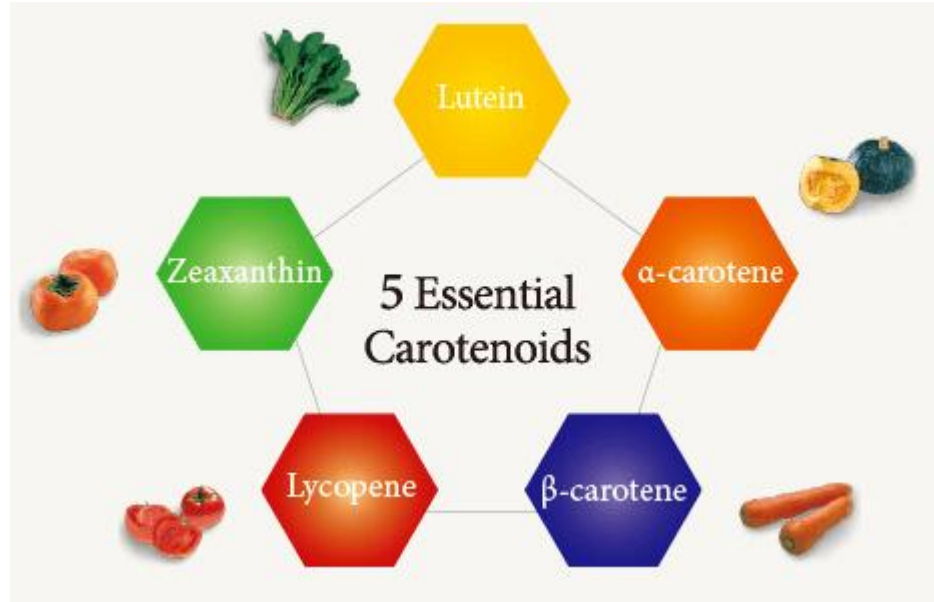


Balık Yemleri ve Teknolojisi

Ders Notları

Balık Beslemede Yem Katkı Maddeleri

Karetenoidler



Karotenoidler

- Karotenoid, hayvanlar ve bitkiler aleminde doğal olarak meydana gelen pigmentlerin en yaygın gruplarından birisinin genel ismidir.
- Bugüne kadar; sarıdan kırmızıya değişen renklerde, doğada 700'ün üzerinde karotenoid tanımlanmıştır.
- Karotenoidlerin çoğu çift halkalı,40 karbon atomu içeren doymamış hidrokarbonlardır.
- Karotenoidlerin oksijen içerenleri ksantofiller olarak adlandırılırken, tamamen karbon ve hidrojenden oluşanlar ise karotenler
- adlandırılır.
- Karotenoidler esas pigment bileşikleri olup, balıklar tarafından sentezlenemezler fakat diğer çoğu pigment bileşikler balıklar tarafından üretilebilir

- **1. Melanin: Balıklarda siyah renklenmeyi**
- sağlayan pigment çeşitidir.
- **2. Pteridin: Suda çözünen bileşiklerdir.**
- Karotenoidler gibi parlak renk verirler.
- Karotenoidlerle karşılaştırıldığında
- renklenmede küçük bir rol oynarlar.
- **3. Purine: Guanin en çok bilinen**
- çeşitidir. Guanin, çoğu balık türünün
- derisinde gümüşü renkli karın kısmında
- çok fazla miktarda bulunur.
- **4. Karotenoid: Sarı ve kırmızı renkleri**
- veren ve yağda çözünen renk maddesidir.

