



Bu Dosya
<https://ziraatweb.com>'dan
İndirilmiştir.

Eğer bu dosya size aitse ve kaldırılmasını istiyorsanız lütfen ziraatweb.com adresinde bulunan "İletişim" kısmından bize bildiriniz. Bize bildirilmeyen dosyalar konusunda sorumluluk kabul etmiyoruz.

[ders notları](#)

Mail Adresimiz: iletisim@ziraatweb.com

İnstagram Adresimiz: [@ziraatweb](#) Forum Adresimiz: [Forum](#)



Milletimiz çiftçidir. Millet in çiftçilikteki çalışma imkanlarını, asri ve iktisadi tedbirlerle en yüksek seviyeye çıkarmalıyız.

Mustafa Kemal ATATÜRK

Balık Besleme

Giriş

Balık çiftliklerinin doğal sınırları aşmaya yarayan teknolojik bir yöntem olmadığı, tam tersine denizlerdeki balık stoklarının devamına ve ekosistemin sürdürülebilirliğine bağımlı bir üretim sürecine sahip olduğu akıldan çıkarılmamalıdır. Bu süreçte sektörün gelişiminin toplumsal ve ekolojik talepler doğrultusunda şekillenmesi büyük önem taşımaktadır.

Su canlıları yetiştiriciliğinde 1970'lerden itibaren üretim gitgide artmış ve yetiştiricilik dünyanın en hızlı büyüyen gıda üretim sektörü haline gelmiştir. Aynı zamanda, yetiştiriciliğin (denizlerden avlanan balıkları da içeren) toplam su ürünleri üretimindeki payı gitgide yükselmiştir ve günümüzde tükettiğimiz balığın neredeyse yarısı yetiştiricilikten gelmeye başlamıştır. Su ürünleri üretimindeki bu dönüşüm sadece yetiştiricilik sektörünün büyümesi sebebiyle değil, aynı zamanda pek çok balık stoğunun aşırı avlanmaya maruz kalması ve kirlilik ve iklim çeşitliği dahil çeşitli insan kaynaklı sebeplerle çöküşü dolayısıyla gerçekleşmiştir.

Günümüzde küresel balık stoklarının yaklaşık %31'i aşırı avlanmaya maruz kalmakta; %58'i ise azami sınırdan avlanmaktadır. Başka bir deyişle bu ikinci grubun avlanmasının ufak bir miktar bile arttırılması, bu stokların da aşırı avcılığa uğramasına ve farklı türlerin sürdürülebilirliğinin de tehlikeye girmesine neden olacaktır. Bu bağlamda küresel olarak artış gösteren su ürünleri tüketimi ve balık avcılığının daha fazla arttırılamayan hatta düşüşe geçen arz kapasitesi, su ürünleri yetiştiriciliğine son on yıllarda gitgide daha fazla önem verilmesine yol açmıştır.

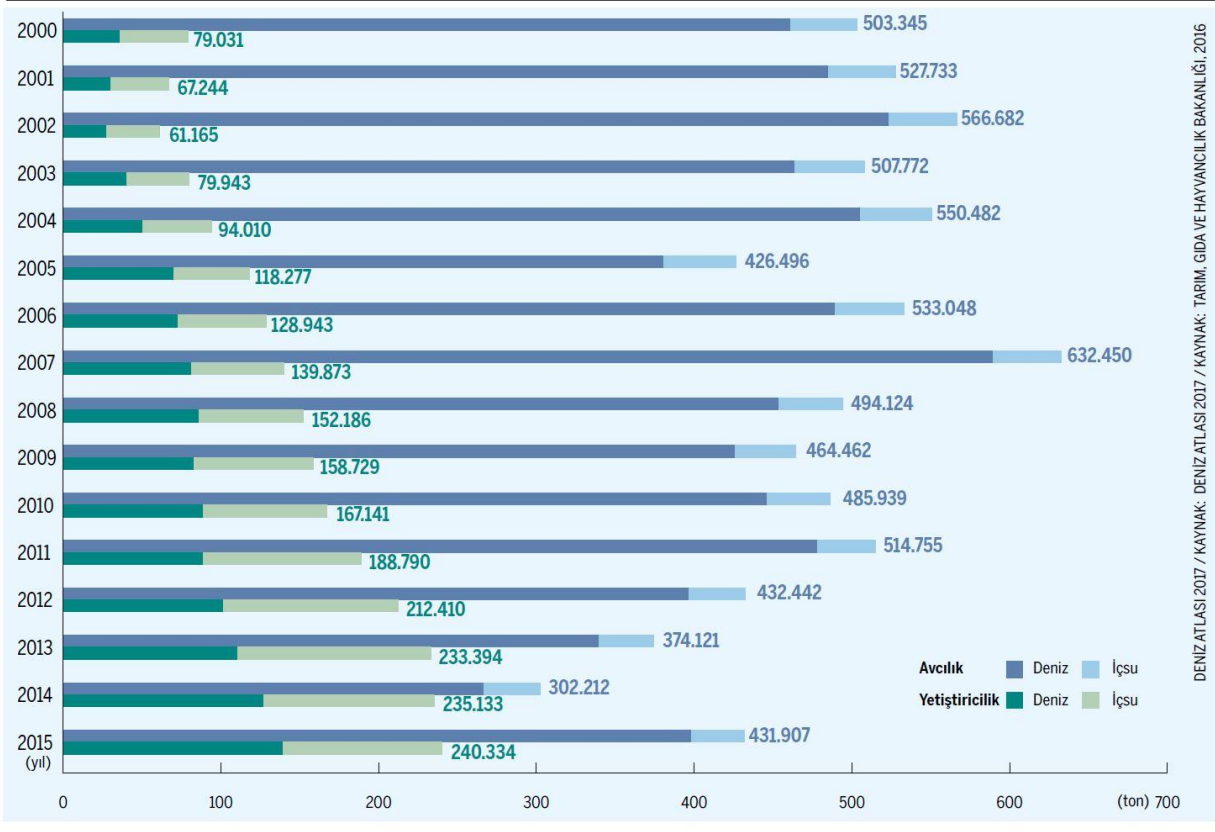
Balık çiftlikleri, su ürünleri yetiştiriciliğinin entansif üretim yapan, yani yem, aşı ve ilaçlar gibi dış girdilere ve yoğun bir sermaye ve teknoloji kullanımına ihtiyaç duyan sınıfa girer. Geleneksel olarak farklı yöntemlerle ve dışarıdan girdi kullanımı olmaksızın da binlerce yıl gerçekleştirilmiş olan yetiştiriciliğin entansif versiyonu, OECD tarafından 1980'lerin sonunda 'yeni bir endüstriyel sektör' olarak tanımlanmıştır.

Türkiye'de denizlerdeki balık çiftlikleri (ve daha geniş olarak su ürünleri yetiştiriciliği sektörü) üretime hem dünyadaki öncü ülkelere hem de çoğu Avrupa ülkesine göre nispeten geç başlamıştır. Norveçli uzmanların da desteğiyle girişilen Karadeniz'deki somon üretimi denemeleri başlangıçta çok başarılı olamamış; 1980'lerin sonlarına doğru ise çipura ve levrek çiftlikleri Ege'de kurulmuştur. 2000'lere kadar çok belirgin bir üretim hacmine ulaşmasa da, özellikle de 2001'deki ekonomik krizden sonra devlet teşviklerinin de yardımıyla sektör son 15 yılda alabalık, çipura ve levrek üretiminde oldukça kayda değer bir büyüme göstermiştir. Günümüzde sektör, çipura ve levrek üretiminde Avrupa'nın en büyük üreticilerinden biri haline gelmiş ve Avrupa'ya bu türlerin en çok ihracını (Türkiye'deki üretimin %75'ini) gerçekleştiren ülke olmuştur. 2000 yılında Türkiye'nin toplam su ürünleri üretiminin %6'sını sağlayan balık çiftlikleri, 2015'te üretimin %20,6'sını gerçekleştirmeye başlamıştır. Aynı dönemde ülkede avcılıktan elde edilen balık miktarında bazı iniş çıkışlar olsa da genellikle düşüşte olan bir trend gözlenmiştir.

Bu gelişmeler ve balık çiftliklerinin denizlerde yaygınlaşması toplumsal olarak her zaman kabul görmemiş, yeni kurulan veya kurulması planlanan çiftlikler Karaburun, Seferihisar, Didim, Bodrum, Ayvalık gibi bölgelerde özellikle de yereldeki aktörlerin (küçük ölçekli balıkçılar, yerel halk, yerel yönetim, çevreciler, avukatlar, turistler vb.) yoğun tepkisine yol açmıştır. Bu tepkiler genelde denizlerin müşterek kullanımının balık çiftlikleri tarafından özel mülke dönüştürülmesine, çeşitli toplumsal aktörlerin denize erişiminin kısıtlanmasına ve çiftliklerin yarattığı deniz kirliliğine dayalı kaygılar etrafında şekillenmiştir. Ortalama yıllık balık tüketimi 2015'te 6,2 kilogram olan Türkiye'de çiftlik balığının hem tüketim hem üretim aşamasına dair olumsuz bir algı hakimdir ve üretilen balığın daha çok ihracata yönelik olduğu düşünüldüğünde, istihdam olasılıkları haricinde yerel halkın çoğunun deniz alanını kullanan bu projelerden eşit biçimde faydalanamadığı ve çiftlikleri benimsemedikleri ortaya çıkmaktadır.

Bu bağlamda diğer bir kritik soru ise balık çiftliklerinin azalan balık stoğu ve (birim efor başına düşen) azalan avlanma miktarlarına bir çözüm mü; yoksa balık stokları üzerine ek bir baskı kaynağı mı oluşturduğudur. Bunu anlamak için Türkiye'deki balık çiftliklerinde yaygın olarak yetiştirilen balık türlerinin üretimine göz atmak gerekir. Etobur çiftlik balıklarının ki Türkiye'de en çok yetiştirilen türler olan çipura ve levrek bunların içinde yer alır, beslenmesinde kullanılan yemler, yine avcılık balıkçılığında edinilen diğer (genellikle küçük pelajik) balıklara dayanır. Çipura ve levrek üretimi için yaklaşık %60-80'i hayvansal protein kaynaklarına dayanan balık yemine ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye'de çipura ve levrek üretimi için ise genellikle %40-45'i balık unu, %12-13'ü balık yağı ve %40-45'i diğer protein kaynaklarından oluşan balık yemi kullanılmaktadır. Sektör bu "yem dönüşüm oranı" nı, başka bir deyişle bir kilo çiftlik balığı yetiştirmek için gereken avlanmış balık oranını düşürebilmek için çeşitli çalışmalarda bulunsa da yemdeki balık içeriği ürünün sağlığı ve kalitesi için henüz tüm dünyada etobur çiftlik balığı üretiminin vazgeçilmez bir ögesi olarak görülmektedir. Çiftlik balığı üretiminde yem dönüşüm oranı Türkiye'de halen levrek için 1,8 ve çipura için 1,6 civarındadır. Yani bir kilo çiftlik çipurası veya levreği üretebilmek için bir buçuk kilodan fazla yabani balığın avlanmasına ve yeme dönüştürülmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Tablo 1. Türkiye yıllık su ürünleri üretimi hacimleri



2000-2015 yılları arasında tath sularında ve denizlerdeki çiftlik yetiştiriciliğinin neredeyse doğrusal olarak arttığını söyleyebiliriz. Deniz ve tath sularında yapılan avcılıkta ise 2007, toplamdaki 632 bin 450 ton ile en çok su canlısı avlanan yıl olarak karşımıza çıkıyor.

Bu durumun balık avcılığıyla ilişkisi Türkiye’de balık yemi için en çok kullanılan tür olan hamsi tüketimine dair şu rakamlara bakıldığında netleşmektedir: 1950 ve 1960 arasında %90’ı doğrudan insan tüketimine yönlendirilen hamsinin, 2013’te %56’sı balık unu ve balık yağı üretimine gönderilmiştir. Dolayısıyla doğrudan insan tüketiminde kullanılacak, fiyat olarak daha ucuz ve gıda içeriği olarak zengin bir kaynak olan hamsinin çok daha büyük bir oranı balık çiftliklerinde yem olarak kullanılmak ve hamsiden daha pahalıya satılacak veya ihraç edilecek bir balık üretmek üzere yem fabrikalarına gönderilmektedir. Bu durum hem hamsi, çaça vb. balıkların avcılığı üzerindeki baskıyı arttırmakta, hem de balığı daha erişilebilir bir gıda olmaktan uzaklaştırıp daha lüks bir tüketim ve ihraç ürünü haline getirme riski taşımaktadır.

Yabani balık stoğunun aşırı avlanmasıyla yaklaşılan hatta aşılacak ekolojik sınırlara teknik bir çözüm olarak sunulan balık çiftlikleri ile türlerinin devamı tehdit altındaki yabani balıkların avlanmasına gerek kalmayacağı, teknolojiye yararlanılarak daha kontrollü bir üretimle yılın her ayı istenilen balığın piyasaya ve tüketicinin sofrasına sunulabileceği savunulsa da; gerçekte balık çiftlikleri denizlerde tükenmekte olan balık stoklarına bir alternatif sunmaktan ziyade, stokların durumunu kötüleştirilmektedir. Denizlerdeki entansif balık yetiştiriciliğinin doğal sınırları aşmaya yarayan teknolojik bir yöntem olmadığı, tam tersine denizlerdeki balık stoklarının devamına ve ekosistemin sürdürülebilirliğine bağımlı bir üretim sürecine sahip olduğu akıldan çıkarılmamalıdır. Bu süreçte sektörün gelişiminin toplumsal ve ekolojik talepler doğrultusunda şekillenmesi büyük önem taşımaktadır.

Besin Maddeleri

Su, Vitaminler, Karbonhidrat, Yağ, Protein, Mineraller

SU:

- Balıklar için su hem yaşam ortamı hemde besindir.
- Balıklar yaşam için gerekli O₂'yi sudan aldıkları gibi bazı mineral madde ihtiyaçlarında sudan karşılarlar.
- Balık vücudunun %70'ini su teşkil etmektedir.
- Suyun erime ve kaynama sıcaklığı arasındaki büyük fark su sıcaklığının hızlı ve büyük miktarlarda değişmesini önler.
- Su katı hale geçerken yoğunluğu azalan tek sıvıdır.
- Suyun buharlaşma ısısı diğer sıvılarınkinden yüksektir. Özellikle memelilerde ani sıcaklık değişimlerinde gaz haline geçerek vücudu korur. Balıklarda vücut ısısının sabit tutulmasını sağlar.
- Yüzey gerilimi oldukça yüksektir.
- Eritici ve iyonize edici özelliği ile hücrelerdeki olayları kolaylaştırır. Metabolizma ürünü çok yüksek ısıyı absorbe ederek hücreyi korur. Eritici özelliği ile çözülmüş besin maddelerini gerekli yerlere taşır.
- Besin maddelerinin enzimatik sindirimini sağlar.
- Suyun yoğunluğu az olan ortamdaki yüksek olan ortama doğru hareketi (Diffizyon), balıklar için ayrı önem taşır.
- Su balıkların 3 boyutlu hareketine imkan sağlar ve kaldırma kuvveti nedeni ile daha az enerji ile yüzme gerçekleşir.
- Soğukkanlı hayvanlar olan balıkların vücut sıcaklığı ortamdaki su sıcaklığı ile dengelendiğinden yaşam için daha az enerji gerekmektedir.
- Bu özellikleri ve ekolojisine özel besin zinciri ile balıkların yaşamında en önemli ihtiyaçtır.

ENERJETİK

Biyoenerjetik yem formunda tüketilen enerji ile bu enerjinin hayvansal organizmada kullanılması arasındaki dengeyi ortaya koyan çalışma ve bilimdir.

Temel enerji kaynağı güneştir ve bu enerji fotosentez olayı ile kimyasal enerjiye dönüştürülür.

Bu enerji (glikoz) diğer besin maddelerinin sentezi için hidrokarbon kaynağıdır.

Enerjinin tanımlanmasında temel birim kaloridir. Kalori 14.5C sıcaklıktaki suyun sıcaklığını 15.5C'a yükseltmek için gerekli enerji miktarıdır. 1kcal=1000 kalori ve 1kalori=4.184 Joule'dir.

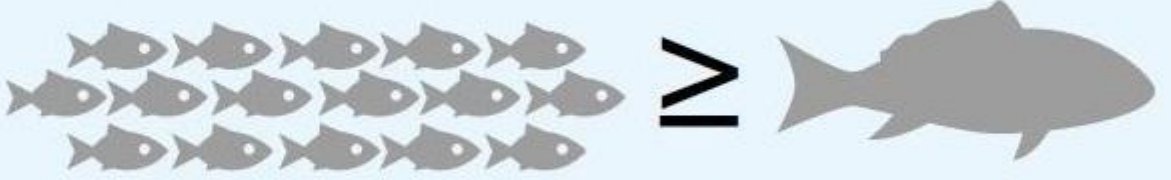
Balıklar ile diğer çiftlik hayvanları arasındaki en belirgin farklılık protein sentezi (büyüme) için gerekli enerji miktarının balıklarda daha az oluşudur.

