

BALIK BESLEMEDE MİNERALLER

İhsan AKYURT (1)

GİRİŞ

Balık yetiştiriciliğinde mineral beslenmesi üzerinde yapılan araştırmalara son yıllarda önem vermeye başlanmıştır. Bununla beraber, bu konuda yapılmış araştırmaların büyük bir kısmı osmoregülasyon, toksite ve fizyolojik fonksiyonlarla ilgilidir. Balıklarda mineral maddeler üzerinde çalışmak oldukça zordur. Çünkü, balıklar kara hayvanlarında olduğu gibi, bazı iyonları sadece diyetlerden değil, içinde buldukları sudan da absorbe edebilmektedirler. Solungaç ve deri yoluyla yapılan iyon değişimi balıklarda mineral ihtiyaçlarının belirlenmesini son derece güçleştirmektedir.

Kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum, potasyum, sülfür, klor, demir, bakır, kobalt, iyot, manganez, çinko, molibden, selenyum ve flor gibi mineraller, element veya bileşikler halinde biyolojik fonksiyonlarda rol oynarlar. Bununla beraber, bugün bile balıkların bu minerallere ne kadar ihtiyaçları olduğu ve fonksiyonları hakkında tam ve yeterli bilgiye sahip değiliz.

Kalsiyum ve Fosfor

Bilindiği gibi, kalsiyum ve fosfor kemik teşekkülü ile vücutta asit-baz dengesinin sağlanmasıyla yakından ilgili iki önemli minerallerdir. Bundan başka kalsiyum iyonları birçok fizyolojik olaylarda ve biyokimyasal reaksiyonlarda da rol oynar. Bunlardan bazıları şunlardır. Kasların kasılması, kanın pıhtılaşması ve membranın korunması v.b. Fosfor ise lipid ve karbonhidrat metabolizmasında önemli bir role sahiptir.

Balıklar kalsiyumu sadece sudan absorbe etmekle kalmayıp yedikleri yemlerdeki kalsiyumdan da yararlanabilirler. Tatlı su balıkları kalsiyumu solungaç ve yüzgeçlerinden absorbe edebilmektedirler. Deniz balıkları ise deniz suyunu içerek kalsiyumu vücutların da alırlar. Yapılan çalışmalar, denizde yaşayan balıklarda dış çevreden balık vücuduna devamlı bir şekilde ve sabit miktarlarda kalsiyum akımı olduğunu göstermiştir. Yapılan birçok araştırmada, Salmonid balıklarının

(1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü, ERZURUM.

rasyonlarında düşük konsantrasyonda kalsiyuma ihtiyaç olduğu saptanmıştır. Nitekim, Gökkuşuğu Alabalıklarının yumuşak (3 ppm Ca) ve sert sulardaki (45 ppm Ca) kalsiyum ihtiyaçlarının yaklaşık rasyonun % 0.2'si olduğu bildirilmektedir. Sert sularda kalsiyum eksikliği yavaş büyümeye, yemden yararlanmanın azalmasına ve ölüm oranının yükselmesine neden olmaktadır. Balıklarda kalsiyum ihtiyacı türlere göre önemli ölçüde değişmektedir. Örneğin, rasyonları % 0.003'den daha az kalsiyum içeren sazan ve kedi balıklarında Ca eksiklik arazları görülmektedir. Atlantik Salmonlarının deniz suyundan kalsiyumu absorbe edebildikleri ve bu nedenle rasyonlarına kalsiyum ilavesine gerek olmadığı bildirilmektedir (Lall ve Bishop, 1977). Bununla beraber eğer rasyonlar yüksek düzeyde fosfor kapsıyorsa, rasyonlara bir miktar kalsiyum ilave edilmesi önerilmektedir. Çünkü, deniz suyundan absorbe edilen Ca miktarının Red-Sea Bream (*Chrysophrys major*) balıklarının hızlı büyüme dönemlerinde ihtiyaçlarını karşılamadığı öne sürülmektedir (Sakamoto ve Yone, 1973). Yapılan çalışmalardan da anlaşılacabileceği gibi, yüzgeçli balıkların Ca ihtiyaçları suyun kimyasal yapısı, balık türü ve rasyonlardaki fosfor düzeyleriyle etkilenmektedir.