- Bu temel bileşikler protein gibi diğer bileşiklerle
- kombine olabilirler ve mavi, menekşe
- ve yeşil renkleri üretmek için balıklarda dağılım
- gösterirler. Karotenoid, etteki dominant
- pigment maddesidir. İstakoz ve karideste,
- astaksantin, karotenoprotein üretmek için bir
- protein ile bağlanır. Bu karotenoprotein
- krustaselerde mavi bir renk oluşturur.
- Karotenoprotein molekülü sıcaklıkta bağlanır
- ve astaksantin karakteristlik özelliği sonucu,
- pişirilmiş istakoz ve karides kırmızı renk alır

- Çeşitli araştırmacılar tarafından renk verici karotenoidler kimyasal yapılarına göre sınıflandırılmıştır. Nitekim, Braunlich ve Hoffman (1974)'e atfen Kırkpınar (1993) renk verici karotenoidleri 5 gruba ayırmıştır.

Hidroksi-karotenoidler: Lutein, zeaksantin, kriptosantini örnek olarak verebiliriz. Karotenoidlerden en önemli olanı ksantofil (Lutein) et ve yumurtaya sarı renk verendir. Doğadaki birçok bitkisel organizmada özellikle mısır, kadife çiçeğinde bulunur

Alkoloid-karotenoidler: Kapsantin, kapsorubin ve kırmızı biberi örnek verebiliriz

Keto-karotenoidler: Astaksantin, kantaksantin, ekinekon. Sucul organizmaların çoğunluğunda az miktarda da olsa mevcuttur.

Polioksi-karotenoidler:

Viyolaksantin, neoksantin **β - karotenin parçalanma üniteleri: β -apo-8** karotenol, β -apo-8 – karotenoik asit etil ester. Karotenler tabiatta alfa beta, gama formlarında bulunmaktadır. Bu üçü arasındaki fark, zincir sonundaki farklı iyonun halkasından kaynaklanmaktadır

Karatenoidlerin Fonksiyonları

- Üreme dönemindeki erkek balıkların derisine çekici bir görünüm verirler.
- • Spermiler için çekicidirler.
- • Döllenmeyi artırıcı bir maddedir, yumurtaların daha yüksek bir oranda döllenmesini sağlarlar.
- • Çevresel etkilere karşı koruyucudurlar. Zararlı ışığa, yüksek sıcaklığa, düşük oksijen ve amonyak gerilimine karşı etkilidirler.
- • Antioksidan ve antikanserojen etkilere sahiptirler.
- • Strese karşı koruma sağlarlar.
- • Vitamin A yetmezliği olan yemlerde, provitamin A olarak yetmezliği tolere ederler. Provitamin A1 ve A2 balık vücudunda vitamin A'ya çevrilir.
- • İmmün(bağışıklık) sistemin gelişimini desteklerler.
- Larval yemlere ilave edildiğinde yaşama ve büyüme oranında artış sağlarlar.
- Üreme dönemine doğru balık etinden üreme organları ve yumurtalara taşınırlar.
- Büyüyen balıkların deri ve etlerinde birikerek seksüel cazibe yaratırlar dolayısıyla üremede rol oynarlar.
- Yetiştiriciliği yapılan balıkların etlerinde tutunma sağlayarak doğadaki balıklarla aynı görünümü kazanırlar ve pazarlamada yetiştiricilere kolaylık

Balık Yemlerinde Kullanılan Karotenoid Kaynaklar

- Su ürünlerinde, yetiştiriciliği yapılan canlıların
- renklenmesi için, kimyasal yollarla elde
- edilen **sentetik ve doğal karotenoid kaynakları**
- kullanılmaktadır. Balık yemlerinde sentetik
- karotenoid kaynakları kullanımı “Roche” firmasının
- 1964 yılında kantaksantini (Torrissen ve ark., 1989), daha sonraki yıllarda ise su
- ürünleri yetiştiriciliğinde en fazla kullanılan
- astaksantini üretmesiyle başlamıştır.