Çizelge1 Sığırlarda, Kanatlılarda ve Balıklarda Besin Yararışlılığının Karşılaştırılması

Hayvan	Yem Kompozisyonu			Değerlendirme		
	Protein	Enerji	E/P	Gr. Yem için Canlı Ağır.	Gr. Protein için C.A.A	G.E için protein Artışı
Kanal Yayını	32	2.7	8.5	0.84	0.36	47
Broiler	18	2.8	16	0.48	0.33	23
Sığır	11	2.6	24	0.13	0.15	6

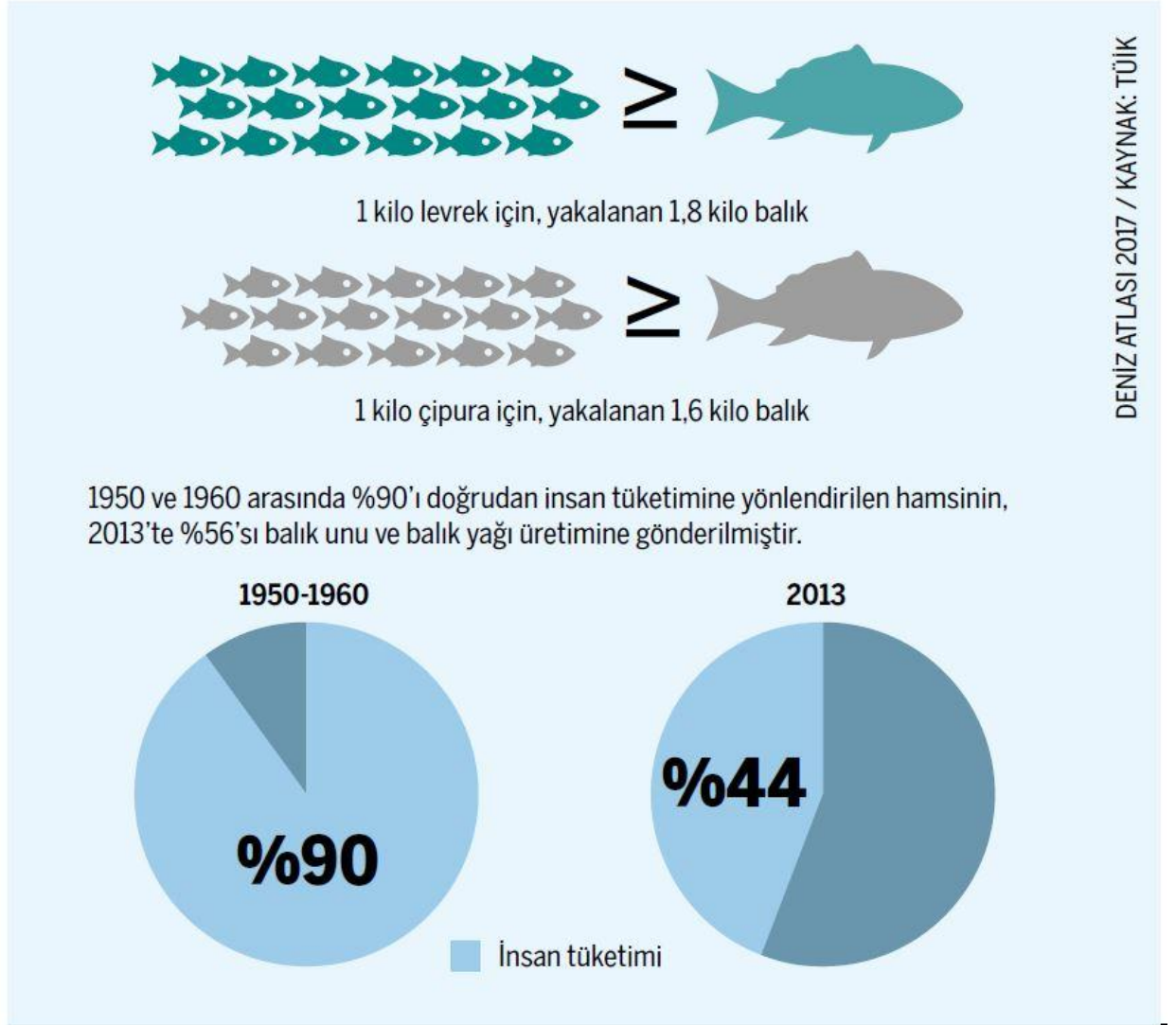


1 kilo levrek için, yakalanan 1,8 kilo balık



1 kilo çipura için, yakalanan 1,6 kilo balık

Etobur çiftlik balıkları



Brüt Enerji: Bir maddenin tamamıyla CO₂, H₂O ve diğer gazlarda oksitlenmesi sonucu açığa çıkan ve ısı olarak ölçülen potansiyel enerjidir. Bir maddenin brüt enerjisi adiabatik bamb kalorimetre ile ölçülmektedir.

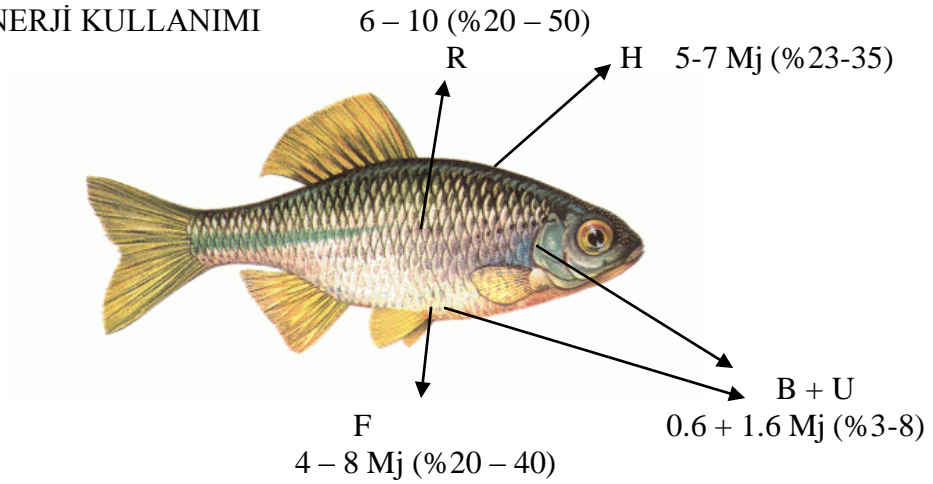
Yağlar karbonhidratların 2 katı brüt enerjiye sahiptir ve bu bileşikteki O₂, C ve H konsantrasyonu ile ilgilidir. Hidrojenin enerjisi C'un 4 katı kadardır. Yağlarda hem H hemde C okside olduğundan daha fazla enerji değerine sahiptir.

Maddedeki enerji H ve C'un O₂ ile tepkimesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Glukoz'da yeterince O₂ olduğu için H oksitlenir. C ise dışarıdan alınacak O₂ ile oksitlenecektir. Isı enerjisi ise sadece dışarıdan alınan O₂ ile açığa çıkacağından karbonhidratların enerjisi yağlara göre daha azdır.

Çizelge 2 Çeşitli Besinlerin Enerji Değerleri

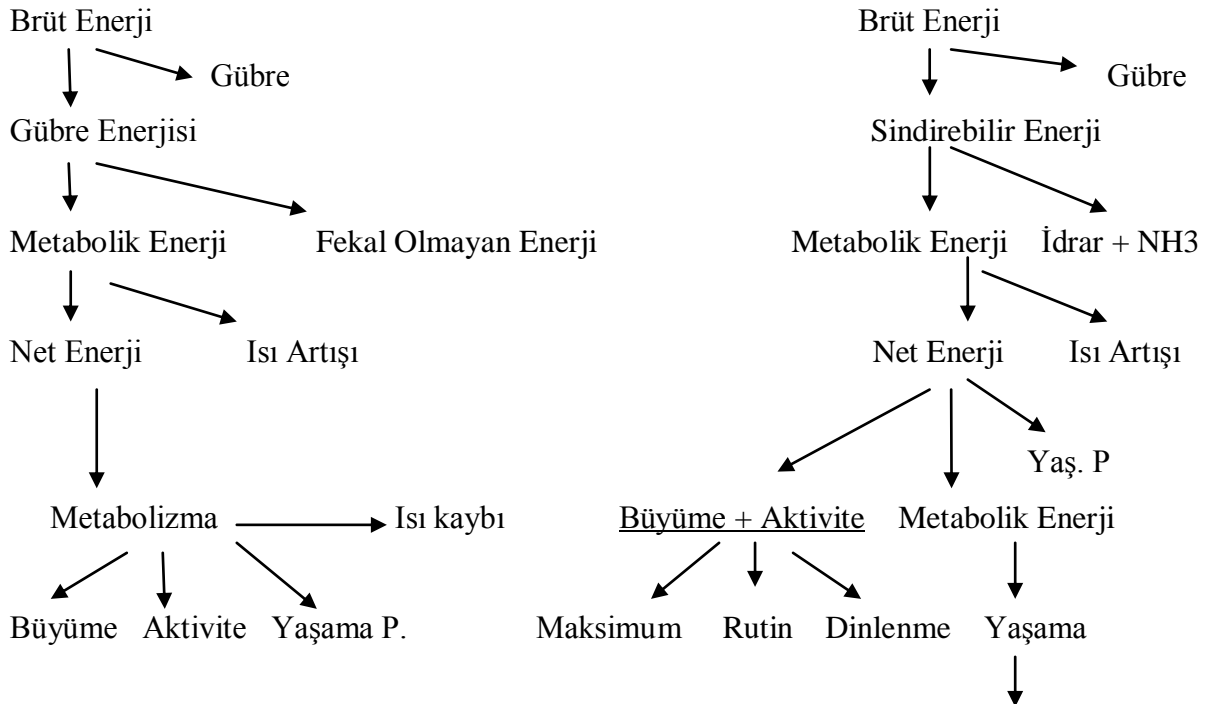
Besin M	B. Enerji Kcal/g
Glokuz	3.77
Mısır Nişastası	4.21
Sığır Yağı	9.44
Soya Yağı	9.28
Kazein	5.84

BALIKLARDA ENERJİ KULLANIMI



Alabalıklarda Enerji Kullanımı

Yem ile alınan enerjinin tamamı vücut için yararlı olmayıp, vücuttaki metabolik olaylar sonucu ancak bir kısmından yararlanılabilmektedir.



Kas Kontraksiyonu

Karnivor Balıklarda Enerji Kullanımı

Omnivor Balıklarda Enerji Kullanımı

Balıklarda genel olarak enerji kullanımı memelilere benzemesine rağmen, özellikle proteini yüksek yemlerdeki enerjiden daha iyi yararlanmaktadırlar. Solungaç ve idrarla olan enerji kaybı daha azdır. Çünkü balıklarda nitrojenli atıkların %85 i NH₃ şeklinde dışarı atılmaktadır ve bu olay daha az enerji gerektirmektedir. Zira üre ve ürik asidin sentezi ve vücuttan atılması için daha fazla enerji gerekmektedir.

Ayrıca balıklarda ısı artışı ile enerji kaybı daha azdır. Alabalıklarda ısı artışı ve enerji kaybı ME'nin %3-5 kadar iken memelilerde bu miktar %30'a kadar çıkabilmektedir. Balıklarda yaşam payı enerji ihtiyacıda daha düşüktür. Çünkü vücut sıcaklığını ayarlamazlar ve suda durmak için daha az enerji harcarlar.

SİNİDİRİLEBİLİR ENERJİ

$$SE = (Yem E - Gübre E / Yem E) \times 100$$

METABOLİK ENERJİ

$$ME = (Yem Enerjisi - Solungaç + İdrar + Gübre ile atılan E / Yem Enerjisi) \times 100$$

Enerji Dengesi

$$G(\text{doku}) + M(\text{rese.}) + E(\text{nitrojenli atıklar}) + F(\text{gübre})$$

$$I = M + G + E$$

I: tüketilen E

M: Metabolizma E

G: Büyüme E

E: Atılan E

BALIKLARDA ISI OLARAK ENERJİ KAYBININ ÖLÇÜLMESİ

1. Oksijen Tüketimini Esas alan İndirekt Kalorimetre Yöntemi:

Bu metoda balığın O₂ tüketim hızı dikkate alınmaktadır ve belirli bir peryotta tüketilen O₂ miktarı bir enerji değeri ile çarpılmaktadır. Sonuçta tüketilen besinlerle ilişkilendirilmektedir.

1mol Glukoz (180g) ----- 2833 KJoule

Her mg O₂ harcanması sonucu 14.76 Joule enerji açığa çıkıyor.

Örneğin 50mg O₂ tüketilmiş ve yem k.hidrat ise açığa çıkacak ısı 50 x 14.76 =738 Joule'dir

Yağlar için bu katsayı 13.72 Joule / mg O₂

Protein için bu katsayı 13.36 Joule / mg O₂

2. O₂, CO₂ ve NH₃ tüketimini esas alan indirekt kalorimetre yöntemi $R=11.18A+2.61B - 9.55M$ R: Toplam ısı kaybı A: Tüketilen O₂ miktarı (mg) B: Üretilen CO₂ miktarı (mg) M: Amonyak üretimi (mg)

3. Direkt Kalori Yöntemi

Enerji Kaynakları:

Balığın gelişmesi kas, yağ, epitel, ve konnektif dokuların oluşturulmasını içermektedir. Protein sağlamak için uygun miktarda ve oranlarda esansiyel amino asitlerin sağlanması gerekmektedir. Uygunsuz oran ve fazlalık amino asitlerin deaminasyonuna ve enerji olarak kullanımlarına yol açacaktır. Ayrıca protein sentezi de enerji gerektiren bir olaydır. Protein kaynağı NPN olmadığı sürece alınan protein hayvan tarafından enerji üretme siklusuna alınarak metabolizma ve büyüme için enerji üretilmektedir. Bu gelişmeyi sınırlayacağından karbonhidrat ve lipid gibi enerji kaynaklarının rasyonda yer alması gerekmektedir. Karbonhidrat ve yağlardan yararlanım türlere göre değişmektedir. Ancak yağlar çoğu tür için en değerli enerji kaynağıdır. Karbonhidratlar ucuz olmalarına rağmen balıklar tarafından enerji kaynağı olarak daha az etkinlikle kullanılmaktadır. Alabalıklarda %12'ye, kanal yayınlarında ise %33'e kadar etkin bir şekilde kullanılabilir.

Enerji Kaynağı Olarak Proteinler:

Balıklarda protein ihtiyacı, amino asit oranları ve protein-enerji oranı türlere göre değişmektedir. Finfish balıklarında her bir joule enerji için 22 mg, Tilapia'da 17mg, Morina

balıĝında 17.9, Çin sazanında 22.5 ve kanal yayınında 28.7 mg proteine ihtiyaç vardır. Protein pahalı bir kaynak olması nedeniyle, balıĝın enerji ihtiyacının protein olmayan diĝer kaynaklardan karşılanması gerekmektedir. Böylece tüketilen protein doku sentezi ve büyüme için kullanılacaktır. Proteinin enerji olarak kullanılması protein katabolizması sonucu oluşan ürünlerin atılması da enerji gerektirdiĝinden enerji ihtiyacını arttıracaktır.

Enerji Kaynağı Olarak Karbonhidratlar:

Karbonhidratlar rasyonda protein tasarruf ettirici etkilerine rağmen balık yemlerinde kullanımı sınırlıdır. Bununla beraber Avrupa Yılanbalığında yapılan bir araştırmada; %40 protein ve %38 karbonhidrat (buğday) içeren yemleri tüketen balıkların gerek düşük karbonhidratlı (%50 Prot ve %20 (buğday) ve gerekse düşük protein, yüksek karbonhidratlı (%30 Prot ve %56 buğday) tüketen balıklara göre daha iyi yem değerlendirme ve protein birikimi sağladıkları tespit edilmiştir. Yüksek karbonhidratlı balıklarda yağ birikimi daha fazla olmuştur.

Yani balıkların tür özellikleri dikkate alınarak yemlerinde maksimum düzeyde karbonhidratlara yer verilmesi protein israfını önleyeceği gibi rasyon maliyetinide düşürecektir.

Enerji Kaynağı olarak Yağlar:

Yağların sindirimi ve metabolizması oldukça kolay olduğundan protein tasarruf ettirici etkileri karbonhidratlardan daha yüksektir. Ancak fazla miktarda yağ balıkların yağlanmasına neden olacaktır. Protein tasarruf ettirici etkileri türler göre değişmekle beraber rasyonda %15-18 oranında yer alabileceği bildirilmektedir. Canlı ağırlıklarının %0,5'i kadar yağ tüketen alabalıklarda Nitrojen atılımı azalırken %0,1'i yağ tüketenlerde herhangi bir etki görülmemiştir. Yine Tilapialarda rasyonda %18 yağ Net Protein Birikiminin (NPU) iyileşmesine yol açmış, ancak daha fazla yağ protein kullanımı ve birikimini kötüleştirmiştir.

Isı Artışı: Hayvanın bir gıdayı tüketmesini takiben bulunduğu termonötral çevre içerisinde ısı üretimindeki artış olarak ifade edilmektedir. Bu olay gıdanın sindirimi ve daha sonra sindirilen bu maddelerin karaciğer ve diğer dokulardan taşınmaları esnasındaki metabolik olaylar sonucu üretilmektedir. Sukroz'un tüketilmesi durumunda BE'nin % 16'sı yağlarda %13'ü ve proteinlerde ise %30'u ısı artışı olarak kaybolmaktadır.

Diğer memelilerde de olduğu gibi balıklarda da ısı atımı vücut yüzeyi ile ilişkilidir.