Kalsiyumun aksine, fosforun başlıca kaynağı balıkların yedikleri gıdalardır. Çünkü, tatlı ve deniz sularında fosfor serbest halde çok düşük konsantrasyonlarda veya hiç bulunmaz. Eğer sularda yeteri kadar P^{32} bulunuyorsa balıkların bu formdaki fosforu sudan absorbe edebildikleri öne sürülmektedir. Yiyeceklerden absorbe edilen fosfor miktarının kanın fosfor düzeyi tarafından etkilendiği saptanmıştır.

Birçok araştırmacı sazan (*Cyprinus carpio* L.), Atlantik salmon (*Salmo salar*) ve kedi balıklarında (*Ictalurus punctatus*) fosfor eksiklik arazları saptamışlardır. Ticari rasyonlarla beslenen sazanlarda kafatası defarmasyonu yanında bazı iskelet bozukluklarına da rastlanmaktadır. Bu sorun, rasyona % 5 düzeyinde kalsiyum fosfat ilave edilerek ortadan kaldırılabilmektedir. Fosfor eksikliğinin sazanlarda kafa deformasyonuna, büyüme ve yem değerlendirmede azalmalara, külde fosfor düzeyinin düşmesine, omurlarda Ca ve P düzeylerinde azalmalara neden olduğu bildirilmektedir. Büyümenin normal olabilmesi için rasyonlardaki yararlanılabilir fosfor düzeyinin % 0.6-0.7 olması gerektiği belirtilmektedir (Ketola, 1975).

Kalsiyum fosfor arasındaki oranın da balıkların büyümeleri üzerine etkisi vardır. En iyi gelişmenin, rasyonda Ca/P oranı 1:2 (% 0.34 Ca ve % 0.68 P olduğu zaman meydana geldiği saptanmıştır. Yapılan bir çalışmada deniz suyunda yetiştirilen Atlantik salmonların rasyonlarına fosfor ilavesinin büyümeyi hızlandırdığı, yem değerlendirmeyi artırdığı ve kemik mineralizasyonunu düzelttiği bildirilmektedir (Lall ve Bishop, 1977).

Bazı arařtıřıcılar rasyona fosfor ilave edilince etin ve iç organların lipid miktarının dūřtūđünü, buna karřılık protein dūzeylerinin yūkseldiđini bildirmektedirler. Mamafih, rasyonda fosfor dūzeyinin artmasıyla karaciđer lipid dūzeyinin dūřtūđü saptanmıřtır (Sakamota ve Yone, 1973).

Kalsiyum ve fosfor bakımından yetersiz rasyonlarla beslenen yılan balıklarında iştah azalması ve būyümede depresyon gōr÷lmektedir. Araştışmalar, yılan balıklarının Ca ve P ihtiyaçlarının rasyonda sırasıyla % 0.29, % 0.27 olduğunu ortaya koşmuştur. Bu verilere gōre, yılan balıklarının diğer balık t÷rlerine oranla Ca ihtiyaçlarının yūksel, P ihtiyaçlarının ise dūřük olduğu gōr÷lmektedir.

Yararlanılabilir fosfor üzerinde evcil hayvanlarla çok detaylı araştışmalar yapılmıştır. Fakat, balıklarda bu konuda yapılan çalışmalar sınırlıdır. Balık unu, et-kemik unu gibi hayvansal orjinli yem maddelerinde fosforun būy÷k bir kısmı inorganik formda bulunmaktadır. Bir kısmı ise protein, lipid ve karbohidratlarda bileşikler halinde yer almaktadır. Bu formdaki fosforun tamamına yakın bir kısmından hayvanlar yararlanabilmektedirler. Halbuki, bitkisel kaynaklı yem maddelerinde fosforun būy÷k bir kısmı (% 60-80) fitin fosforu halinde bulunur. Bitkisel orjinli yem maddeleri fitin olarak bilinen Ca-Mg tuzlarından oluşan fitik asit kapsar. Fitin fosforundan basit mideli hayvanlar yararlanamaz. ÷nk÷, bu canlıların sindirim sistemlerinde fitaz enzimi çok az dūzeyde veya hiç salgılanmaz. Ayrıca, fitik asit sindirim sisteminde kalsiyumla erimeyen tuzlar oluşturur. Genel olarak, oluşan bu tuzların erime kapasitesi yūkseldike fosfordan yararlanma oranı da artmaktadır. Genellikle, canlıların būy÷k bir kısmı mono ve dikalsiyum fosfat bñyesinde yer alan fosforu, trikalsiyum fosfatinkinden (kemik unu, kaya fosfatı gibi) daha iyi değerlendirmektedirler.