Jelatin veya benzeri taşıyıcılar içinde dayanıklı bileşikler olarak yeme ilave edilen sentetik astaksantin ve kantaksantin, salmonid türü balıkların yemlerinde en çok kullanılan karotenoid kaynaklarıdır. “Carophyll red” ve “Carophyll pink” adı altında satılan bu ürünler oldukça pahalıdır, fakat saklanmaları, kullanılmaları ve piyasadan temin edilmeleri kolaydır

Deniz balıkları ve salmonidler

- Bu tür canlıların genellikle deri ve etlerindeki
- renklenme önemlidir. Aynı zamanda damızlık
- balıkların karotenoidli yemlerle beslenmesi
- yumurta üretimi ve kalitesini artırır.
- Ayrıca Vit-A kaynağı ve antioksidan madde
- olarak kullanılırlar; bu türler aşağıda belirtilmiştir.
- Karotenoidler, salmonlar, gökkuşuğu alabalığı,
- kırmızı mercan, çipura, fangri ve sarı kuyruk
- balıklarında uygulanmıştır.

Salmon ve alabalık yetiştiriciliği: Salmon yetiştiriciliğinin hızlı büyümesi pigmentler için aşırı talep yaratmaktadır. Salmonlarda et rengi, balıklara verilen yemin içerdiği astaksantin ve diğer karotenoidlerin absorpsiyonu ve ette depolanması sonucunda oluşur.

- Norveç'te yapılan son araştırmalar,
- karotenoidlerin sadece pigmentasyon amacıyla
- değil aynı zamanda atlantik salmon yavrularının
- yemlerine katıldığında iyi bir büyüme ve
- yaşama oranı elde edildiğini ortaya çıkarmıştır
- (Christiansen, 1995). 5.3 ppm'den daha yüksek
- düzeylerde karotenoid içeren yemlerle
- beslenen balıklarda normal bir büyüme sağlanmış
- ve lipid seviyesi önemli derecede yüksek
- bulunmuştur.

Yavru salmonların yemlerine 1 ppm'den düşük düzeyde astaksantin katıldığında yaşama oranının az olduğu ve bireylerin %50'den fazlasının öldüğü; bu gruplara 1 ppm'den yüksek düzeyde astaksantin verildiğinde ise yaşama oranının % 90'dan fazla olduğu görülmüştür.

Böylece, astaksantin minimum 5.1 ppm düzeyinde yeme ilave edilmesiyle, esansiyel bir vitamin olarak tespit edildiği ilk tür Atlantik salmonudur. Aynı zamanda yemdeki düzeyin 13.7 ppm ve yağ oranının %20 seviyesine çıkartılmasının 5.3 ppm'lik seviyeden daha iyi bir sonuç verdiği belirtilmiştir

- Günümüzde, salmonlarda pigmentasyon
- için sentetik astaksantine alternatif en iyi kaynak
- kırmızı maya *Phaffia rhodozyma* ve
- pigmentasyon kaynaklarının karşılaştırması
- yapıldığında ise *Haematococcus alg ununun*
- sentetik astaksantine eşit veya daha iyi pigmentasyon
- sağladığı görülmüştür (Lorenz ve
- Cysewski, 2000). *Haematococcus alg unu*
- ilave edilen yemlerle beslenen gökkuşağı alabalıklarının
- deneme sonunda etlerindeki karotenoid
- konsantrasyonu (6.2 mg/kg) pazar için
- kabul edilen değerlerin üstünde çıkmıştır

- Ülkemizde kırmızı biber unu ve ekstratının
- salmon ve alabalık yetiştiriciliğinde alternatif
- doğal karotenoid kaynağı olarak kullanılabilirliği
- araştırılmaktadır. Kırmızı biber ve sentetik
- astaksantin karşılaştırılmasının yapıldığı
- araştırmada rasyona %3 ve %6 oranında kırmızı
- biber, sentetik astaksantin ise %0.05
- (Carophyll pink %8) oranında katılmıştır. Ette
- karotenoid konsantrasyonu, kırmızı biberle
- beslenen balıklarda sentetik astaksantinle beslenen

- gruba göre düşük olmakla beraber, kontrol
- grubuna göre önemli derecede farklı bulunmuştur
- (Ergün ve Erdem, 2000). Diler ve
- diğerleri (2005), gökkuşuğu alabalığı etinde
- istenen renklenmeyi sağlamak için yemlere
- karotenoid kaynağı olarak sırasıyla 30 ve 60
- ppm oranlarında kırmızı biber unu, karides
- artık unu ve sentetik astaksantin kattıkları denemede
- balık etindeki en iyi karotenoid konsantrasyonunun
- 60 ve 30 ppm'lik sentetik
- astaksantin grubunda olduğunu tespit etmişlerdir.
- Bu grupları 60 ve 30 ppm'lik kırmızı biber
- unu takip etmiştir.