HP kcal/balık/gün = 32.4.W1.0 ---- 1-4 g balıklar
= 57,6.W0.63 ---- 4-57 g balıklar
= 48.8. W0.75 ---- Daha büyükler

BALIKLARIN ENERJİ İHTİYACI

15c sıcaklıktaki suda 1dm² vücut yüzeyi için 1 saatte gerekli enerji miktarı

Yeşil Sazanlarda 10 kcal

Pullu Sazanda 25 kcal

Gökkuşığı alabalığında 60 kcal

1kg alabalık üretmek için 4600 kcal enerjiye ihtiyaç vardır.

Enerji İhtiyacına Etki Eden Faktörler

- **Balığın Türü:** Metabolizma sıcaklıkla birlikte artmaktadır. Bu yüzden ılık su balıklarının metabolik hızları ve dolayısı enerji ihtiyaçları soğuksu balıklarınkinden daha yüksektir. Aynı sıcaklıkta tutulan alabalık ve sazanların O₂ tüketimlerinin ölçülmesi sonucunda alabalıkların daha fazla O₂ tükettikleri saptanmıştır. Alabalıkların daha hızlı hareket etmesi metabolik hızı artırmaktadır.
- **Su sıcaklığı:** Su sıcaklığındaki değişme balıkların metabolik hızlarında değiştirecektir. Aynı türe ait balıklar yüksek su sıcaklığında daha fazla O₂ tüketmektedirler. 24 C sıcaklıkta tutulan Salmon balığının metabolik hızı 5C'ta bulunan göre 6 kat daha fazladır. Balıklarda su sıcaklığında her 10 C artış metabolik hızı 2 kat artırmaktadır. Sıcakkanlı hayvanlarda bu değer %10'dur.
- **Vücut Büyüklüğü:** Küçük balıklar büyük balıklardan daha yüksek metabolik hızına sahiptirler. Balığın irileşmesine paralel olarak vücut yüzeyi ve dolayısıyla metabolik hız azalmaktadır. 102g sazanın kg vücut ağırlığı için 24.48 kcal/gün enerji ihtiyacına karşın 600g sazan 8 kcal enerjiye ihtiyacı vardır.
- **Balığın Yaşı:** Yaşın büyümesiyle birlikte enerji ihtiyacı azalmaktadır. Balıklar diğer hayvanlardan farklı olarak hayatları boyunca az da olsa büyümeye devam ederler. Yaşla birlikte enerji ihtiyacındaki azalmaya, ağırlık artışıdaki azalmanında etkisi vardır.
- **Suyun Kimyasal Yapısı:** Sudaki O₂'nin azalması balığın solunum hızını ve dolayısıyla enerji ihtiyacını arttırmaktadır. Sert sulardan, yumuşak sulara nakledilen balıklarda enerji ihtiyacı artmaktadır. Çünkü bu durumda vücuttan çevreye iyon kaybı olacaktır. Organik artıklarda metabolik hızı arttırmaktadır.
- **Hareket:** Vücut şekli ve davranım özelliklerine göre türler arasında farklılık göstermesine rağmen, tüketilen enerjinin en önemli kısmı hareket için harcanır. Burada vücut büyüklüğüde önemlidir ve balıkların hareket için harcadıkları enerji kara hayvanlarına göre daha azdır. Suda enerji direkt hareket için harcanmakta, kaldırma için suyun yoğunluğundan faydalanılmaktadır. Havaya göre suyun daha yüksek olan

viskozitesi hareket için enerjinin dokulardan daha etkin bir şekilde transferine imkan vermektedir.

- Rasyonun Kompozisyonu: Fazla miktarda protein ve mineral düzeyi enerji ihtiyacını arttırmaktadır. Karbonhidratlar ise daha kolay enerjiye dönüşmeleri nedeniyle ihtiyacı azaltmaktadır.
- Osmoregülasyon: Balığın ortam suyunun tuzluluğu (aquatik vertebralılarda temel enerji tüketimi işlemidir) osmoregülasyon enerji maliyetini oluşturur. Yani tuzlu suda yaşayan balıklar tuzlu vücutlarından su ve iyon kaybını engellemek için enerji harcamaktadır. Tatlı su balıkları ise, sürekli su atma durumundadırlar. Dolayısıyla osmoregülasyon bir enerjiyi gerektirmektedir. Ancak her tür, içinde bulunduğu ortama adapte olmuştur ve osmoregülasyon en etkin yapacak mekanizmalara sahiptir. Sorun her bir tür için optimum olan ortam tuzluluğu sınırlarındaki değişimin enerji ihtiyacını arttıracığıdır.
- Stres: Düşük O₂ miktarı, kalabalık, elleme, su kirliliği, atık maddelerin akümüülasyonu, kalitesiz yemler, kavga gibi stres faktörleri basal metabolik hızı arttırmaktadır. Gelişme yavaşlamakta ve artan enerji ihtiyacı için doku yıkılması olmaktadır.
- Besin Maddesinin Çeşidi: Karnivor balıklar protein ağırlıklı herbivar balıkları ise karbonhidrat ağırlıklı beslenmektedirler. Karnivor balıkların daha fazla protein tüketmeleri onların daha fazla protein son ürünü olan maddeleri atmaları ve daha fazla enerji harcamaları demektir.
- Fizyolojik Aktivite: Cinsiyet ürünlerinin oluşması ve yumurtlama ek bir enerji gerektirecektir. Bu olay metabolik siklus olarak ifade edilebilir ve mevsimlere bağlı ortaya çıkan değişiklikleri ihtiva eder. Yumurtlama ile metabolizma hızlanmaktadır. İlkbahar ve yazda sindirim hızı yüksek, kış ve sonbaharda düşüktür. Ekim ve kasım aylarında gonadlardaki gelişme metabolik hızı arttırmaktadır. Üreme döneminde gonadların büyüklüğü vücut ağırlığının %30-40'ına ulaşabilmektedir.

Işık: Fazla ışığa maruz kalma aktiviteyi arttırdığından enerji ihtiyacı artmakta ve tüketilen enerjinin çoğu aktivite için kullanıldığından büyüme yavaşlamaktadır

YEM TÜKETİMİNİN BÜYÜMEYE ETKİSİ

Gelişme eğrisi ve yem değerlendirme bir rasyonun besin değerini belirlemede yaygın olarak kullanılan parametrelerdir. Yem miktarı ile büyüme eğrisi arasındaki ilişki doğrusal bir ilişki değildir. Büyüme eğrisinin sıfır olduğu noktaya kadar (ki bu noktada hayvan daha fazla ağırlık kaybetmez) yem miktarındaki artışa paralel olarak büyümede hızlı bir şekilde artar. Bu nokta yaşama payı olarak ifade edilir ve tüketilen enerji ile hayvanın endojen kaynaklarını kullanmaksızın yaşamını sürdürmesi için gerekli enerji eşittir. Bu noktadan itibaren büyüme, maksimum yemleme düzeyine kadar, artan yem tüketimi ile azalarak artacaktır. Bu düzey türden türe göre değişir. Dolayısı ile balığı optimum yemleme düzeyinde beslemek ekonomik avantaj taşınması nedeniyle önemlidir. Aynı şekilde YDS'de yaşama payından itibaren optimum yem düzeyine kadar azalmakta, sonra artmaktadır. Bununla beraber bazen su kültürü ile ilgili diğer maliyetleri azaltmak için optimum yemleme düzeyinden daha fazla besleme ile gelişme periyodunu kısaltmak daha uygun olabilir. Optimum yemleme düzeyine kadar hızla artan büyüme bu noktadan sonra her birim yem tüketimine karşın azalmaktadır. Kahverengi alabalıklarda tüketim ile enerji kullanımı arasındaki ilişki incelendiğinde tüketilen enerjinin bir oranı olarak dışkı ile atılan enerji, yem tüketiminin artması ile artmaktadır. Dolayısı ile artan yem tüketimi ile büyümede görülen gerileme dışkı ile atılan enerjideki artıştan kaynaklanmaktadır. Bunun yanında kahverengi alabalıklarda değişik sıcaklıklarda boşaltım ürünleri ile enerji kaybı görülmektedir. Yem tüketiminin artması ile vücuttan idrarla olan enerji kaybı oransal olarak azalmaktadır. Sıcaklığın artması ile birlikte metabolik hız ve enerji ihtiyacı arttığından daha çok enerji tüketilmekte ve metabolik kayıplarda artmaktadır. Artan sıcaklığa bağlı olarak metabolizmadaki hızlanma enerji ihtiyacını arttırmakta, artan ihtiyaca göre de emilimdeki artış daha az enerjinin gübre ile atılmasına yol açmaktadır (düşük sıcaklığa göre)

Büyüme ile sıcaklık arasındaki ilişki bakımından Sockeye Salmonlarında maksimum büyüme 14C'de aşırı yemleme durumunda elde edilmiştir. Artan sıcaklıkla beraber vücut sıcaklığı ve bazal metabolizma artmaktadır. Bazal metabolizma ile artan enerji ihtiyacı yem tüketimini arttırmakla telafi edilmektedir.

Yem tüketimi ile büyüme oranı arasındaki ilişkiyi etkileyen bir diğer faktörde balığın büyüklüğüdür. Genç balıklarda daha büyük balıklara göre büyüme hızı daha fazladır. Bu genç balıkların oransal olarak daha fazla enerji tüketmelerinden kaynaklanmaktadır. Daha öncede ifade edildiği gibi balık hızlı büyüdükçe her bir birim vücut kütlesi için metabolik işlemlerde

ihtiyaç duyuları enerji miktarı azalacak ve sonuç olarak ta artan oranda enerji büyüme için kullanılacaktır. (küçük balıklarda)

YEM TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Tüketilen yem miktarı mide kapasitesi ile sınırlanmıştır. Bir başka değişle sindirim kanalının boşalma düzeyi yem tüketimini etkilemektedir. Sindirim sisteminin boşalmasının yemin enerji içeriği tarafından düzenlendiği hipotezini destekleyen oldukça güçlü deliller vardır. **Yemin enerji içeriği ne kadar yüksekse, sindirim kanalından geçişi de o kadar yavaştır.** Alınan **gıdanın büyüklüğünde** geçiş hızını etkilemektedir. Ancak kültürü yapılan balıklar için karma yem kullanıldığından ve benzer büyüklükte olduklarından partikül büyüklüğünün etkisi minimumdur. İşe yaramayan balıklarla beslenmede bu etki daha iyi görülür.

Yemleme Sıklığı ile Büyüme Arasındaki İlişki

Türden türe değişiklik gösterir. Bununla beraber bir genelleme yapılırsa artan sıklıkta yemleme büyüme hızının artışına yol açabilir. Sazanların daha sık yemlenmesiyle SGR (Büyüme oranı), protein etkinlik oranı (PER)'nin iyileştiği tespit edilmiştir. Araştırmada yemleme sıklığı 4'ten 6'ya çıkarılmıştır. Bununla beraber pisi balıklarda günde bir defa yemleme ile birden fazla yemleme arasında farklılık tespit edilmemiştir.

Yem Tüketiminin Belirlenmesi

Daha önceki bilgiler ışığı altında uygun yem miktarının belirlenmesi için balık büyüklüğü, su sıcaklığı, ortamdaki biyolojik kütle ve o su sıcaklığında balık büyüklüğüne göre büyüme oranı ile yem tüketimi arasındaki ilişkinin bilinmesi gerekmektedir. Salmon ve karideslere ait yem ihtiyaçları aşağıda verilmiştir.

Sıcaklık C	Balık Büyüklüğü, g															
	0.5-1.5		1.5-2.5		2.5-3.5		3.5-5		5-7.5		7.5-11.5		11.5-8		18<	
	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F
2.2	2.8	7/5	2.4	7/4	1.9	7/2	1.8	6/1	1.4	5/1	1.4	E/1	-	-	-	-
3.3	3.8	7/5	2.6	7/4	2.1	7/2	2.0	6/1	1.7	5/1	1.8	E/1	-	-	-	-
4.4	3.4	7/5	2.8	7/4	2.3	7/2	1.9	7/1	1.6	6/1	1.3	5/1	-	-	-	-
5.5	3.8	7/5	3.0	7/4	2.5	7/2	2.1	7/1	1.9	6/1	1.4	5/1	1.4	E/1	1.0	E/1
6.5	4.2	7/5	3.3	7/4	2.7	7/2	2.1	7/1	2.1	6/1	1.7	5/1	1.8	E/1	1.2	E/1
7.7	4.6	7/5	3.7	7/4	2.9	7/2	2.5	7/1	2.3	6/1	2.0	5/1	2.0	E/1	1.4	E/1
8.8	5.0	7/5	4.1	7/4	3.2	7/2	2.7	7/1	2.6	6/1	2.2	6/1	2.4	E/1	1.6	E/1
9.9	5.6	7/5	4.5	7/4	3.6	7/2	2.9	7/1	2.8	6/1	2.3	6/1	1.8	5/1	1.8	E/1
11.1	6.2	7/5	4.9	7/4	4.0	7/2	3.2	7/1	3.0	6/1	2.3	6/1	2.1	5/1	2.2	E/1
12.1	6.8	7/5	5.4	7/4	4.4	7/2	3.6	7/1	3.3	6/1	2.6	6/1	2.4	5/1	2.6	E/1
13.2	7.5	7/5	6.0	7/4	4.8	7/2	4.0	7/1	3.7	6/1	2.8	6/1	2.7	5/1	3.0	E/1
14.3	8.3	7/5	6.6	7/4	5.3	7/2	4.4	7/1	4.2	6/1	3.0	6/1	2.9	5/1	3.4	E/1
15.4	9.1	7/5	7.2	7/4	5.9	7/2	4.8	7/1	4.7	6/1	3.3	6/1	3.2	5/1	3.8	E/1

R: 100 g canlı ağırlık için g olarak yem ihtiyacı

F: Haftada yemleme sıklığı / Günlük yemleme sıklığı

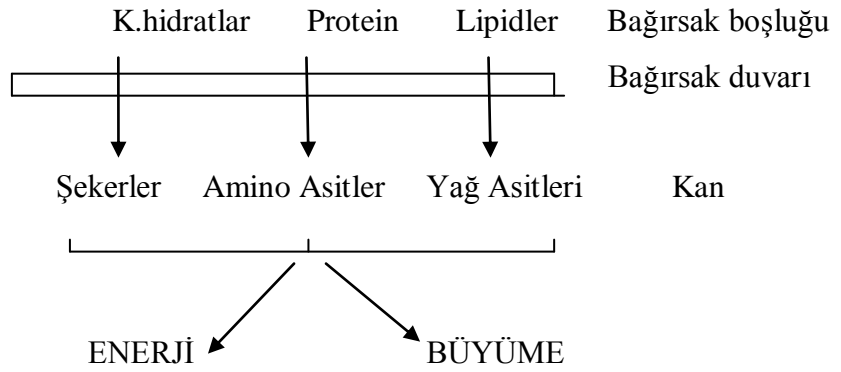
Karides yem ihtiyaçı ve yemleme sıklığı

Balık Büyüklüğü	Yem İhtiyacı (Canlı Ağırlığının % si)	Günlük Yemleme Sıklığı
P15 - P30	30 – 20	6
P30 - 0.5 g	20 – 15	4
0.5 - 2 g	15 – 12	3 - 4
2 - 5 g	12 – 8	3
5 - 10 g	8 – 6	3
10 - 20 g	6 – 4	2 - 3
>20 g	4 – 3	2 - 3

METABOLİZMA

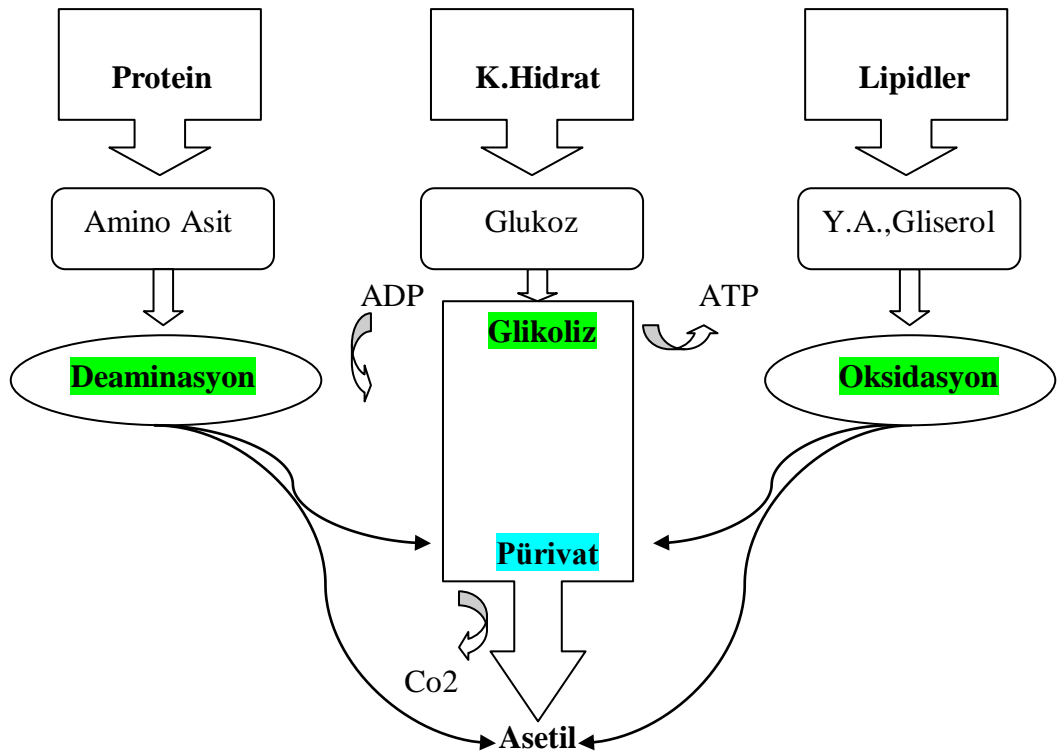
Giriş:

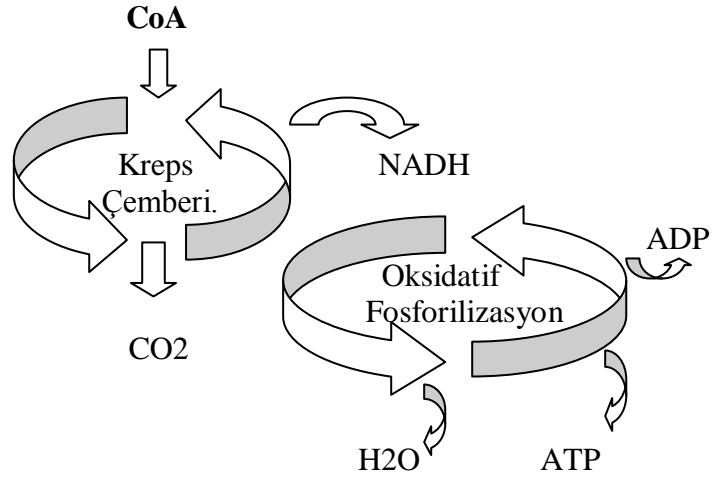
Balıklar tarafından tüketilen gıdalar sindirim kanalında sindirilmekte, bağırsak duvarlarından absorbe edilmekte ve yapı molekülleri olarak kana geçmektedirler. Bu moleküller vücut içerisinde sirküle edilmekte ve pek çok kimyasal reaksiyonlara maruz kalacakları ve değişik dokulara alınmaktadır. Bu reaksiyonların son noktası enerji açığa çıkarmak üzere parçalanma veya organizmada doku birikimidir. Moleküllerin parçalanması KATABOLİZMA olarak moleküllerin sentezlenmesi ise ANABOLİZMA olarak ifade edilir.



