışmamız ile farklılıklar göstermektedir. Protein değeri çalışmamızda % 36 iken sözkonusu çalışmada % 50 civarında tespit edilmiştir. Yine yağ değeri çalışmamızda % 12,4 seviyesindeyken diğer çalışma % 16 değerindedir. Bu farklılıklar oluşturulan besi yerlerinin içerikleri ile yakından ilgilidir. Özellikle hayatta kalma oranı konusunda yapılan çalışmalarda besi yerlerine zenginleştirme uygulanmaktadır. Sözkonusu çalışmalarda da zenginleştirme uygulandığı bildirilmektedir. Yine Schlechtriem ve arkadaşları 2004 yılında sazan balıkları ile yapmış oldukları bir çalışmada mikrokurtlar ile yapılan besleme sonucunda % 90, *Artemia* ile % 97 hayatta kalma oranları tespit edildiğini bildirmişlerdir. Abdolsamad Jahangard 2003 yılında gerçekleştirdiği doktora tezi çalışmalarında *Barbodes gonionotus* larvalarının mikrokurtlarla beslenebileceğini bildirmiştir.

SONUÇ

Mikrokurtlar, kolay üretilen ve ucuz bir canlı yem kaynağıdır. Pahalı bir kaynak olan *Artemia* yerine kullanılabilirlikleri bilimsel çalışmalarla desteklenmektedir. Bu nedenle besin kompozisyonlarının incelenmesi ve balık üretiminde kullanılmak üzere gerekli durumlarda zenginleştirilmesi gerekmektedir. Özellikle yemeklik balık üretimi yapılan kuluçkahane tesislerinde bu canlı yemin kullanılabilir hale gelebilmesi için besin değerlerinin çok iyi anlaşılması ve deniz balıkları yetiştiriciliğine uygun hale getirilebilmesi gerekmektedir. Özellikle balık larvalarının başlangıç beslenmesi açısından protein ihtiyaçlarının yüksek olması nedeniyle, tespit ettiğimiz % 36'lık protein değeri yeterli gözükmemektedir. Bu değer besin ortamına eklenecek çeşitli zenginleştirici yem katkı maddeleri ile artırılabilir düşüncesindeyiz. Çalışmamızın sonuçlarının önemli olduğu ve ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacağı kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

Jahangard, A., 2003. Evaluation of Free-Living Nematode *Panagrellus Redivivus* as a Live Food Organism for Silver Barb *Barbodes gonionotus* Larvae. Thesis (Ph.D), Universiti Putra Malaysia.

AOAC, 1998a. Nitrogen (total) in seafood. Fish and other marine products. James M. Hungerford, Chapter Editor. In Official Methods of Analysis of AOAC International, Cunniff, P. Eds.; AOAC International: Gaithersburg, Maryland.

AOAC 1998b. Ash of seafood. Fish and other marine products. James M. Hungerford, Chapter Editor. In Official Methods of Analysis of AOAC International, Cunniff, P. Eds.; AOAC International: Gaithersburg, Maryland.

Biedenbach, J.M., Smith, L. L., Thomsen, T. K., Lawrence, A. L., 1989. Use of the Nematode *Panagrellus redivivus* as an *Artemia* Replacement in a Larval Penaeid Diet. 20: 2, pp 61–71.

Cryan, W.S., Hansen, E., Martin, M., Syre, F.W., Yarwood, E.A., 1963. Axenic cultivation of the dioecious nematode *Panagrellus redivivus*. *Nematologica* 9:313–319.

Delbare, D., Dhert, P. 1996. Nematodes. In: Manual on the production and use of live food for aquaculture. Lavens, P; Sorgeloos, P. (eds.) FAO Fisheries Technical Paper. No. 361. Rome, FAO. 289-292. p.

FAO, 2009. Fisheries and Aquaculture Department Food And Agriculture Organization of the United Nations, The State of World Fisheries and Aquaculture 2008, Rome.

FAO, 2005-2012. National Aquaculture Sector Overview. Turkey. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. Text by Deniz, H. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 8 February 2011. [Cited 7 March 2012].http://www.fao.org/fishery/countrysector/naso_turkey/en

Kumlu, M., Fletcher, D.J., Fisher, C.M., 1998. Larval pigmentation, survival and growth of *Penaeus indicus* fed the nematode *Panagrellus redivivus* enriched with astaxanthin and various lipids. *Aquaculture Nutrition*. 4; 193–200.

Lavens, P., Sorgeloos, P., 2000. The history, present status and prospects of the availability of *Artemia* cysts for aquaculture. *Aquaculture*. 181, 397–403.

Léger, P., Bengtson, D. A., Simpson, K. L., Sorgeloos, P., 1986. The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 24: 521–623.

Reyes, O. S., Duray, M. N., Santiago, C. B., Ricci, M., 2011. Growth and survival of grouper *Epinephelus coioides* (Hamilton) larvae fed free-living nematode *Panagrellus redivivus* at first feeding. *Aquacult Int.* 19:155–164.

Ricci, M., 2001. Development of bio-encapsulated feed for larval fish based on nutritionally enriched nematodes – NEMATODES, Summary of The Final Report. 4th Framework Programme, Joint Research Project, Project No: IC18980333, 1-3.

Santiago, C. B., Gonzal, A. C., Ricci, M., Harpaz, S., 2003. Response of bighead carp *Aristichthys nobilis* and Asian catfish *Clarias macrocephalus* larvae to free-living nematode *Panagrellus redivivus* as alternative feed. *J. Appl. Ichthyol.* 19, 239–243.

Santiago, C. B., Ricci, M., Reyes-Lampa, A., 2004. Effect of nematode *Panagrellus redivivus* density on growth, survival, feed consumption and carcass composition of bighead carp *Aristichthys nobilis* (Richardson) larvae. *J. Appl. Ichthyol.* 20, 22–27.

Schlechtriem, C., Ricci, M., Focken, U., Becker, K. 2004. The suitability of the free-living nematode *Panagrellus redivivus* as live food for first-feeding fish larvae. *J. Appl. Ichthyol.* 20, 161–168.

Shlechtriem, C., Focken, U., Becker, K., 2005. Digestion and Assimilation of the Free-living Nematode *Panagrellus redivivus* Fed to First Feeding Coregonid Larvae: Evidence from Histological and Isotopic Studies. *Journal of The World Aquaculture Society.* 36:1, 24-31.

Sorgeloos, P., Dhert, P., Candreva, P., 2001. Use of brine shrimp, *Artemia* spp., in marine fish larviculture. *Aquaculture.* 200, 147-159.

Merill, A.L., Watt, B.K., 1973. Agriculture Handbook Energy value of foods, basis and derivation. In: No: 74. Agriculture Research Service, United States Department of Agriculture, 2.

Triantaphyllidis, G. V., Abatzopoulos, T. J., Sorgeloos, P., 1998. Review of the biogeography of the genus *Artemia* (Crustacea, Anostraca). *Journal of Biogeography.* 25, 213–226.

Weilmeier, D.M. ve Regenstein, J.M., 2004. Cooking enhances the antioxidant properties of polyphosphates. *Journal of food science.* 69 (1), 16-23.