- ***Kırmızı mercan ve çipura yetiştiriciliği :***
- Kırmızı mercan (*Chrysophrys major*, *Pagrus major*), Çipura (*Sparus aurata*) vb. balıkların
- derisindeki pigmentasyonun yoğunluğu, bu
- balıkların pazar değerini artırır (Tanaka ve ark., 1976). Çipura yetiştiriciliğinde balıklardaki
- renk azalmasının nedeni, astaksantin
- içermeyen yemlerin pigment maddesi noksanlığından
- kaynaklanmaktadır. Çipura doğal
- yaşam ortamında sadece %5 düzeyinde
- astaksantin içeren yemlerle beslenir, geri kalan
- kısmı ise astaksantin içermeyen yemler oluşturur.
- Doğadan yakalanan balıkların mide içeriklerinde
- *Squilla oratoria* ve astaksantin ihtiyacını
- sağlayan diğer krustaseler bulunmuştur

- Agius ve ark. (2001) damızlık sarı kuyruk
- (*Seriola quinqueradiata*) balıklarının yarı
- nemli peletlerine karotenoid kaynağı olarak
- kırmızı biber ilavesinin kuluçka randımanına
- etkisini araştırmışlardır. Kırmızı biber ilavesi
- yumurta ve besin kesesi çekilmemiş larvaların
- yağ asidi ve lipid profilini etkilememiştir. Bu
- sonuçlar altında kırmızı biber ilaveli yarı nemli
- yemin sarı kuyrukta yumurta üretiminde, yaşama
- oranında ve iyi kalitede yavru üretiminde
- etkili olduğu belirtilmiştir.

Tatlı Su Balıkları

- Akvaryum balıkları (Ornamental balıklar),
- Sazan, Çiklit, Tilapia, Altın balık ve Koi balıklarının
- yetiştiriciliğinde karotenoid uygulanmaktadır.
- ***Akvaryum balığı yetiştiriciliği: Tropikal***
- balıkların parlak karotenoid renklere sahip
- olması, sadece çiftleşmenin sinyali ve türlerin
- tespit anahtarı olmayıp, aynı zamanda önemli
- fizyolojik rollere de sahiptir. Akvaryum balıkları,
- karotenoidleri algler, mercanlar ve avlarından
- aldıkları pigmentlerden elde ederler.

Kopepod, euphasia ve mikro krustaseler büyük bir çeşitlilikle bütün deniz canlıların ilk besinini oluşturan ve bol miktarlarda bulunan canlılardır.

Astaksantin ve tunaksantin kompleks veya kompleks oluşturmadan bütün denizel organizmalarda bol miktarlarda bulunur.

Karides Yetiştiriciliği

- **Karides yetiştiriciliği : Dünyada kuruma**
- karides (*Penaeus japonicus*) ve kaplan karides (*Penaeus monodon*)'in talep ve üretimi devamlı olarak artmakta ve yaygın şekilde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu karideslerin pazar değeri vücut renklerinin görsel cazibe temeline dayanır. Astaksantin *penaeus* karideslerinden izole edilen dominant pigment olarak belirtilmiştir.
- Pişirildiğinde ortaya çıkan kırmızı renk istenilen sonuçtır. Krustaseler vücut rengi hypodermal kromotoforlar ve epidermal dış iskeletteki pigment tabakasında mevcut olan karotenoidlerin kalitatif ve kantitatifine bağlıdır. (Katayama ve ark., 1972). Epidermal dokudaki mevcut astaksantin monoesterli formdur.