Organizmada büyüme veya enerji sağlamak üzere meydana gelen katabolik ve anabolik olaylara metabolizma denmektedir. Yem ya da gıda 3 temel besin maddesinden oluşmaktadır. Proteinler enerji veya yeni protein sentezinde kullanılacak amino asitlere sindirilmektedirler. **Amino asitlerden enerji, deaminasyonu takiben karbon iskeletinin parçalanması ile elde edilir.** Lipidler yağ asitlerine parçalanırlar ve bunlar yeniden miseller veya damlacık halinde lipitlerin sentezinde kullanılırlar. Bu yağ damlacıkları kanla dolaşırlar ve organizma tarafından kullanılacakları zaman yeniden yağ asitlerine parçalanırlar. **Yağ asitleri membran sentezi için veya daha fazla parçalanarak enerji için kullanılırlar.** Yağların parçalanması amino asitlerin parçalanmasına göre çok daha yavaş olmaktadır. **Karbonhidratlar genellikle nişasta ve selüloz olarak tüketilmektedir. Bununla beraber selüloz genellikle balıklar tarafından sindirilmez.** Nişasta glukoza ve enerji için daha küçük moleküllere parçalanır. Son ürünlerin parçalanması pek çok düzenleme altında katabolik yol ile gerçekleşir. **Bu reaksiyonlar memelilerde çok iyi bir şekilde açıklanmıştır ve bu reaksiyonların çoğu kemikli balıklarda teyit edilmiştir.**

Amino asitlerin, yağ asitlerinin ve şekerlerin tümünün parçalanma yolu ortak bir ara bileşiğe çıkmaktadır ki bu bileşik **Asetil koenzim A (AsetilkoA)**'dır. Bu bileşik **sitrik asit siklusuna (krepş çemberi) girmekte ve burada oksidatif fosforilizasyon işlemine tabi tutulmaktadır**. Burada O_2 tüketilmekte, CO_2 ortaya çıkmakta ve salıverilen enerji yüksek enerjili fosfat bileşiklerinde (ATP) depolanmaktadır. Akuatik canlıların optimum büyümesi için vitaminler, mineraller, purinler ve primidinlere de ihtiyaçları vardır. Bunlar genellikle reaksiyonlarda rol oynayan enzimlerin yapısında yer almaktadırlar.





Yüksek Enerji Depolayan Moleküller

Hayvansal organizmadaki reaksiyonlar enerjinin kullanılma veya açığa çıkması ile sonuçlanır. Amino asitlerden protein sentezlenmesinde enerji kullanılırken, glukozun veya amino asitlerin CO₂ ye yıkılmalarında enerji açığa çıkar. Açığa çıkan enerji diğer reaksiyonlarda kullanılmak üzere yüksek enerji moleküllerinde depolanırlar. **ATP hücrenel enerjiyi oluşturan en yaygın yüksek enerji molekülüdür.** ATP adenezine bağlı 3 fosforil grubundan oluşmuştur. Her bir fosforil grubu arasındaki bağ bu molekülde bulunan enerjinin büyük çoğunluğunu taşır ve ATP nin ADP ye dönüşmesi ile 2. ve 3. fosforil grupları arasındaki bağda depolanmış enerji salıverilir. Metabolik olaylarda rol alan bir diğer yüksek enerjili bileşik **GTP** dir (Guanozintrifosfat). Bu molekülde **NAD** ve **NADP** (Nikotin amid adenin di-nükleotid fosfat) ye dönüştürülerek enerji açığa çıkarılır.

KARBONHİDRATLAR

Karbonhidratlar şekerler olarak ta bilinen, yaşayan organizmaların esansiyel komponentleri olup, hızlı bir şekilde metabolize edilebilecek enerji depolarıdır. Monosakkaridler karbonhidratların temel birimleridirler. **Monodsakkaridler, biyolojik sistemde ve Glukoneogenesis yada fotosentez sonucu üretilirler.** Monosakkaridler nükleik asitlerin temel bileşenleri olarak veya bir araya gelerek polimer kompleksler şeklinde bulunurlar.

Bu polimer kompleksler 2 gruba ayrılırlar.

1. Birkaç monosakkaridin bağlanmasıyla oluşan oligosakkaridler, ki bunlar glikoproteinleri ve glikolipidleri oluşturan protein ve lipidlerle ilgilidir.
2. Pek çok monosakkaridin birleşmesiyle meydana gelen ve oldukça büyük olan Polisakkaridler. Polisakkaridler ya yapı molekülüdürler (bitkisel hücre duvarındaki selüloz gibi) ya da yüksek enerji depo molekülleridir. (bitkilerdeki nişasta ve hayvanlardaki glikojen)

Monosakkaridler: Monosakkaridlerin pek çok formu vardır. Temel formu O₂ ve H atomlarının bağlandığı bir karbon zinciridir. Karbon zinciri 3, 4, 5, 6 ve hatta 7 S ve NH₂ gruplarında yer alabilir. Aynı kimyasal yapıdaki monosakkaridler moleküle farklı şekil vererek izomer olarak bilinen farklı yapıyı oluştururlar.

Doğada en bilinen monosakkarid D-glukoz'dur. D-glikoz, D-Monnoz, D-Galaktoz, D-Riboz ve D-Gliserol-aldehit daha büyük biyolojik moleküllerin önemli bileşenleridir.

Monosakkaridlerin bir diğer önemli özelliğinde doğrusal ve halka formları arasında hızlı dönüşebilme kapasiteleridir.

POLİSAKKARİDLER

Monosakkaridler doğada temel olarak halka formunda ve polisakkaridlerin yapısında yer alırlar. Polisakkaridlerin fiziksel özellikleri tam olarak hangi monosakkaridden meydana geldikleri ve bunların birbirine bağlanma şekli ile belirlenir. **Alfa ve beta olmak üzere 2 tip bağ vardır. Alfa bağlantısına sahip bir polisakkarid düzensiz olan üç yönlü bir yapıya sahipken, beta bağlantısı sakkaridlerin sıkıca bağlandığı 3 yönlü düzenli bir yapıyı oluşturmaktadır.** Farklı yapı ve fonksiyonlara sahip polisakkaridler monosakkaridlerin **glikozidik** bağ olarak bilinen bağlarla birleşmeleriyle oluşurlar. **Sukroz** glikoz ve fruktoz moleküllerinin alfa (1-2) bağlantısı ile oluşmuş bir disakkarittir. Bazı bitkilerde fazlaca bulunur ve sığır ve domuz rasyonlarındaki yaygın karbonhidrat formudur. **Laktöz** sadece memelilerin sütlerinde bulunan ve galaktoz ve glikozun beta (1-4) bağlantısı ile oluşmuş bir diğer disakkarittir. Maltoz, izomaltoz ve sellobiyoz iki glikozdan oluşan disakkaritlerdir. Ancak bu moleküllerin farklılığı, onların özelliklerinde oldukça büyük farklılıklar yaratan

bağlantı şeklindedir. Maltoz alfa (1-4), izomaltoz alfa (1-6) ve Sellobiyoz ise beta (1-4) glikozidik bağına sahiptir.

Bu glikozidik bağlar 2 monosakkaridi serbest hale geçirmek için Karbonhidrazlar olarak bilinen enzimlere ihtiyaç duyarlar. Tüm organizmalarda alfa glikozidik bağlantısını parçalayacak alfa Karbonhidrazlar mevcut iken sellobiyozdaki beta (1-4) bağı parçalayan doğal olarak sadece bakteriler tarafından üretilen beta Karbohidrazlardır. Laktozdaki beta (1-4) bağlantısını parçalayan (hidroliz eden) Karbohidrazlar ise sadece neonatal memelilerde bulunmaktadır. **Dolayısı ile alfa bağlantısı ile bağlanmış şekerlerden oluşan karbohidratlara rasyonlarda yer verilmesi gerekmektedir.**

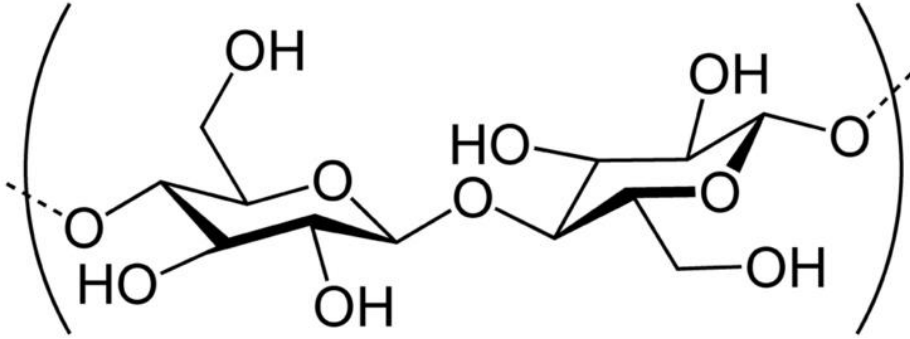
Polisakkaridlerden en önemli olanları **Nişasta, Selüloz, Kitin, Amiloz veya Amilopektin ve glikojendir.** Selüloz bitki hücre duvarlarının yapısal bileşenidir ve biyosferdeki C nun yarısından fazlasını oluşturur. **Bunun yanında tunikatlar olarak bilinen omurgasız deniz hayvanlarının sert dış yüzey örtü tabakasını oluşturmaktadır.** Selüloz 15000 kadar D-Glikozun beta (1-4) glikozidik bağı ile birleşmesi sonucu oluşmuş doğrusal yapılı polimerdir.

Omurgalılarda selülozun beta (1-4) bağı hidroliz edecek karbonhidrazilara sahip olmamalarına rağmen, herbivor memelilerin sindirim sisteminde simbiyotik yaşayan mikroorganizmaların salgıladıkları selüloz enzimi selülozu hidroliz etmektedir. **Bununla beraber, selüloz çok sıkıca bağlanmış olduğundan sindirim işlemi oldukça yavaştır.** Kanal yayınlarında fazla miktarda selülaz bulunmamasına rağmen, belli koşullarda bitkisel hücre duvarı materyalleri absorbe edilmiştir. **Ancak genel olarak selülozun balıklar için yararlı olmadığı kabul edilmektedir.**

Kitin krustasealar (kabuklular) gibi omurgasız hayvanların dış iskeletinin temel bileşenidir. Ayrıca çoğu mantarların (fungi) ve alglerin hücre duvarlarında bulunur. Kitin, N-Asetil glikoz aminlerin beta (1-4) bağlantısı ile oluşmuş doğrusal bir polimerdir. **Kabuklular karnivor balıkların temel besinleri arasındadır. Artemia, Dafnia, ve diğer kabuklular bilhassa larva döneminde ve genç balıkların beslenmesinde önemlidir.** Kitini parçalayan kitinaz enzimini **yayın balıklarının** sindirim sisteminde bulunmaktadır. Dolayısıyla kitin içeren besinler bu balıklar için uygundur. Ancak sindirim etkinliği üzerinde pek bilgi yoktur.

Bitkilerde bulunan karbonhidrat depo molekülü nişastadır. α -Amiloz ve amilopektin granüllerinden oluşan ve bitkisel hücrede sitoplazmasında bulunan çözünür bir bileşiktir.

α -Amiloz birkaç bin glikoz molekülünün α -(1-4) bağlantısı ile oluşmuş doğrusal yapıda bir polimerdir. α -Amiloz selülozun izomeri olmasına rağmen özellikleri oldukça farklıdır. α -Amiloz sindirim enzimlerine oldukça hassastır ve kolaylıkla parçalanabilir. **Dolayısı ile balık rasyonlarında nişasta bulunması sakınca yaratmayacaktır.** Amilopektin her bir 24-30 glikozun α -(1-6) bağlantısı ile bağlandığı bir amiloz kompleksidir. Amilopektin molekülü (10 üzeri 6) kadar glikoz içerebilmektedir. **Amilopektin de balıklar tarafından kolaylıkla sindirilebilmektedir.**



Sellüloz

Glikojen hayvansal organizmadaki depo karbonhidratıdır. Bütün hücrelerde özellikle de iskelet kaslarında ve karaciğerde bulunur. Glikojenin temel yapısı amilopektine benzemektedir.

Hayvansal organizmalarda bulunan diğer polisakkaridler mukopolisakkaridler ve glikoproteinlerdir. Bu bileşikler de kolayca sindirilebilmektedir.

KARBONHİDRAT METABOLİZMASI

Sindirimi takiben sindirim kanalı duvarlarından monosakkaridler olarak absorbe edilen karbonhidratlar kan dolaşımına ve buradan da metabolizma işleminin başlangıç yeri olan karaciğere gelirler. Burada anlatılacak bütün olaylar diğer dokularda da meydana gelmektedir. **Glikoz organizmada dolaşan en önemli enerji kaynağıdır. Beyin gibi bazı dokular sadece glikoz kullanırlar.**

Vücutta karbonhidrat metabolizması ile ilgili 4 temel mekanizma vardır:

1-Glikozis: Glikoz molekülünün enerji üretmek üzere pürivata parçalanmasıdır. Açığa çıkan enerji ATP moleküllerinde depolanacaktır.



Glikoz hücre içinde glikolitik enzimlerin olduğu sitozole taşınmakta ve ilk aşamada fosforize edilerek Gliseraldehit 3-fosfata dönüştürülmektedir. Bu esnada enerjiye ihtiyaç vardır. 2. aşamada bu bileşik pürivata çevrilmekte olup, bu esnada 4 ATP enerji açığa çıkmaktadır. pürivat Asetil-CoA veya Oksalasetat üzerinden kreps siklusuna dahil olmaktadır.

2-Glikoneojenesis: Diğer moleküllerden glikozun sentezlenmesi olayıdır. Organizmanın glikojen depolaması sınırlı olduğundan ve balıklarda glikojen metabolizması çok iyi olmadığından balıkların glikoz ihtiyacının önemli bir kısmı bu yolla sağlanmaktadır.

Glikoza dönüştürülecek ön maddeler; glikozis ürünü laktat ve pürivat, çoğu aminoasitlerin ve kreps siklusunun ara ürünleri olarak bilinirler. Kreps çemberinde bütün bu maddeler oksalasetata dönüşmektedir. Glikoneojenesis glikozis olayının tersidir ve aynı enzimler kullanılır.

3-Glikojen Sentezi: Kan dolaşımında fazla olarak bulunan glikozun glikojen olarak depolanmasıdır. Glikojen metabolik ihtiyaçlar için zamanında hazır olup, hızlı bir şekilde değerlendirilebilecek bir enerji deposudur. Bunun için glikoz önce glikoz 6-fosfata sonra glikoz 1-fosfata dönüştürülür. Bu bileşikte UDP-glikoza dönüştürülür ve bu aktif glikoz bileşiğinden glikojen sentezlenir.



4-Glikojenolisis: Glikojenden glikoz üretilmesi olayıdır. Bunun için fosforilaz enzimine ihtiyaç vardır.



Glikojen sentezi ve parçalanması olaylarında farklı enzimler rol almaktadır.