Fosfor absorpsiyonu balık t÷rlerine gōre de farklılık gōstermektedir. Örneğin, sazan balığı monokalsiyum fosfat, kazein ve pirinç kepeğindeki fosfordan alabalıklardan daha iyi yararlanmaktadır. Alabalıklar ise, trikalsiyum fosfat, fitin ve balık unundaki fosforu sazanlardan daha iyi değerlendirmektedirler.

Mağnezyum

Yūksel yapılı canlılarda mağnezyumun rol÷ detaylı bir şekilde araştırılmasına rağmen, balıklar için aynı durum sōz konusu değildir. Mađnezyum ihtiyacı hayvan t÷rlerine gōre farklılık gōsterir. Fakat, eksikliğinde hemen bñt÷n hayvanlarda hiperirritabilite ve metastik kalsifikasyon gōr÷ld÷đü bildirilmektedir. Sazan balıklarında Mg eksikliği iştah kaybına, yavaş būy÷meye, yūksel mortaliteye, uyusukluğa ve konvulsiyona neden olabilmektedir. Genç sazanların mağnezyum

ihtiyaçlarının rasyonun % 0.04-0.05 kadar olduğu bildirilmektedir. Mağnezyumca yetersiz bir rasyonla beslenen Gökkuşluğu alabalıklarında renal kalsinosis görülmüştür. Bununla beraber, bazı araştırmacılar düşük mağnezyum içeren rasyonlarla besledikleri alabalıklarda büyümede depresyon olmadığını ve ölüm olayı da görülmediğini bildirmektedirler. Yılan balıklarıyla yapılan bir başka çalışmada, mağnezyum eksikliğinde iştah azalması ve büyümede gerileme meydana geldiği saptanmıştır. Halbuki, denizde yetiştirilen Red-Sea -Bream balıklarıyla Atlantik salmonların rasyonlarına ilave Mg. yapılmadığı halde, bu balıkların normal olarak büyüdükleri bildirilmektedir (Sakamoto ve Yone, 1974).

Kara hayvanlarında rasyondaki kalsiyum ve fosfor düzeyinin mağnezyum absorpsiyonunu etkilediği bilinmektedir. Rasyonlarda kalsiyumun yüksek olması halinde Mg. eksikliği ortaya çıkabilmektedir.

Demir

Demir solunum olaylarında önemli fonksiyona sahip olan bir elementtir. Demir oksidasyon-redüksiyon olayı ile elektron taşınmasında da rol oynar. Hayvan vücudunda proteinlere bağlı kompleks bileşikler halinde (heme bileşikleri = hemoglobin veya myoglobin) bulunur. Demir eksikliğinde balıklarda genellikle hipokromik anemi meydana gelmektedir. Birçok balık türünün kantitatif demir ihtiyacı henüz bilinmemektedir. Yılan balıklarında demir ihtiyacının 17 mg/kg olduğu bildirilmektedir. Yapılan bir çalışmada akvaryum balıklarının bulunduğu suya demir sülfat katılması ve balıklarda büyümenin hızlandığı görülmüştür.

Ruminant olmayan hayvanların rasyonlarında yüksek düzeyde kalsiyum ve fosfor bulunması halinde demirin absorpsiyonunun azaldığı uzun zamandan beri bilinmektedir. Aynı durumun balıklar için sözkonusu olduğu sanılmaktadır. Balıklar ferro demiri ferrik formdan daha iyi absorbe edebilmektedirler.