Dış iskelette yoğunluğu fazla olan karotenoid ve protein (karotenoproteinler ve karotenolipoproteinler) kompleksidir. Astaksantin kırmızı bir pigment oluşturur fakat diğer proteinlerle yapı oluşturduğunda maviyeşilden, kahverengiye kadar değişen renkler oluşturur ve ışık absorbanansı değişir. Böylece astaksantin farklı yapıda olmasına rağmen, bir çok farklı renk meydana getirebilir.

Tablo 1. Su Ürünleri türlerinin pigmentasyonu için yemlere ilave edilen pigment kaynaklarının karotenoid konsantrasyonları (Ergün, 1998; Yeşilayer, 2007).

Table 1. Carotenoid concentration of dietary pigment sources for aquaculture

| Gruplar | Pigment kaynağı | Uygulanan karotenoid | Uygulanan canlı | Miktar |
|------------------|---|-------------------------------------|---|---------------------|
| Krustaseler | Krill, <i>Euphasia spp.</i> | Astaksantin | Salmonid, Kırmızı mercan | 22-144 mg/kg |
| | Krill unları. | Astaksantin | Salmonid | 200 mg/kg |
| | Kırmızı yengeç | Astaksantin | Salmonid | 100-160 mg/kg |
| | Kırmızı yengeç ekst. | Astaksantin | Salmonid | 1550 mg/kg |
| | Karides unları | Astaksantin | Salmonid | 20-190 mg/kg |
| | Karides atıkları | Astaksantin | Salmonid | 100-192 mg/kg |
| | Kerevit unları | Astaksantin | Salmonid | % 5-10 |
| | Kerevit ekstratı | Astaksantin | Salmonid | 750 mg/kg |
| | <i>Gammarus spp.</i> | Astaksantin | Salmonid | % 8.6-25.9 |
| Bitkisel Ürünler | Kırmızı Biber unu | Kapsantin-Kapsorubin | Salmonid, Sarı kuyruk | 275-1650 mg/kg |
| | Kırmızı biber ekst. | Kapsantin-Kapsorubin | Salmonid | 80-765 mg/kg |
| | Kadife çiçeği unu | Lutein | Salmonid, Kırmızı tilapiya | % 5-10 |
| | Kabak çiçeği | Zeaksantin, Lutein B-karoten | Salmonid | % 5-10 |
| | Kurutulmuş havuç | B-karoten | Salmonid | 65 mg/kg |
| | Mısır gluten unu | Lutein, Zeaksantin | Salmonid | 90- 350 mg/kg |
| | Yonca unu | Lutein | Salmonid | 100-550 mg/kg |
| Algler | <i>Spirulina spp.</i> | B-karoten, Zeaksantin, Kriptosantin | Salmonid, Kırmızı tilapiya | 151-434 mg/kg (%10) |
| | <i>Scenedesmus spp.</i> | Zeaksantin, Lutein, Astaksantin | Salmonid | 520-2500 mg/kg |
| | <i>Chlorella spp.</i> | Astaksantin | Salmonid | 40- 80 mg/kg |
| | <i>Haematococcus pluvialis</i> | Astaksantin | Salmonid, Kırmızı mercan, Karides, Akvaryum balıkları | 20-100 mg/kg |
| Maya | Kırmızı maya (<i>Phaffia rhodozyma</i>) | Astaksantin | Salmonid, Fangri, Kırmızı mercan | 40-100 mg/kg |
| Sentetik Ürünler | Carophyll pink, Lucantin pink | Astaksantin | Salmonid, Karides, İstakoz, K. mercan türleri, Akvaryum balıkları | 10-200 mg/kg |
| | Carophyll Red, Lucantin red | Kantaksantin | Salmonid, Akvaryum balıkları, Karides | 40-200 mg/kg |