BALIKLARDA KARBONHİDRAT METABOLİZMASI

Balıklarda karbonhidrat metabolizması memelilere göre daha yavaştır. İnsanlarda beslenmeyi takiben 1-2 saat içersinde kan glikoz düzeyi normale dönerken alabalıklarda kan glikoz düzeyindeki artış en az 7 saat sürmektedir. Türlerin doğal besinleri ile glikoz etkinliği arasında zahiri bir ilişki vardır. Sarı kuyruk gibi karnivor balıklar kırmızı deniz balığına göre glikozu değerlendirmede daha uzun zamana ihtiyaç duymaktadırlar. Omnivor sazanlar kan glikozunu daha iyi kullanabilmektedirler.

Bir başka değişle balıklar glikozu metabolize etme hızı düşük olan hayvanlardır. Fazla miktarda karbonhidrat içeren yemlerle beslemede fazla glikoz glikojen sentezi için kullanılacaktır. Ama bu olay uzun zaman alacaktır.

Balıklarda glikojeni parçalayan enzim olmasına rağmen, sokoye salmonu ve yılan balığında kan glikoz düzeyini korumak için bu sistemin kullanımı minimumdur. Açlığı takiben bu türlerde kas glikojen depolarında parçalanma olmazken, sazanlarda 100 günde %75 azalma olmuştur. Sazanlarda glikoneojenik yolun glikojen parçalanmasına göre kan glikoz düzeyini korumada daha önemli olduğu saptanmıştır. **Balık enerji için deamine olmamış amino asitleri glikoza oranla daha etkili bir şekilde oksitleme yeteneğine sahiptir. Çünkü balıklar karbonhidratların daha az olduğu bir çevrede yaratılmışlardır.**

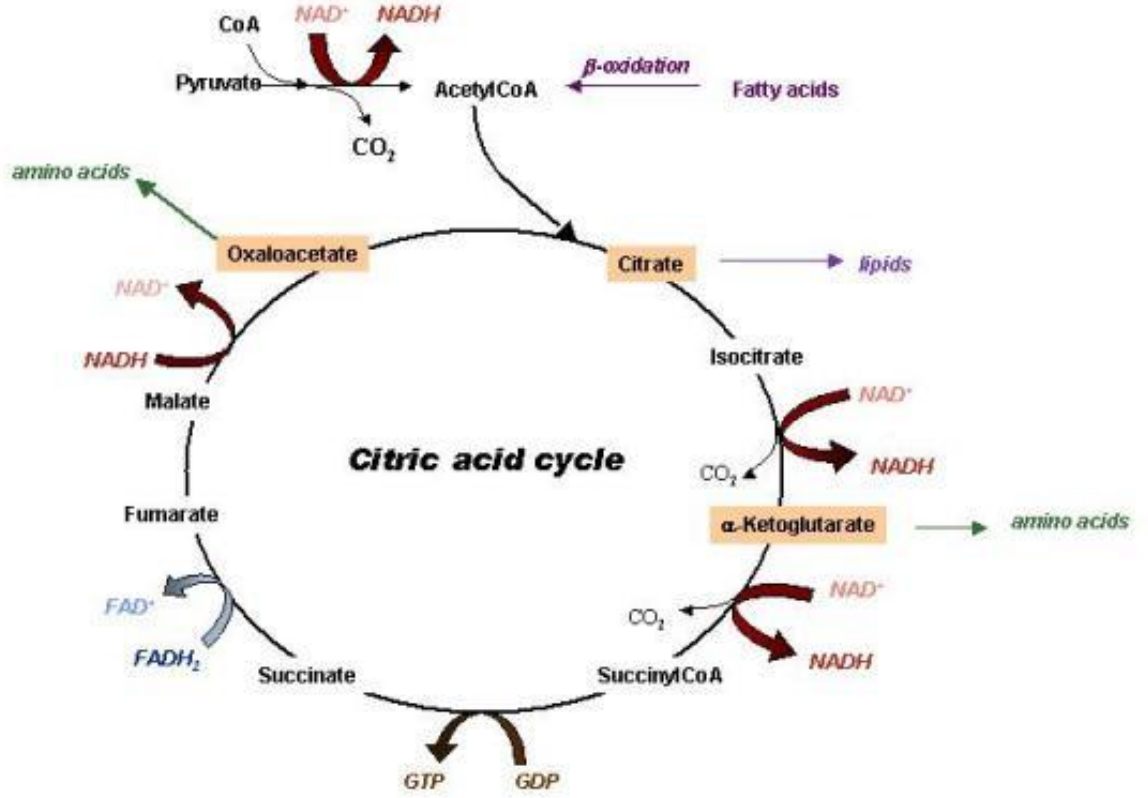
Omnivor ve herbivor balıklar sindirim sistemlerinin morfolojik ve fizyolojik yapısı nedeniyle karbonhidratları biraz daha iyi değerlendirmektedirler. Kan glikoz düzeyi düştüğünde arttırmak üzere salgılanan glukagon hormonunun etkileri çoğunlukla

glükoneojenesis inhibitörü tarafından ortadan kaldırılır. **Dolayısıyla glukagon glikojenolisisi değil glükoneojenesisini teşvik etmektedirler.**

Salmonlarda ve levreklerde glikoz parçalanması ve sentezi omnivor memelilerin %5-10 u düzeyinde tespit edilmiştir. Yani balıklarda glikoz kullanımını omnivor kuş ve memelilerin %10'u kadardır. Bu bilgilerin ışığı altında balık rasyonlarında karbonhidrat düzeyinin çok iyi kontrol edilmesi gerektiği açıktır. Zira fazlası glikojen olarak depolanan karbonhidratlar balıklarda diğer moleküllere göre daha az etkinlikle enerji kaynağı olarak kullanılırlar.

Yapılan çalışmalar sazan için optimum karbonhidrat düzeyinin %30-40, levrek için %20 ve sarı kuyruk için %10 civarında olması gerektiğini ortaya koymuştur. Rasyonda yer alacak karbonhidratında tercihen mono sakkaridler yerine nişasta formunda olması önerilmektedir. Dolayısıyla yavaş yavaş kana geçen glikoz enerji için daha iyi kullanılacaktır.

SİTRİK ASİT SIKLUSU(KREBS ÇEMBERİ)



Glikoz enerji için pürivik asite kadar yıkılmakta ortamda yeterli oksijen varsa Asetil CoA'ya dönüşmektedir. Yeterince oksijen yoksa ya laktik aside dönüşerek birikmekte ya da karaciğerde glikojen sentezlenmektedir. Krebs çemberinde oksalasetat asetil CoA ile birleşerek sitratı oluşturur. Sitrat ise izositrate dönüştürülür. İzositratın oksalsüksinata dönüşümü NAD'nin NADP'ye dönüşümü ile sonuçlanır. Oksalsüksinat sonra alfa-Ketoglutorata çevrilir ve karbondioksit ortaya çıkar. Alfa-Ketoglutorat karbondioksit salıverilmesiyle süksinil CoA'ya dönüşür, bu arada bir NADP daha üretilir. Süksinil CoA ise, süksinata dönüşür. Burada 1 mol GTP açığa çıkar. Sonra süksinat, fumarata dönüşür. Burada ise, 1 mol FADH üretilir. Fumarat ise, 1 mol daha NADH üretimi ile oksilasetata dönüştürülür. Hücre içinde NADH ve FADH₂ kolaylıkla ATP'ye dönüştürülür. Bu olay oldukça kompleks olan oksidatif fosforilizasyon olayı ile gerçekleşir. Bu esnada 2 mol oksijen, suya çevrilir ve bu esnada 3 NADH molekülünden 9 ATP ve 1 FADH₂ molekülünden ise. 2 ATP sentezlenir. Sitrik asit siklusunun önemli özelliği hem anabolik hem de katabolik yöne sahip olmasıdır.

AMİNO ASİTLER

Amino asitler enerji kaynağı olarak önemli rol oynamaları dolayısı ile balıklar için çok önemli metabolik bileşiklerdir. Amino asitleri protein sentezi için kullanılanlar ve diğer amaçlar için kullanılanlar olmak üzere iki gruba ayırabiliriz. Protein sentezi için kullanılanları da esansiyel ve esansiyel olmayanlar olarak iki gruba ayırabiliriz. Genel yapıları $\text{NH}_2\text{CH-R-COOH}$ şeklindedir. R, C, H, O, N ve S atomlarından bazılarını veya tamamını içeren herhangi bir organik gruptur.

Amino asitler hayvanlarda protein sentezi diğer başka bileşiklerin üretimi ve enerji olmak üzere üç şekilde kullanılırlar. **Balıklar tarafından tüketilen amino asitlerin çoğu enerji üretmek üzere parçalanırlar.**

Amino Asit Metabolizması

Aminoasitlerin parçalanması üç aşamada olmaktadır.

1-Deaminasyon: Amino grubunun ayrılması (amino grubu ya NH_3 'e dönüştürülür ya da glutamik asidin, amino grubu olmak üzere transfer edilir.)

2-Amino asit C iskeletinin dönüşümü (deaminasyonla ortaya çıkan alfa-keto asitlerin sitrik asit siklusu ara maddelerine dönüşümü);

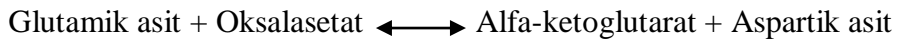
3-Üre içinde NH_3 'e dönüşüm

NH_3 bütün hayvanlarda kan için toksik bir bileşiktir. Omurgalılarda toksite üreye dönüştürülüp idrarla atılarak engellenir. **Tatlı suda yaşayan kılçıklı balıklar böyle bir dönüşüm için enerji harcamazlar zira solungaçları ile oldukça etkin bir şekilde amonyağı atarlar.** Deniz balıkları ise, kendi vücutlarından daha yoğun bir ortamda yaşamalarına rağmen solungaçları ile tuzu dışarıya atarak vücuttan su kaybını dengelerler. Yumuşakçalar bunu yapamazlar. Bunlar dehidrasyon ve tuz girişini engellemek için NH_3 'ten üre üreterek vücut sıvılarının konsantrasyonunu yükseltirler.

TRANSAMİNASYON

Amino asitler karbonhidrat ve yağlar gibi vücutta büyük miktarlarda depolanmazlar. Fazlası deaminasyona uğrar ve C iskeleti okside olur veya yağlar, karbonhidratlar ve diğer bileşiklere dönüşürler. Deaminasyon, transaminasyon yada oksidatif deaminasyonla olur. Balıklarda transaminasyonun daha etkili olduğu sanılmaktadır. **Transaminaz enzimleri ile deaminasyona uğramış bir amino grubu yeni bir amino asidi oluşturmak üzere alfa-keto asite dönüştürülür.**

Bu reaksiyonların her biri, her bir amino asite özel olan ve vitamin B₆'nın (Piridoksin) koenzim olduğu transaminazlara ihtiyaç duyarlar. Bunların çoğu substrat olarak oksalasetat ya da alfa-ketoglutarata etkindir. Transaminasyonun temel iki ürünü Glutamik ve Aspartik asittir.

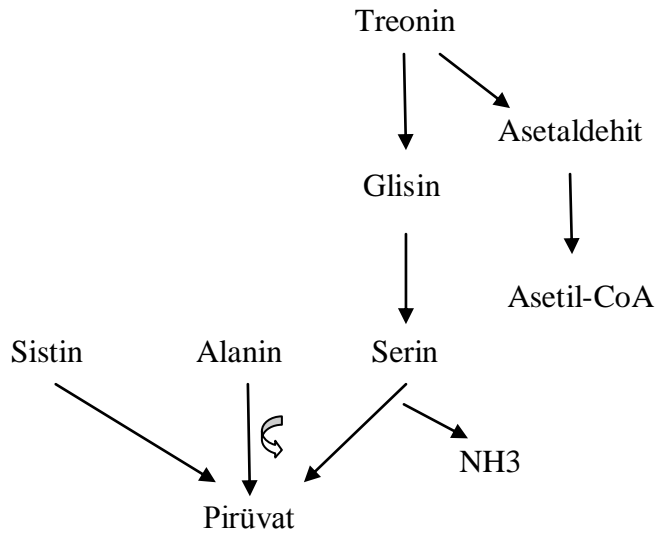


Transaminasyon net bir deaminasyonla bitmez. Deaminasyon çoğunlukla glutamik asidin glutamat dehidrogenaz enzimi vasıtasıyla reaksiyonunda oluşur.

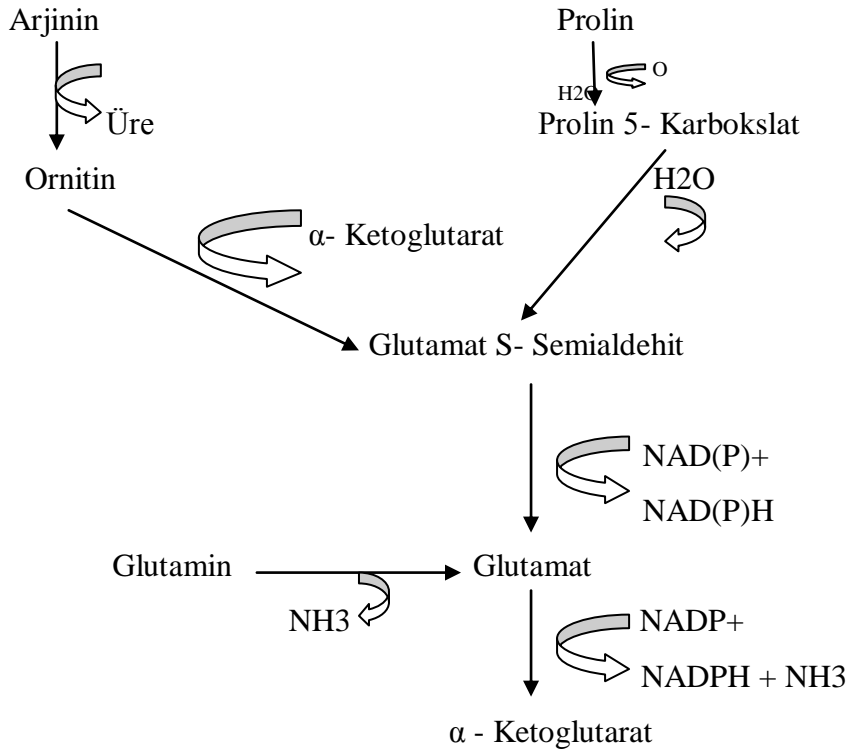


Amino Asit Parçalanması

Aminoasit parçalanmasında ikinci aşama C iskeletinin yıkılmasıdır. Bu proses sonucu aminoasitler sitrik asit siklusu ara maddelerine veya kendilerinin CO₂ ve H₂O'ya metabolize olmalarını ya da glukoneojenesiste kullanılan ön maddelere dönüştürülürler. Bununla beraber bu mekanizma oluşan ara ürünlerin kreps siklusuna girişlerine göre gruplandırılırlar. **Sistin, Alanin ve Serin'in parçalanmasından Pürivat meydana gelir.** Glisin Serin'e dönüşür. Treonin ise, Glisin ve Asetaldehite dönüşerek parçalanır.

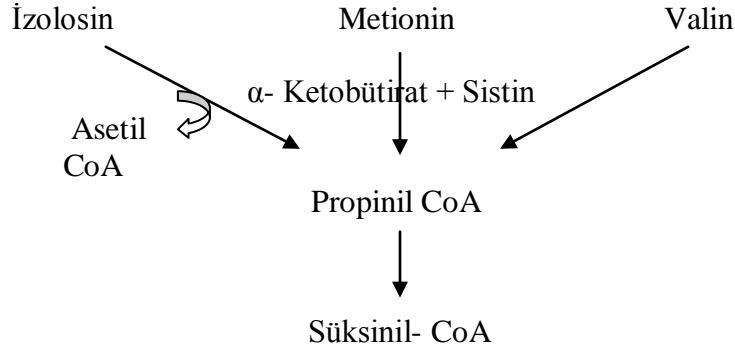


Pürivat ise, oksalasetata dönüşerek Asetil-CoA ile kreps siklusuna dahil olur. Asparagin ve Aspartik asit oksalasetata dönüşerek yıkılır.



Metiyonin, İzolosin ve Valin Süksinil CoA'ya dönüşerek parçalanırlar. Metionin parçalanmasının bir yan ürünü de sistindir. Losin de benzer yolla parçalanır. Ancak 6. adımda Asetil-CoA ve Asetoasetat üretilir. Asetoasetat ise, hızlı bir şekilde Asetil CoA'ya dönüşür.

Lisin parçalanması iki yolla olur. Birincisi 11 aşamalıdır ve Asetoasetat ve Asetil-CoA oluşur. İkincisi ise, L-aminoasit oksidazın etkisiyle olur ve benzer ara ve son ürünler oluşur.



Triptofon 16 adımlı bir reaksiyona Asetoasetata parçalanır. Alanin bu reaksiyonun bir ara ürünüdür. Fenilalanin ve tirosin aynı reaksiyonla yıkılır. Fenilalanin kolay bir şekilde fenil halkasına OH ilavesiyle Tiro sine dönüşür. Sonuçta fumarat ve Asetoasetat oluşur.