Kobalt

Kobalt Vitamin B₁₂ molekülünün yapısında yer alır. Yem veya suya kobalt klorid yada kobalt nitrat ilave edildiğinde sazan balıklarında büyümenin hızlandığı ve hemoglobin teşekkülünün arttığı belirtilmektedir. Kobalt iz halinde hemen hemen bütün yem maddelerinde bulunur. Bitkilerde proteinlerin yapısına girer. Hayvansal kökenli yem maddelerinde ise siyonokobalemin (Vitamin B₁₂) formunda bulunur. Balık unu ile et unu kobaltın en iyi kaynağıdır.

Çinko

Çinko canlı organizmalar için en önemli iz elementlerden biridir. Nükleik asitlerin sentezi için gerekli olan bir mineraldir. Ayrıca, dehidrojenaj alkalın fosfat, karboksipeptidaz ve karbonik anhidraz gibi enzimlerin yapısında da fonksiyon gösterir. Doğada çinko tarafından aktive edilen daha bir çok enzim bulunmaktadır. Laboratuvar şartlarında çinko taksitesi üzerinde balıklarla çok sayıda araştırma yapılmasına rağmen, balıkların çinko ihtiyaçları hakkındaki bilgilerimiz sınırlıdır. Çinkonun gökkuşağı alabalıklarında kataraktı önlediği, beyaz balık etiyle beslenen alabalıkların % 75'de (60 mg.Zn/ kg yem) iki taraflı katarak oluştuğu bildirilmektedir. Katarak oluşan balıkların rasyonuna $Zn SO_4 \cdot 7H_2O$ şeklinde 150 mg/kg düzeyinde çinko ilave edilince bu araz ortadan kalkmaktadır. Çinko yem maddelerinde iz miktarlarda bulunan bir elementtir. Bitkisel ve hayvansal orjinli çinkodan hayvanların yararlanma dereceleri farklıdır. Daha önce de sözü edildiği gibi, bitki proteinleri fitaz ihtiva etmektedir. Hayvansal protein kaynaklarına eriyebilir formdaki fitaz ilave edilince, çinkodan yararlanma oranı düşmektedir. Ayrıca, rasyonlardaki kalsiyum oranı yükseldikçe çinkodan yararlanma da azalmaktadır.

İyot

Eksiklik arazları ilk olarak ortaya konan elementlerden biri iyottur. Altmış yıldan beri bu elementin eksikliği halinde balıklarda da guatr hastalığının meydana geldiği bilinmektedir.

İyot eksikliğinde triod bezi büyümekte, rasyona minimum düzeyde iyot ilavesiyle bu araz ortadan kaldırılabilir. İyot ihtiyacı balıkların türü ve yaşına bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, Chinook salmon fingerlinglerinin iyot ihtiyacı 0.6 mikrogram/kg yem iken, parrların ihtiyacı 1.1 mikg/kg yemdir.

Altın balıklarla yapılan bir çalışmada balıkların bulunduğu akvaryumlara potasyum iyodür (0.023-2.33 mg.Kl/lt. su) ilave edildiğinde pulların daha iyi geliştiği ve canlı ağırlık artışının da yükseldiği bildirilmektedir. Buna rağmen, potasyum iyodür miktarı 11.1 mg/lt. (su) olunca büyümenin gerilediği görülmüştür. Bu da bize, suya ilave edilen potasyum iyodür dozunun çok iyi ayarlanması gerektiğini göstermektedir. Yem maddelerinde iyot konsantrasyonu oldukça değişkendir. Genel olarak hayvansal kökenli yemlerin dışındaki yemler iyotça fakirdirler. Bitkisel materyaller thioglucacid, thiocyanat ve perchlorat gibi guatrojenik maddeler ihtiva ederler. Guatrojenik maddelerin etki mekanizmaları üzerinde balıklarla da birçok araştırma yapılmıştır. Genellikle balık unları iyotça zengindirler. Bu nedenle, yeterli miktarda balık unu içeren rasyonlara iyot ilave etmeğe gerek yoktur.

Sodyum Klorür

Balıkların osmoregulasyonunda sodyum, potasyum ve klorun önemli fonksiyonlara sahip oldukları uzun zamandır bilinmektedir. Balıklar bu inorganik elementleri su ve yiyeceklerden alırlar.