Amino Asit Sentezi

Pek çok amino asit mikroorganizma ve bitkilerde sentezlenebilmektedir. Bazıları ise, hayvansal organizmada sentezlenememekte bu yüzden yemle alınmaları gerekmektedir. Vücutta sentezlenemeyen amino asitler Esansiyel Aminoasitler olarak bilinmektedirler. **Esansiyel olmayan amino asitlerin yetersizliği durumunda bazı esansiyel amino asitler hızlı bir şekilde esansiyel olmayan amino asitlere dönüşmektedirler.** Metionin → Sistin ve Fenilalanin → Tiro sin dönüşümü buna örnektir. Rasyonda sistin bulunması Metionin ihtiyacını azaltır ancak tamamı bu yolla karşılanamaz. **Tiro sin hariç bütün esansiyel olmayan aminoasitler basit bir şekilde pürivat, oksalasetat, alfa-ketoglutarat veya 3-fosfogliserat gibi ortak metabolik ara ürünlerden birisinin önderliğinde vücutta sentezlenirler. Arjinin, Histidin, İzolosin, Losin, Metiyonin, Fenilalanin, Treonin, Triptafon ve Valin balıklar için esansiyel aminoasitlerdir.**

Vücutta Protein Döngüsü

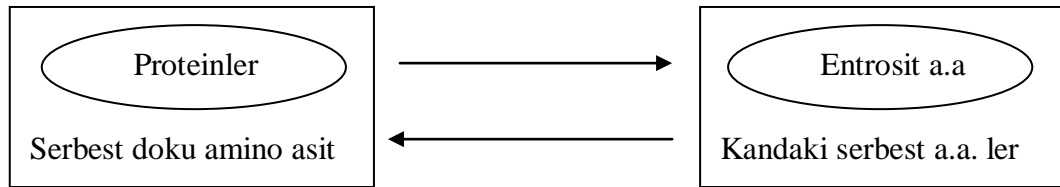
Amino asitler balıklar için asıl enerji kaynağı olmalarının yanı sıra, proteinlerin bileşenleridir. Proteinler amino asitlerin doğrusal polimerleridir. **Amino asitler bir aminoasidin karboksil grubu ile diğer amino asidin amino grubunun peptid bağı ile bağlanması sonucu polipeptidleri oluştururlar.**

Proteinin yapısı, yapısındaki amino asitlerin dizilişine bağlıdır ve bu belirli bir proteinin üretimi için gerekli genetik kodla düzenlenir. Sentez ve parçalanma dokularda devamlı olan olaylardır. Protein sentezi, parçalanmasından daha fazla olduğunda hayvan büyür. Bunun için yemle esansiyel amino asit sağlanması gerekir. Eğer enerji yetmezliği veya esansiyel amino asit yetersizliği olursa protein parçalanması sentezinden daha fazla olacak ve hayvan kilo kaybedecektir.



Amino Asit Havuzları

Vücutta protein sentezi için gerekli amino asitler üç değişik kaynaktan sağlanır. Temel kaynaklar yem ve vücut proteinlerinin katabolizmasıdır. Balıklarda vücut proteinlerinin parçalanması yüzde elliden daha az serbest amino asit sağlamaktadır. Dolayısı ile balıklar yem kaynaklı serbest amino asitlere oldukça fazla bağımlıdırlar. Üçüncü kaynak esansiyel olmayan aminoasitlerin sentezidir.



Balıklarda kas kütlesi amino asitlerin etkin bir kaynağı olarak görev yapmaktadır.

Amino Asit Metabolizması ve Diyet

Balıklarda rasyonla tüketilen miktar, proteinin vücuttaki metabolizmasını etkileyecektir. Fazla protein vücuttaki serbest amino asit konsantrasyonunu artıracak

böylece protein sentezi, amonyak eksresyonu ve glukoneojenik enzim aktivitesi de arttıracak, glikolitik enzim aktivitesi ise azalacaktır. Yetmezlik düzeyine kadar esansiyel amino asit artışında plazma düzeyinde bir değişiklik olmazken, bu düzeyden fazla esansiyel amino asit plazma konsantrasyonunda artışa neden olmaktadır. **Balılarda genellikle aşırı amino asitle beslenme sonucu amino asitleri katabolize eden enzim miktarında iki kattan daha az artış olmaktadır.** Oysa ratlarda 10 kat artış gözlenmiştir. **Bu fazla amino asit tüketimi sonucu artan plazma konsantrasyonunu açıklayabilmektedir.** Aç kalınan zamanın uzamasıyla enerji için amino asit kullanılmak üzere proteolitik aktivite artmaktadır. **Bütün amino asitlerin katabolik aktivite için serbest hale geçmelerine rağmen köpek balıklarında yalnızca Alanin'in fazla miktarlarda plazmaya salındığı gözlenmiştir.** Benzer duruma aç salmonlarda da rastlanması proteinlerin dokuda önce Alanin üretmek üzere metabolize olduklarını, daha sonra kana verdiklerini ortaya koymaktadır.

BALIKLARIN PROTEİN İHTİYAÇLARI

Balık rasyonları hem esansiyel hem de esansiyel olmayan amino asitlerin iyi bir karışımını içermelidir. Optimum rasyon protein düzeyi, rasyon proteinin sindirebilirliği ve rasyondaki protein olmayan enerji kaynaklarının yapısı ile ilişkilidir. Genç balıklarda protein ihtiyacı % 30 ile 56 arasında değişmektedir. Bu rakamlar biraz fazla gibidir zira:

1. Rasyonun enerji içeriği, protein, yağ ve karbonhidratların ME değerleri diğer hayvanlara benzer farzedilmiştir.
2. rasyonun amino asit kompozisyonu ve 3- rasyon proteinin sindirilebilirliği protein kaynağına hatta aynı kaynağın farklı partilerine göre değişebilmekte ve konu ile ilgili de çok fazla araştırma bulunmamaktadır.

AMİNO ASİT İHTİYAÇLARI

Finfishler ile yapılan bütün çalışmalar balıklarında diğer pek çok hayvanlarla esansiyel amino asitlere ihtiyacı olduğunu ortaya koymuştur. Herhangi bir amino asite olan ihtiyaç balık türlerine göre az da olsa değişebilmektedir. Ayrıca yaşla birlikte amino asit ihtiyacı azalmaktadır. Çevresel faktörlerin de protein ihtiyacını etkilediği düşünülmektedir. Su sıcaklığındaki değişme protein ihtiyacını etkilemektedir. Suyun tuzluluğundaki artışın

alabalıklarda arjinin ihtiyacını azalttığı bildirilmektedir. Ancak bu konularda ilave araştırmalara ihtiyaç vardır.

<u>TÜR</u>	<u>PROTEİN İHTİYACI (%)</u>	<u>AMİNOASİTLER</u>	<u>İHTİYAC</u>
Kanal yayını	32-36	Arjinin	3.3-5.9
Aynalı sazan	38	Histidin	1.3-2.1
Ot sazanı	41-43	İzalosin	2.0-4.0
Gilthead bream	40	Losin	2.8-5.3
Japon yılan balığı	44,5	Lisin	4.1-6.1
Levrek	40	Metionin	2.2-6.5
Milkfish	40	Fenilalanin	5.0-6.5
Red sea bream	55	Treonin	2.0-4.0
Chinook salmonu	40	Tripofon	0.3-1.4
Coho salmonu	40	Valin	2.3-4.0
Gökkuşığı alabalığı	40		
Sockeye salmonu	45		
Tilapia	56		
Tilapia(Juvenile)	34		
Sarıkuyruk	55		

Proteinlerin Besin Değeri

Belirli bir proteinin hayvanın ihtiyacını karşılamada kullanım etkinliğinin ifadesidir.

$$PER = \text{g Canlı Ağırlık Artışı} / \text{g Tüketilen Protein}$$

$$NPU = \text{proteinin Biyolojik Değeri} \times \text{Sindirebilirlik}$$

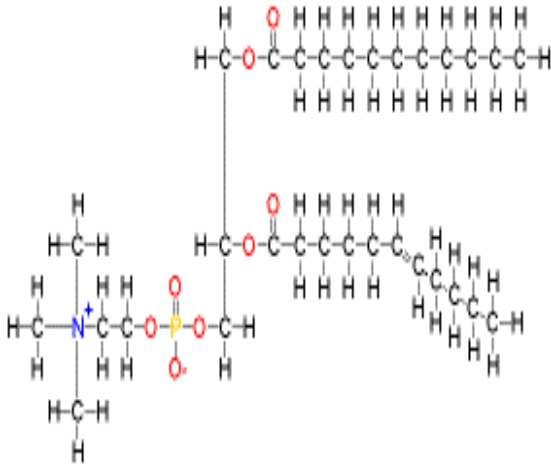
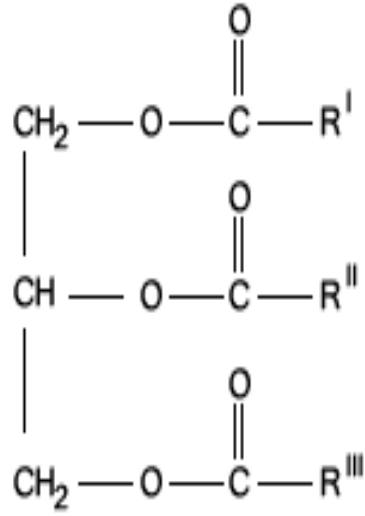
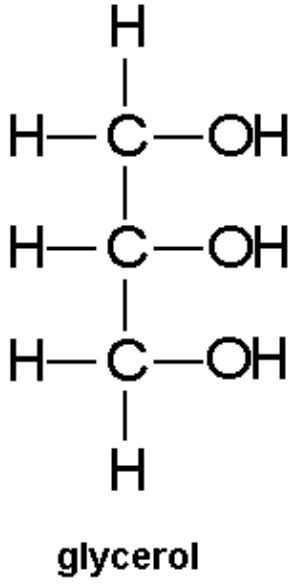
$$NPU = \text{Protein Kazancı} / \text{Tüketilen Protein} \times 100$$

Yukarıdaki eşitliklerle bir proteinin besin değeri ölçülebilmektedir.

LİPİDLER

Lipidler pek çok C atomunun zincir yada halka konformasyonunda oluşturduğu organik moleküllerdir. Fiziksel özellikleri organik çözücülerde çözünürlüklerine göre belirlenir ve suda çözünmezler. Hayvansal organizmadaki en önemli fonksiyonları yüksek enerji depo molekülleri olmaları ve hücre membranında yer almalarıdır. Lipidler 3 yağ asidi molekülünün birleşmesi sonucu oluşmuş bileşiklerdir. Yağ asitleri $C_x: y (n-z)$ şeklinde gösterilmektedir. X: C sayısı, y: çift bağ sayısı, z, karboksil olmayan uçtan numaralandırmanın yapıldığında ilk çift bağın olduğu C, n: w olarak da bilinmekte ve omega yağ asidini ifade etmektedir. **Örneğin alfa-Linolenik asit C18:3 (n-3) Linolenik asit C18:2(n-6) şeklinde gösterilmektedirler.**

Yağ asitleri doğada çok nadir olarak serbest formda bulunurlar. Çoğunlukla esterleşmiş form olan trigliseridler olarak bulduklarından gliserolun triesterleri olarak adlandırılırlar. Trigliseridler karbonhidrat ve proteinlere göre daha az oksitlendiğinden ME depolamada daha etkin bir formdur ve oksidasyonu durumunda daha fazla enerji açığa çıkar. Suda çözünmediğinden susuz formda depolanır. Oysa glikojen ağırlığının 2 katı su ihtiva etmektedir. Dolayısıyla eşit ağırlık esasına göre yağ 6 kat fazla ME üretecektir. Lipidleri beş ana grupta toplayabiliriz. Bunlar: Yağ Asitleri, Trigliseridler, Fosfolipidler, Steroller ve Sfingolipidlerdir.



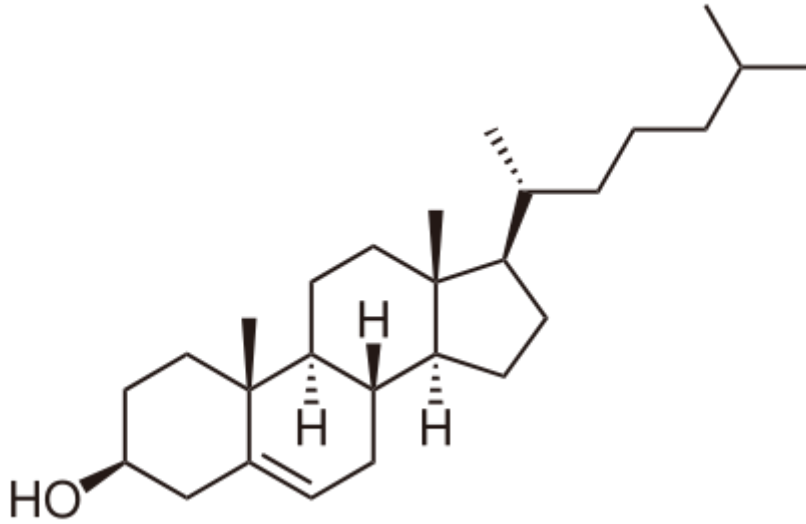
Phospholipid

biyoloji

Trigliserol

Fosfolipidler biyolojik membranların temel komponentleridirler. Bir yağ asidi zincirinin diğer bir organik moleküle bağlı fosfat grubu ile yer değiştirmesi hariç trigliseridlerle benzer yapıdadır.

Steroller 3 ve 17 C lara yan zincirlerin bağlanması ile meydana gelirler ve bu yapı onlara özel karakteristikler verir. **En önemli sterol kolesterol olup hücre membranlarının önemli bir komponenti ve steroid hormonlarla safra asitlerinin ön maddesidir.**



Kolesterol

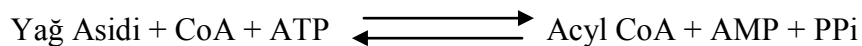
Sfingolipidlerde bir diğer hücre membranı ögesi lipidlerdir. Bu moleküller daha çok sinir hücrelerinde bulunurlar.

LİPİD KATABOLİZMASI

Lipidler kana ya düşük yoğunluklu lipoprotein kompleksleri olarak ya da küçük damlacıklar halinde transfer edilirler. Proteinlerle kompleks oluşturma onların sıvı solüsyonlarda parçalanmasına imkan sağlar. Aksi halde o şekilde muhafaza edileceklerdir. LDL'nin ve damlacıkların trigliserol kompleksi hedef dokularda yağ asitlerine ve gliserole yıkılır. Bu olay hücre dışında lipoprotein lipaz etkisiyle gerçekleşir. Hücre içine taşınıp ya yeniden trigliserolü sentezlerler ya da enerji için oksitlenirler. Trigliserol adipaz dokuda depolanmışken gliserole hidroliz edildiğinde farklı bir enzim, trigliserol lipaza ihtiyaç vardır.

Yağ Asidi Oksidasyonu

Enerji açığa çıkarmak üzere yağ asidinin oksidasyonu 2 temel aşamayı içerir. İlk aşama yağ asidinin bir CoA ile bağlanarak aktivasyonunu içerir.



İkinci aşama Beta-Oksidasyon reaksiyonlarından oluşur. Her bir adımda yağ asidinden 2 C atomu salınarak asetil CoA üretilir.

Yağ Acyl CoA \longrightarrow Trans Enoyl CoA \longrightarrow 3-L Hidroxy Acyl CoA \longrightarrow Beta- Keto acyl CoA \longrightarrow Yağ Acyl CoA(2 C dan daha kısa) + Asetil-CoA

Beta-oksidasyonunun son basamağında süksinil CoA'ya dönüştürülen propionil CoA oluşur ve süksinil CoA kreps siklusuna dahil olur. Asetil CoA'da sitrik asit siklusunda oksitlenir. Yüksek omurgalılarda bu Asetil CoA'nın önemli bir bölümü başka bir reaksiyona katılır. **Ketojenesis olarak bilinen olayla Asetil CoA asetoasetat, D-Beta-hidroksi bütirat veya aseton gibi keton maddelere dönüştürülür.** Bu hayvanlarda temel enerji kaynağı olarak dolaşımda bulunan glikoza alternatif olarak bu maddeler kullanılır. Ancak bu olay balıklarda genellikle meydana gelmez.

YAĞ ASİTİ BİYOSENTEZİ

Yağ asitlerinin biyosentezi Beta-oksidasyon prosesinin tersi olarak C birimlerinin bağlanması ile gerçekleşir. Ancak mekanizma tersine olduğunda bazı farklılıklar vardır. Yağ asidi CoA molekülünden çok Acyl-Carrier Protein (ACP)'ye bağlanmaktadır. İkinci farklılık C2 vericisinin molonyl CoA olmasıdır. **Yağ asidi sentezinin son ürünü Palmitik Asittir (C16:0).** Bu uzun zincirli doymuş ve doymamış yağ asitlerinin ön maddesidir. Beta oksidasyonun tersinde Elongases enzimi ve Desaturaz etkindir. **Yağ asiti metabolizması, yağ asiti sentezinin stimule eden İnsülin ve yağ asidi parçalanmasını teşvik eden glukagon hormonlarının etkisi altındadır.**

DiĞER LİPIDLERİN SENTEZİ

Hayvan organizması hücre içinde bulunan ön maddeleri kullanarak diğer lipid gruplarını da sentezleyebilir. **Kolesterol asetatin kullanıldığı kompleks bir reaksiyonla sentezlenir. Dolayısı ile kolesterolün yemle verilmesine gerek yoktur.** Trigliserid, fosfolipid ve sfingolipidler yağ asitleri ve diğer bazı molekülleri kullanarak sentezlenir.

BALIKLARIN LİPİD (Yağ) İHTİYACI

Yağlar esansiyel yağ asitlerini içermelerinin yanı sıra enerji kaynağıdır. Balık rasyonlarında optimum balık gelişmesini sağlamak için yüzde 10-20 yağ önerilmektedir. Gökkuşuğu alabalıkları için en iyi gelişme %35 protein ve %18 yağ ile elde edilmiştir. Ancak sazan için %32 proteinli **yemde proteini düşürerek** yağı %5'den %15'e çıkarmak büyümeyi hızlandırmamıştır. Aç kalan balıklar enerji sağlamak üzere öncelikle lipid depolarını kullanmaktadırlar. Lipidlerden de öncelikle kısa zincirli (C18 ve C16) doymamış yağ asitleri mobilize edilmektedir.

BALIKLARIN ESANSİYEL YAĞ ASİTLERİ İHTİYACI

Su ekolojisinde tek hücreli algler temel yağ üreticisidirler. Gelişmekte olan bir Alg kuru ağırlığının %20'si kadar yağ içerir ve bunun da %50'si çoklu doymamış yağ asitleridir. Kırmızı alg ayrıca C20:4(n-6), Arahidonik asitçe zengin olabilmektedir. Fitoplanktonların esas tüketicisi kabuklu Zooplanktonlardır ki bunlar da Planktivorus balıklar tarafından yenilmektedir.

Tatlı su algleri de benzer yağ asitlerine sahiptirler ancak (n-6) PUFAs'lar daha yaygındır. *Dolayısı ile tatlı su balıklarının vücutlarında deniz balıklarına göre daha fazla C18 ve (n-6) PUFAs tespit edilmiştir.*

Bununla birlikte hem tatlı su hem de deniz balıkları eti (n-3) omega 3 yağ asitlerince zengindir. Doymamış yağ asitleri balık organizmasında sentezlenemediğinden yemlerle sağlanmaları gerekmektedir. Bütün balıkların % 1-2 düzeyinde esansiyel yağ asiti gereksinimi vardır. Ayrıca verilen yağ asitlerinin zincir uzunluğu da oldukça önemlidir.

Kalkan balıklarının yavruları C18'leri etkin bir şekilde kullanamamakta ve dolayısı ile C22(n-3) ve C20(n-3)'lere ihtiyaç duymaktadırlar. 200 gr ağırlığındaki kalkan balıkları ise C18:3(n-3)lerin rasyonda %4 yer almasıyla bu açığı halletmektedir. Ancak mekanizma tam anlaşılmamıştır. Deniz balıklarının genel özellikleri nedeni ile C20 ve C22 PUFAs'lara ihtiyaç duydukları bildirilmektedir. Bu yüzden rasyonlarla fazla miktarda kısa zincirli PUFA vermemeye dikkat etmek gerekmektedir. Kanal yayınları ile yapılan bir araştırmada hayvansal yağ veya Menhaden balık yağı C20:5(N-3) ve

C22:6(n-3) içeren rasyonlarla beslenen balıkların Avcıçeği yağı C18:3(n-3) veya keten tohumu C18:3(n-3) yağı ile beslenenlere göre daha iyi büyüdükleri ve daha iyi bir yem değerlendirmeye sahip oldukları bulunmuştur. Bu konuda bir genelleme yapılacak olursa ;

1-Ruminant hayvanlar selüloz sindirimi sırasında yemlerinde bulunan (n-3)PUFAs' parçaladıkları için bu tip hayvanların etlerinde (n-3)'ler çok az düzeydedir.

2-Yaygın olarak kullanılan bitki tohumları (n-6)PUFAs'ce zengin olduklarından balıkların (n-3)PUFAs ihtiyaçlarını yeterince karşılanmaz.

3-Su organizmalarında bulunan lipid daha çok n-3 olduğu için bunların beslenmesi balık yağına veya balık ununda bulunan yağlarla yapılmalıdır.

Tablo 3. Balıkların doymamış yağ asidi kompozisyonları ve gereksinimlerini etkileyen faktörler.

- Yaşam ortamı (tatlısu veya deniz):
 - Tatlısu türleri, linoleik serisi (18:2 n-2).
 - Diadromus türler: daha fazla linolenik serisi (18:3 n-3) ve tercihen PUFA,
 - Deniz türleri: PUFA (20:5 n-3 ve 22:6 n-3),
- Su sıcaklığı: soğuksu türleri daha fazla n-3 içerir ve gereksinim duyar,
- Beslenme alışkanlığı: karnivor türler, daha fazla PUFA.

Deniz balıklarından farklı olarak tatlısu balıkları rasyonla aldıkları 18 C'lu n-6 ve n-3 çoklu doymamış yağ asitlerinin doymamışlık derecesini ve zincir uzunluğunu artırarak (desaturasyon ve elangasyon) 20 ve 22 C'lu daha uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri üretebilirler. Linoleik ve linolenik asitlerin doymamışlık derecelerinin artırılması

Tablo 4. Kültür türlerin esansiyel yağ asidi gereksinimleri (Okumuş, 2000).

Tür	Gereksinim (% rasyon)
Gökkuşuğu alabalığı	% 0.8 –1.0, 18:3n-3 veya n-3 PUFA
Salmon	%1 (18:3n-3)+%1 (18:2n-6) veya %1-2, n-3 PUFA
Sazan	%1 (18:3n-3) + %1 (18:2n-6)
Kanal yayın balığı	%0.5-1.0 (18:3n-3)
Tilapia	%1 (18:2n-6/20:4n-6) veya %0.5(18:2n-6)+%0.5 (18:3n-3)
Yılan balığı	%0.5, 18:2 n-6 ve %0.5, 18:3 n-3
Kalkan	% 0.6-1.0 (n-3 PUFA)
Çipura	% 1.0-2.0 (n-3 PUFA)
Karidesler	%0.5-1.0 (n-3 PUFA)

Tablo 6. Ringa balığı ve domuz yağları ile desteklenen rasyonla yapılan beslemenin gökkuşağı alabalıklarının (150 g canlı ağırlık) kas yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisi (Boggio ve ark., 1985).

Yağ asitleri	Ringa yağı	Domuz yağı
Rasyon kompozisyonu (%):		
Doymuş yağ asitleri	24.4	31.0
Tekli doymuş yağ asitleri	59.9	57.4
Çoklu doymamış yağ asitleri	12.1	8.1
n-6 yağ asitleri	2.9	6.3
n-3 yağ asitleri	9.2	1.3
Balık etinin kompozisyonu (%):		
Doymuş yağ asitleri	22.3	24.7
Tekli doymuş yağ asitleri	53.3	51.4
Çoklu doymamış yağ asitleri	21.6	20.3
n-6 yağ asitleri	6.4	10.9
n-3 yağ asitleri	15.2	9.4

Doğal suların elde edilen sazanların kas ve ciğerlerinin yüksek oranlarda linoleik asit, EPA ve DHA içerdiği, buna karşın havuzlarda karbohidratça zengin tamamlayıcı yemlerle beslenen sazanlarda ise yüksek oranda oleik asit bulunduğu tesbit edilmiştir (Steffens, 1997). Bununla beraber, havuzlarda yetiştirilen sazanların %12 balık yağı içeren bir rasyonla beslenmesi sonucu kasın uzun zincirli n-3 çoklu doymamış yağ asitleri içeriğinin büyük oranda arttığı gözlenmiştir (Tablo 7).

Deniz balıkları ile yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ibeas et al. (1994), çipura (*Sparus aurata*) yavruları üzerinde yaptıkları 8 haftalık bir denemede, düşük seviyelerde n-3 HUFA içeren rasyonlarla beslenen yavruların kaslarının n-3 HUFA içeriklerinin de düşük olduğu belirlemişlerdir.

Tablo 7. Farklı rasyonlarla beslenen (133 gün) sazanların (800-900 g) doymamış yağ asidi kompozisyonu (% toplam yağ asidi) (Steffens, 1997).

Yağ asitleri	Temel rasyon + %12 mısır nişastası	Temel rasyon + %12 balık yağı	Temel rasyon + %12 mısır yağı	Temel rasyon + %12 keten tohumu yağı
18:1 n-9	47.7	23.5	32.9	25.3
18:2 n-6	6.7	7.0	35.0	14.9
18:3 n-3	3.3	4.0	2.7	32.3
18:4 n-3	0.2	2.2	0.2	1.0
20:1 n-9	3.0	4.5	1.8	1.6
20:4 n-6	0.6	0.5	1.3	0.2
20:5 n-3	0.3	6.7	0.1	1.0
22:6n-3	0.7	6.8	0.5	1.0
Σn-3	4.6	19.8	3.5	36.2
Σn-3	8.1	8.4	38.8	15.9
n-3/n-6	0.6	2.4	0.1	2.3

Yağların Brüt Enerjisi 9.45 kcal/kg balıklar %84 yararlandıkları için 8 kcal enerji değeri vardır.

Soğuk su balıklarının yemlerinde minimum %1 omega 3 yağ asiti ihtiyacı karşılanmalıdır

Ilık su balıklarının yemlerinde minimum %0.3-0.5 omega 3 yağ asiti ihtiyacı karşılanmalıdır

Ilık su balıklarının yemlerinde %10-15 oranında yağ bulunmalıdır. Soğuk su balıklarında ise;

Başlatma döneminde %19

Büyütme döneminde %15

Geliştirme döneminde ise % 12 yağ sağlanmalıdır.

VİTAMİNLER

Vitaminler genellikle enzimlerin yapısında kofaktör olarak görev yapan ve hayvansal organizma tarafından çoğu sentezlenmeyen organik maddelerdir. Çok az miktarlarda gereksinirler ve yetersizlikleri durumunda beslenme hastalıkları, kötü gelişme ve enfeksiyonlara karşı aşırı hassasiyet ortaya çıkar.

Bütün balık türlerine ait vitamin ihtiyaçları belirlenememiştir. Salmon, sazan, alabalık ve yayın balıkları için tespit edilen ihtiyaçlar diğer türlerde uygulanmaktadır. Kanal yayının miyo-inozitol'ü (Bitamin B8, BH) sentezleyebildiği tespit edilmiştir. Nil Tilapısı ve Sazan'ında bağırsak florasında yüksek düzeyde Vit. B12 sentezlediği bulunmuştur. Ancak soğuk su balıkları için mikrobiyal sentezin önemli bir kaynak olarak görünmediği kabul edilmektedir. Yine sazanın yemde metionin gibi metil gurubu sağlayacak kaynakların bulunması durumunda Kolini sentezledikleri tespit edilmiştir. Sıcakkanlı hayvanlar triptofanı niasine çevirebilirler. Ancak bu olayın pek çok balık türünde gerçekleşmediği ortaya konulmuştur. Yine memelilerde Vit. C veya L-Askorbik Asit glikozdan sentezlenebilmekte, ancak balıklarda L.glunolaktan oksidaz enzimi olmadığından Vit. C sentezi yapılamamaktadır.

Fazla düzeyde vitamin verilmesi, özellikle yağda eriyen vitaminlerin vücuttan atılmalarındaki günlük dolayısı ile Vitaminosis'e neden olur. Eksikliğinde ise, çeşitli anomaliler ve kötü gelişmeye neden olan Hypovitaminoz durumları gözlenir.

Vitaminlerin değişik sınıflandırılmaları yapılabilmesine karşın en yaygın olanı çözünürlüklerine göre yapılandır. Buna göre vitaminler Yağda çözülenler (A, D, E ve K) ve Suda çözülenler (B grubu vitaminler ve C vitamini) olarak 2'ye ayrılmaktadırlar.

YAĞDA ERİYEN VİTAMİNLER

Vitamin A : Gözün retina tabakasında bulunan ışık absorbe edici pigment olan rodopsin proteininin önemli bir bileşenidir. Bilinen 2 formu vardır. Vit. A, deniz balıklarında Vit. A2 ise, tatlı su balıklarında yaygın olanıdır. Vit. A ayrıca hücreler için daha önemlidir. Zira yetmezliğinde epitelyum, kemiksi ve konnektif dokularda deformasyonlar oluşmaktadır. Beta

Karoten kolaylıkla hidroliz olduğu ve 2 molekül Vit. A' dan oluştđu için yaygın olarak rasyonlarda kullanılan Vit. A kaynağıdır.

Vitamin D: Birkaç Vit. D grubu bileşik içinde Vit. D2 (Ergokalsiferol) ve Vit. D3 (Kolekalsiferol) en önemli olanlarıdır ve balıkların sadece Vit. D3 kan kalsiyum ve fosfor düzeyini düzenleyen hormonun ön maddesidir. **Vit. D, 7-dehidrokolesterolün ultraviyole ışıkla reaksiyonu sonucu hayvansal organizmada sentezlenebilmektedir. Bu olayın pek çok balık türünde de olduğu sanılmaktadır.** Derin olmayan sularda bu sentezin yapılabilmesi rasyonda Vit. D ihtiyacını belirlemektedir.

Vitamin E: Tokoferoller olarak bilinen, bilhassa doymamış yağ asitlerini korumak üzere antioksidan olarak görev yapan vitamindir. Yüksek düzeyde doymamış yağ asitleri ile besleme ihtiyacı artıracaktır. Se ile arasında metalik oksidan olarak interaksiyon mevcuttur. **Selenyumca yetersiz beslenen balıklarda ihtiyaç daha da artmaktadır.**

Vitamin K: Polikinon veya Menakinan olarak adlandırılan bir grup bileşiktir. Menakinon daha fazla aktiviteye sahip sentetik formudur. Kan pıhtılaşmasında önemli olan protrombin (bir protein) sentezinde önemli rol oynar.

SUDA ERİYEN VİTAMİNLER

Tiamin (B1) : Aktif formu tiamin pirofosfattır. Karbonhidrat metabolizmasında rol alan bir koenzimdir. Bu reaksiyon a- keto asitlerin dekarboksilasyonudur. Mg da bu reaksiyonda gereksinir. Özellikle Pürivatın Asetil- Co A ya dönüşümünde önemlidir.

Riboflavin(B2) : Sarı pigmentli bu vitamin vücutta flavin adenin dinükleotid (FAD) şeklinde bulunur. FAD vücuttaki pek çok oksidasyon redüksiyon olaylarında rol alır ve enerji değeri ATP ye benzerdir. Özellikle yağ asitleri, amino asitler ve pürivatın parçalanmasında ve elektron taşınmasında görev yapar.

Niasin (Nikotinik Asit) : 2 yüksek enerji bileşiğinin yapısında yer alır. Bunlar Nikotin amid adenin dinükleotid (NAD), NAD fosfattır(NADP). **Niasin, pek çok hayvan türünde triptofandan sentezlenebilmektedir. Ancak pek çok yem triptofanca fakir olduğu için rasyona niasin ilavesi daha uygundur.** NAD ve NADP de FAD gibi hücre içinde olan pek

çok oksidasyon redüksiyon reaksiyonlarında önemlidir. Özellikle sitrik asit siklusunda büyük önem arz etmektedir.

Pantotenik Asit (Koenzim A): Pant. Asit Asetil, Acyl veya Propionic-CoA nın koenzimidir. Bu molekül yağ asitleri sentezi ve oksidasyonu, pürivat oksidasyonu ve asetilasyonda önemli rol üstlenir. Hücrede CoA nın varlığı enejinin pek çok reaksiyon için transferinde temel etkendir.

Piridoksin(B6): Transaminasyon reaksiyonlarında önemli bir koenzimdir. Dolayısı ile balık beslemede çok önemlidir. Çünkü balıkların asıl enerji ihtiyacı amino asitlerin parçalanmasından elde edilmektedir.

Biotin: Bir moleküle CO₂ ilavesinin gerektiği durumlarda CO₂ transferine imkan sağlar. Biotin bağırsak bakterilerince sentezlenebilmektedir. Dolayısı ile yetmezliği pek gözlenemez. Yumurta akında bulunan ve Avidin olarak bilinen glikoprotein biotini bağlamakta ve absorpsiyonunu engellemektedir. Sıcaklık avidini denatüre etmektedir. Dolayısı ile çığ yumurtanın bu sakıncası göz önünde bulundurulmalıdır.

Folik Aist: Tek C lu bileşiklerin (örneğin CH₃ (metil)) transferinde bir kofaktördür. Bu vitamin 3 parçadan oluşur. (Pteradin p-aminobenzoik asit ve glutamik asit). Bazı organizmalarda rayonla p-aminobenzoik asit sağlanırsa setezlenebilir.

Siyenokobalamin (B12): Normal gelişme ve olgunluk için gereklidir. Kolin ve tek karbonlu bileşiklerin metabolizmasında rol alır. Rasyondaki miktarı çok azdır. Çünkü bağırsaktan absorpsiyonu için taşıyıcı glikoproteinlere ihtiyaç vardır.

İnozitol: İnositolün kofaktör aktivitesi yoktur. Fosfolipidlerin önemli bir öğesidir ve hücre membranı sentezinde önemli rol oynamaktadır.

Kolin: Koenzim fonksiyonu yanı sıra pek çok metabolik olayda metil verici rolü önemlidir. Örneğin Asetil- CoA dan Asetilkolin in üretilmesinde olduğu gibidir. Yemle yeterince metionin alınması durumunda metioninden sentezlenebilir. Ancak pek çok balık yeminde metionin düzeyi düşüktür. **Fosfolipidlerden lesitin ve sfingomiyelinin yapısında yer alır.**

Lesitin yağların naklini ve karaciğerdeki yağ asitlerinin vücutta değerlendirilmesini arttırmak suretiyle karaciğerde yağ birikimini engellemektedir.