Balık unları önemli miktarda sodyum klorür içerir. Buna rağmen ticari yemlere rasyonun % 4'ne varan miktarlarda sodyum klorür ilave edilmektedir. Böyle yüksek düzeyde tuz ihtiva eden rasyonların kara hayvanlarında büyümede depresyon, testis ve böbreklerde tahribat, kan damarları civarında ise arzulanmayan bazı histopatolojik etkiler yaptığı bulunmuştur. Nitekim, rasyonlarına % 1.5-12 düzeyinde tuz katılan Coho salmonlarında büyümenin gerilediği ve yem değerlendirmenin de azaldığı bildirilmektedir. Ayrıca, bu inorganik elektrolitlerin vücuttan atılması için önemli miktarda enerjiye ihtiyaç vardır. Sprey halinde yeme karıştırılan tuzun zararlı etkisinin daha az olduğunu öne süren araştırmacılar vardır. Nitekim, Shaw ve ark. (1976), Atlantik salmon rasyonlarına % 12 düzeyinde tuz ilave etmişler ve bu düzeydeki tuzun balıkların büyümesinde depresyona neden olmadığını bildirmişlerdir. Birbirine zıt bulguların elde edilmesine balık türünün farklılığı, yaş, rasyonun kompozisyonu ve tuzun katılma şeklinin etkili olabileceği söylenebilir. Gökkuşaağı alabalıkları rasyonuna ilave edilen fazla tuzun ise büyümeyi geriletmediği bildirilmektedir.

Yapılan bir çalışmada, tuz oranı yüksek bir rasyonla beslenen Salmon balıklarının deniz suyuna adapte olmaları sırasında çok az ölüm meydana geldiği bildirilmektedir. Sodyum klorür solungaçlarda A T P ase enziminin aktivitesini artırmaktadır. Bu nedenle, bu enzimin aktivitesi tuzlu su balıklarında tatlı su balıklarından daha yüksektir. Tuzlu su balıkları sodyum iyonlarını solungaçları yardımıyla kandan dışarı atabilmektedirler.

Diğer İz Mineraller

Bakır, sülfür, flor, manganez ve molibden yetersizliklerinin de memeli ve kuşlarda birçok anormalliklere neden olduğu bilinmektedir. Balıklarda bu minerallerle ilgili çalışma sayısı çok azdır. Bu nedenle, bu minerallerin yetersizliğinde balıklarda meydana gelebilecek arazların neler olduğu konusundaki bilgilerimiz sınırlıdır. Gökkuşaağı alabalıklarıyla yapılan bir çalışmada inorganik sülfatın büyümeyi teşvik etmediği, fakat kükürtlü amino asit ihtiyacını azalttığı bulunmuştur. Sazan rasyonlarına katılan Bor ve Molibdenin büyüme ve yaşama gücünü artırdığı saptanmıştır.

Bilindiği gibi, Vitamin E ve selenyumca yetersiz rasyonlarla beslenen evcil hayvanlar ve kanatlılarda kas distrofisi ve eksüdadif diyatez gibi beslenme

bozuklukları ortaya çıkmaktadır. Rasyonlara çok az miktarlarda selenyum ve Vitamin E katılmakla bu arazlar önlenebilmektedir. Vitamin E ve selenyum bakımından yetersiz rasyonlarla beslenen alabalıklar ve Atlantik salmonlarda da aynı durumlar ortaya çıkmıştır. Balıklarda Vitamin E ve Selenyum yetersizliği genellikle anemiye, anisocytosise, poikilocytosise, plazma proteininde yükselmeye, eksüdadif diyateze ve depigmentasyona neden olmaktadır.

BALIK RASYONLARINA MİNERAL İLAVESİ VE ETKİSİ

Pratikte kullanılan veya saf olarak hazırlanan rasyonlara ilave edilen minerallerin, balıkların performanslarına etkileri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Yapılan bir çalışmada hiç mineral kapsamayan saf bir rasyonla beslenen gökkuşağı alabalıklarının, % 4 mineral karışımı içeren bir rasyonla beslenenler kadar iyi geliştiği bildirilmektedir (23 haftalık bir sürede). Bununla beraber, saflaştırılmış rasyonlara mineral ilavesinin gökkuşağı alabalıklarında büyümeyi düzelttiği ve yaşama gücünü artırdığı saptanmıştır. Rasyonlardaki mineral eksikliğinin alabalıklarda büyümede girelemeye, ölüm oranında artmaya, anemiye, scolosis ve lordosise, kafada deformasyona sebep olduğu bildirilmektedir. Aynı semptomlara sazan balıklarında çok az rastlandığı öne sürülmektedir. Örneğin, % 4 düzeyinde tuz kapsayan bir rasyonun gökkuşağı alabalıklarında maksimum büyümeye neden olduğu, buna rağmen aynı etkiyi sazanlarda yapmadığı görülmüştür.

Nose (1972), gökkuşağı alabalıklarıyla yaptığı 10 haftalık bir araştırmada, balıkları mineral ihtiva etmeyen saf bir rasyonla beslemiş ve gelişmenin normal olduğunu görmüştür. Fakat, bu süreden sonra balıklarda iştah kaybı, büyümede depresyon ve hipokromik mikrositik anemi meydana gelmiştir. Rasyona % 2 düzeyinde mineral karması ilave edildiğinde bu arazlar kaybolmuştur. Yapılan bir başka çalışmada rasyona katılan minerallerin yılan balıklarının büyümesine etkisi araştırılmıştır. Rasyona % 8 düzeyinde mineral karması ilave edildiğinde büyümenin çok iyi olduğu saptanmıştır. Hiç mineral ilave edilmeyen ve % 1 düzeyinde mineral katılan rasyonlarla beslenen yılan balıklarında ise, iştah kaybı, büyümede depresyon ve yüksek mortalite görülmüştür. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, yılan balıklarının mineral ihtiyaçlarının diğer balık türlerinden daha fazla olduğunu söylemek mümkündür.

Pratikte kullanılan rasyonlara da mineral katılarak çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Büyük çoğunluğunu soya küspesi oluşturan bir rasyona mineral karması katıldığında, gökkuşağı alabalıklarında büyüme ve kemik minerallerinde düzelme görülmüştür.

Balık beslemede genel olarak balık ununun yeterli düzeyde mineral kapsadığı kabul edilmektedir. Bununla beraber, balık unlarının kompozisyonları elde edilmiş yöntemlerine ve balık türlerine göre büyük değişiklikler gösterir. Yapılan çalışmalarda beyaz balık unlarının çinko bakımından yetersiz olduğu görülmüştür. Beyaz balık unlarını içeren rasyonlarla beslenen alabalıklarda katarak olduğu bildirilmiştir. Halbuki, ringa balıklarının yeterli düzeyde çinko kapsadığı saptanmıştır.

SONUÇ

Son yıllarda ülkemiz hariç, kültür balıkçılığı gelişmiş ülkelerde balıkların mineral ihtiyaçları üzerinde çok sayıda çalışma yapılmaya başlanmıştır. Bu çalışmaların çoğunluğu Salmonid türü balıklarda yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda salmonid balıklarında fosfor, magnezyum, demir, çinko, selenyum ve iyot yetersizliğinde birçok anormalliklerin ortaya çıktığı saptanmıştır. Halen, balıkların inorganik element ihtiyaçları tam olarak kesinlik kazanmamıştır. Bilinen tek şey; mineral eksikliği halinde balıklarda çeşitli anormalliklerin görülebileceğidir. Balıkların mineral ihtiyaçları rasyonun kompozisyonuna, balık türüne, cinsiyete, yaşa ve suyun kimyasal yapısına göre değişmektedir. Balıklar yaşadıkları ortamdan mineral absorbe edebildiklerinden balıkların mineral ihtiyaçlarını saptamak çok zor olmaktadır.

Bugün, sıcak kanlı hayvanlar için hazırlanmış olan mineral karmaları balık rasyonlarında da sık sık kullanılmaktadır. Fakat, bu hazır preparatların balıkların mineral ihtiyaçlarını ne ölçüde karşılandığı konusunda detaylı çalışmaların yapılması gerekir. Hatta bazı durumlarda bu hazır mineral preparatları balıkların ihtiyaçlarından daha fazla düzeyde mineral kapsayabilirler. Bazı balık unlarında spesifik iz elementlerin sınırlı düzeylerde bulunabileceği de unutulmamalıdır. Bu konuda geniş kapsamlı araştırmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Andrews, S.W., T. Murai and Campbell, 1978, Effect of dietary calcium and phosphorous on growth, food conversion, bone ash and hematocrit levels of catfish. *J.Nutr.*, 103: 766-771.
- Asano, M. and M. Ito. 1957. Comparative biochemical studies on aquatic animals. II. Phosphorus turnover in the fresh water fish and shellfish. *Tohoku. J. Agr. Res.* 7: 291-302.
- Arai, S.; T. Nose and Y.Hashimoto. 1971, A. Purified test diet for the eel, *Angilla japonica*. *Bull. Fresh water Fish. Res. Lab.* 21: 161-178.

- Basulto, S. 1976. Induced seawater tolerance in connection with inorganic salts in the feeding of Atlantic Salmon, *Salmo Salar*. *Aquaculture*; 8: 45-55.
- Boev, P. 1971. Cobalt in Carp feed. *FAO Aquacult. Bull.* 3 (4): 4.
- George, P.C. 1970. Growth promoters in carp feed. *FAO Fish. Cult. Bull.* (4): 4.
- Ikeda, Y.; H. Ozaki and H. Yusuda. 1972. Effects of potassium iodide on growth of body and scale in goldfish. *J. Tokyo Univ. Fish.*, 59: 91-99.
- Kawatsu, H. 1972. Studies on the anemia of fish, V. Dietary iron deficient anemia in brook trout, *Salvelinus fontinalis*. *Bull. Fresh, Fish Res. Lab.*, 22: 59-67.
- Ketola, H.G. 1975. Mineral Supplementation of diets containing soy bean meal as a source of protein for rainbow trout. *Prog. Fish Cult.*, 37: 73-75.
- Lall, S. and F.J. Bishop. 1977. Studies on mineral and protein utilization by Atlantic Salmon (*Salmo Salar*) grow in seawater. *Fish Mar. Ser. Res. Dev. Tech. Rep.*, 688: 16 p.
- Marine, D. 1914. Further observations and experiments on goiter in brook trout, *J. Exp. Med.* 19: 70-75.
- Mashiko, K and K. Jozuka. 1964. Absorption and excretion of calcium by teleost fishes with special reference to routes followed. *Zool. Japon.* 27: 41-50.
- Nose, T. 1972. Mineral requirement. *Suisan Zoshoku (Aquaculture)*, 20: 289-300.
- O'Dell, B.L.; C.E. Burpo and J.E. Savage. 1992. Evaluation of zinc availability in food-stuffs of plant and animal origin. *J. Nutr.* 102: 653-660.
- Ogino, C. and J.Y. Chiou. 1976. Mineral requirements in fish - 11 Magnesium requirement of Carp. *Bull. Jap. Soc. Sui. Fish.* 42-71-75.
- Phillips, A.M. 1962. Effect of diet and water temperature on the blood phosphorous of brook trout. *Prog. Fish. Cult.*, 24: 22-25.
- Rumsey, G. 1977. Fish Nutrition recent advances, *Proc. Int'l Symposium on diseases of cultured Salmonids*, Seattle, Washington, April 4-7, pp 16-40.
- Sakamoto, S. and Y. Yone. 1973. Effect of dietary calcium-phosphorus ratio upon growth, feed efficiency and blood serum calcium and phosphorous level in sea bream. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 39: 343-8.
- Shekhanova, I.A. 1961. Some problem concerning phosphorous metabolism in fish. *Tr. Vses. Nouch. Isiled Inst. Morsk Rybn Khoz Okeanogr.* 44: 60-77.
- Wiseman, G. 1964. *Absorption from the intestine*, London, Academic Press.
- Wolf, L. 1961. Diet experiment with trout, *Prog. Fish. Cult.* 13: 17-24.
- Woodall, A.N. and G. Lanoche. 1964. Nutrition of Salmonid fishes. XI. Iodine requirement of chinook Salmon. *J. Nutr.* 82: 475-482.