Askorbik Asit (Vit. C): Güçlü bir indirgeyici özelliği vardır. Pek çok metabolik olayda rol almaktadır. Kırkırdak doku sentezinde kullanılan prolin ve hidroksi prolinin sentezi için gereklidir. **Hassas lipid membranların peroksidasyondan korunmasında etkilidir. Pestisit ve diğer toksik maddelerin vücut için zararlı olmalarınıda engellemektedir. Balık rasyonlarına Vit. C ilavesi gereklidir. L. Askorbik asit ekstrüzyonda aktivitesinin %50 sini kaybetmekte 4-8 hafta depolamada ise, yine %50 kayıp daha almaktadır. Sıcaklığa, depolamaya ve ışığa hassastır. Balıklarda antiskarbüt etkisi vardır. Daha stabil olarak L- askorbil-z-sülfat ve 1- askorbil z-fosfat formları bulunmaktadır.**

BALIKLARDA VİTAMİN YETMEZLİĞİ

Vit. A: Kötü büyüme, görme bozuklukları, epitelyum dokunun keratinleşmesi, yüzgeçlerin alt kısmında kanama ve anormal kemik oluşumu, gece körlüğü Fazlalığında ise, göz iltihaplanması ve sinirsel bozukluklar kuyruk yüzgeci kangreni ve yüzgeç anormallikleri gizlenmiştir.

Vit. D: Solungaç kapaklarında anormallikler, yavaş büyüme, Ca dengesinde bozulma ve tetani. Fazlalığında ise, uyuşukluk koyu renk oluşumu ve kötü büyümeye sebep olmaktadır.

Vit. K: Solungaç, göz ve damar dokularında kanlanma anemi, ölüm ve pıhtılaşma süresinin uzamasına yol açmaktadır.

Tiamin: Gelişmede yavaşlama, sinirlilik, depigmentasyon, deri ve yüzgeçlerde kan toplanması, iştahsızlık, denge kaybı ve ölüm.

Riboflavin: İştahsızlık, yemden yararlanmanın bozulması, ışıktan kaçma, katarakt, gözde kanama, anemi, hareketlerde düzensizlik, deri koyulaşması, deri ve yüzgeçte kanama.

Niasin: İştahsızlık, düzensiz hareketler, anemi, ışığa hassasiyet, karında su toplanması, deri altı kanamaları, deri ve yüzgeç lezyonları, ölüm, yavaş büyüme.

Piridoksin: İştahsızlık, anemi, sinir sistemi bozuklukları. spazmlar, ağırlık kaybı, ölüm, sık nefes alma, spiral yüzme.

Pantotenik asit: İştahsızlık, tembellik, deride solgunluk, doku kangrenleri, solungaçlarda şişme, ağırlık kaybı, yapışık ve mukoza kaplı solungaç, pankreasta atrofi, böbrek tüblerinde bozulmalar.

Biotin: Yavaş büyüme, anemi, koyu deri pigmentasyonu, bağırsak lezyonları, kas atrofisi, spazmlar, eritrosit bölünmesi, iştahsızlık, deri dökülmesi, solungaç lamellerinin kısalması.

Folik Asit: Yavaş büyüme, anemi, kırılabilir yüzgeç oluşumu, koyu deri pigmentasyonu, uyuşukluk, kötü gelişme.

İnozitol: İştahsızlık, deri lezyonları, iskelette deformasyon, iştahsızlık, yavaş büyüme.

Kolin: Yağ metabolizmasında bozukluk, yavaş büyüme, karaciğer yağlanması, bağırsaklarda kanamalar.

Vit. B12: İştahsızlık, anemi, yavaş büyüme

Vit. C: Anemi, lordosis (omurganın arkaya kıvrılması) scoliosis (omurganın arkaya eğilmesi), kollagen ve kıkırdaklarda hiperplasia, iç kanamalar, solungaçlarda çöküklük, solungaç, deri ve yüzgeçlerde kötü kıkırdaklaşma, hastalıklara direncin azalması ve yavaş büyüme.

LAVRA DÖNEMİ BESLEME VE GELİŞME

Kuluçkadan olgunlaşmıcaya dek morfolojik ve fizyolojik değişmelere göre yemleme ve besin maddesi ihtiyaçlarında önemli farklılıklar olmaktadır. Bu farklılıklar sindirim organının morfolojisinde, sindirim işleminde, besin maddesi ihtiyaçlarında ve yemleme alışkanlıklarında görölmektedir.

Balıkların yaşam dönemlerini 5 safhaya ayırmak mümkün:

Embriyonik: Döllenme ile ilk yemin tüketilmesi arasındaki dönem.

Larval: Aktif yüzme ve yemlemenin olduğu dönem.

Juvenil (genç): Yüzgeçlerin iyice gelişmesi ve solungaçların görölməsi.

Adult (olgun): Üreme organlarının faaliyete geçtiği safha.

Senescent: İlk yumurtlamadan sonraki dönem.

Sindirim Sisteminin Morfolojisi

En belirgin morfolojik değişiklik ağız büyümesi ve sindirim sistemindeki farklılaşmadır. Ağız büyüklüğündeki değişme gıda tüketme kapasitesini etkileyeceğinden önemlidir. Ağız büyüklüğüne uygun yemlerin sağlanması son derece önemlidir. **Nispeten büyük ağıza sahip Murray cod larvalar kuluçkadan yeni çıkmış artemiaları tüketebilirken flounder larvası bunları yiyememektedir. Bunlar için ciliate protozoları daha uygundur.**

Sindirim sisteminin morfolojisi genellikle basittir. Yüzen larvalarda dişler çoğu kez yoktur. Bağırsaklar kısa (vücut uzunluğunun yarısı) ve sindirim sistemi boyunca epik hücreler bölgesel farklılık göstermezler. Bu hücreler absorpsiyon hücreleridirler ve salgı üreten hücrelerin sayısı azdır.

İlk dış kaynaklı gıdanın alımını takiben pek çok değişiklik olur. Mukozal hücreler gelişir ve bağırsaklar farklılaşmaya başlar. **Bu dönemde protein ve lipid gibi büyük moleküllerin absorpsiyonu pinozitoz yoluyla gerçekleşir.** Sonra hücre içi sindirim meydana gelir. **Larval dönemin sonuna doğru dişler görünür, mide ve pilorik keseler gelişmeye başlar.** Mukozanın gelişimiyle birlikte fazla miktarda sindirim enzimi üretilir ve sindirim kanalında sindirim başlar. **Bu değişmelerde yemleme sıklığı ve larval hayvan için av büyüklüğü önemlidir.** Bu safhada diş ve midenin olmayışı besinlerin bu sistemlerden bağımsız olarak sindirildiğini göstermektedir. **Bir başka ifade ile gıdalar sindirim kanalının kısa olması dolayısıyla birer birer alınıp hızlı bir şekilde sindiriliyor olmalıdırlar.**

SİNDİRİM İŞLEMİ

Sindirim işlemi larval dönemde gitgide kompleks bir hal alır. Yüzen larvalarda epitelyum hücrelerin absorpsiyon yapmaları erken dönemlerde sindirim salgılarının çok sınırlı olduğuna işarettir. Kompleks değişimler sindirim enzimlerinin aktivitelerindeki değişikliklerle ilişkilidir. Levrek larvalarında kuluçka çıkışından sonraki 12. güne kadar tripsin aktivitesi artmakta sonra 16. güne kadar azalmakta, ancak 25. güne kadar tekrar artmaktadır. Tripsin nötr ph'da aktif enzimdir. Pepsin düşük ph'da aktiftir ve 16. günden sonra aktivitesi artmaktadır. Bu muhtemelen midenin gelişimi ve asit ile enzim salgısıyla alakalıdır. Kimotripsin dönem boyunca büyük bir değişim göstermemiş fakat karboksipetidaz tripsin gibi 25.günde daha aktif olmuştur. Balık çeşidine göre bu olgunlaşma dönemi farklı süreler almaktadır. Midesiz balıklarda olgun devreye kadar nispi bağırsak uzunluğu, triptik aktivite, besin geçiş hızı yaşla birlikte artmaktadır.

Deniz levreğinde yapılan bir araştırmada 14 günlük larvalarda morfolojik formasyonun oldukça ileri olduğu bulunmuştur. Larval dönemde canlı gıdaların (rotifer gibi) tüketilmesiyle sağlanan eksojen proteaz ve endojen tripsin salgısı tüketilen gıdaların (rotifer) hızlı parçalanması için yeterli olacaktır. Bununla beraber yapılan araştırmalar sindirim mekanizmasının erken larval dönemde çok zayıf geliştiği bu nedenle bu eksikliğin verilen yemlerde dikkate alınması yönündedir.

YEM YEME ALIŞLANLIĞI VE LARVAL DÖNEMDE BUNUN ÖNEMİ

Larval dönemde gelişme ve yaşama için beslenmenin çok önemli olmasına rağmen çeşitli larval su canlılarının besin maddesi ihtiyaçları az bilinen bir konudur. Küçük olmaları ve ellenmeye hassas olmaları bunda etkindir. Ayrıca bazı türler larval dönemde suni yem tüketmemektedirler. Bu türler kalkan, milkfish, kırmızı çizgili levrek, siyah levrek ve tatlı su levreğidir. Suni yem alanların ise, canlı yemlerle (zooplankton) desteklenmesi gerekmektedir. Bunlar sarı kuyruk ve puffer fish'dir.

Canlı yemlerle tam bir besleme optimum değildir. Gelişme ve yaşama oranının artması için küçük partiküllü suni yem ve canlı yem karışımı idealdir. Canlı yeme ihtiyaç duyan balık çeşitlerinin çoğunda yem alımı avın hareketi ile teşvik edilmektedir. Larvalarda gözler erken larva döneminde gelişmektedir. Görme avı yakalamada önemli bir etkindir. Görme kapasitesi türden türe göre değişmektedir. Sturgeon gibi bazı türler hiç ışık olmayan zooplanktonları yakalayabilmektedir. Tropikal iklimlerde kültüre alınan sazan gibi cyprinid balıklarda yem tüketimi pasif filtrasyonla olmaktadır.

Kültüre alınan balıklarda suni yem tüketme kapasitesi önemli bir avantajdır. Zira canlı yemlerin kültüre alınması zorunluluğu ortadan kalkmaktadır. Yapılan bir araştırmada canlı yemlerdeki amino asitlerin düşük düzeyde katabolize edildiğini bu yüzden kuru yem yiyenlere göre protein sentezinin uzun zaman aldığı bildirilmektedir.

LARVALARIN BESİN MADDESİ İHTİYAÇLARI

Suni yem tüketimindeki sınırlama yüzünden larvaların optimum besin maddesi ihtiyacını belirlemek zordur. Çoğu çalışmalar canlı yemleri genellikle yağ asitleriyle zenginleştirmek şeklindedir. Larval dönemde protein ihtiyacı ve esansiyel yağ asitleri ihtiyacı olgun balıklara göre daha yüksektir. Ayrıca vitaminlerce de rasyonlar zenginleştirilmelidir.

Yoğun olarak çalışılan canlı yemler tuzlu su karidesi ve rotiferlerdir. Artemis da kaliteyi etkileyen temel faktör esansiyel asit içeriğidir (Eicosapentanoik asit C20:5(n-3), EPA. Diğer esansiyel asit docosahexaenoic asittir C22:6(n-3), DMA. Bunların miktarı artmedia düşüktür. Rotiferlerde yine n-3 yağ asitlerince yetersizdir. Rotiflerde yine w-mayası ortamında kültüre

alınarak veya ekme mayası sayesinde artırılabilir. Çeşitli türlerde bu uygulamalar başarılı olmaktadır.

Genellikle EPA ve DHA larval beslemede önemli olmasına rağmen ihtiyaç türlere göre değişmektedir. Besin kalitesi ile ilgili problemler larvaların doğal havuzlarda yetiştirilmesi durumunda ortaya çıkmayabilir. Buralarda planktonik gelişme gübre ile teşvik edilmektedir. Çin ve Hint sazanlarının yetiştirilmesi böyledir. Yine Avustralya da tatlı su balıkçılığında böyledir. Bu ortamlarda ilave yeme gerek kalmadan yetiştirme yapılabilir. Ancak larvalar balıklar Juvenil (genç) yada büyük (adult) balıklara göre besin maddesi yetersizliğine daha hassastırlar.

Kuru yemlerin formülasyonunda zooplankton kompozisyonunu dikkate almak gerekmektedir.

Larval beslemede önemli 9 faktör aşağıdaki gibidir:

- 1- Formülasyonun besin dengesi
- 2- Besinlerin yararlılığı
- 3- Partiküllerin homojenliği
- 4- Partikül büyüklüğü ve dağılımı
- 5- Partiküllerin yoğunluğu
- 6- Suya dayanıklılık
- 7- Suda çözünübilirlik
- 8- Depolama dayanıklılığı
- 9- Ambalajlanma özellikleri

DAMIZLIK BALIKLARIN BESLENMESİ

Beslenme ile etkilenen üreme kriterleri olarak; cinsel olgunluk yaşı, yumurta sayısı, yumurta büyüklüğü, kimyasal olarak ölçülen yumurta kompozisyonu, kuluçka randımanı ve yaşam gücüdür. Bu konuda da araştırma sayısı sınırlıdır.

ÜREME FAALİYETLERİ İÇİN ENERJİ

Verilen enerji ilk olarak yaşama payı için kullanılmaktadır. Arta kalan kısım üreme ve gelişme için kullanılacaktır. Ne kadarının üreme ne kadarının büyüme için kullanılacağı türe ve hatta göre değişebilmektedir. Üreme için enerjinin diğer bir faaliyet için ayrılan (büyüme, hareket) enerjiden sağlandığı bildirilmektedir. Alabalıklarda yapılan bir araştırmada balıklar tam ihtiyaç düzeyinde (canlı ağırlığının %0.7si) yemle ve yarısı kadar (% 0.35) yemle beslenmişler ve üreme özellikleri tespit edilmiştir. Tam ihtiyaç düzeyinde yem verilen balıklar daha fazla yumurta ve daha büyük yumurta vermişlerdir. Bununla beraber nispi yumurta sayısı % 0.35 düzeyinde beslenen balıklarda daha yüksek bulunmuştur. Zira daha küçük yumurta birim hacimde daha fazla yumurta demektir. Az yemle beslenen balık daha az büyüyeceği için vücut büyüklüğüne oranla daha fazla yumurta elde edilmiş olacaktır. Alabalıklarda yetersiz beslemenin bir başka etkisi cinsi olgunluk yaşına olmuştur. Yetersiz beslenenlerin ilk yumurtlama yaşı 2-3 hafta gecikmiştir.

DAMIZLIKLARIN PROTEİN İHTİYACI

Bu konuda araştırmaların ortak olduğu nokta üreme veriminin başarısı için protein ihtiyacının gelişme için gereken optimum protein düzeyinde olduğu yönündedir. Tilapialarla yapılan bir araştırmada değişik protein düzeylerinin üreme verimine olan etkisi aşağıda verilmiştir.

Protein Düzeyin (%)	Yumurtlama Aralığı (Gün)	Ortalama Ağırlık (g)	100 g Dişi Balık Ağırlığı Başına Yumurta Sayısı
20	74 (34-153)	17.53(10.5-25)	608(288-1098)
25	48 (17-66)	22.46(12.3-48)	321
30	67	23.32(15.4-36)	535(337-734)

35	220	27.43(12.4-61.7)	434(228-628)
----	-----	------------------	--------------

Gelişme için optimum protein düzeyi olan %30'da ve %25 düzeyinde en iyi yumurtlama oranı gerçekleşmiştir. Protein içeriği ile ilk yumurtlama yaşı arasında pozitif korelasyon görülmüş ve daha düşük ağırlıkta (düşük protein oranı ile beslenenler) yumurta veren balıklar optimum protein düzeyi ile beslenenlere göre daha az sıklıkta yumurtlamışlardır. Ancak bunlarda nispi yumurta sayısı daha fazla bulunmuştur.

- Tilapialarda protein düzeyi düşük rasyonlar cinsi olgunluğu öne çekmekte, vücut büyüklüğüne oranla daha fazla yumurta vermekte ancak yumurtlama aralığı uzun olmaktadır.
- Rasyon proteini gelişme için optimum olduğu zaman, tilapialar üreme verimlerini hızlandırmaya yönelmemektedirler. Fakat yarayırlı enerjinin çoğunu büyüme için kullanmaktadırlar. Ayrıca optimum protein düzeyinde popülasyonun büyük bir bölümü yumurtlamaktadır. Yine tilapialarda baklagil unları yerine balık unu vermenin (yağ asitleri ve vitalogenik protein dolayısıyla) daha büyük yumurtalık gelişimi ve oosit oluşumunu sağladığı bulunmuştur.

YEM KALİTESİNİN ÜREME ÜZERİNE ETKİSİ

Damızlıkların amino asit ihtiyacının optimum büyüme için ihtiyaç duyulanla benzer olduğu farzedilmektedir. Protein, fosfor ve EPA'ca yetersiz rasyonların kuluçkalık yumurta sayısında azalmaya ve kuluçka sonunda deforme olmuş larvalara neden olduğu tesbit edilmiştir. En önemli besin maddesinin ise n-3 PUFA_s'lar olduğu bildirilmiştir. n-3 PUFA_s'larca zengin beslenen damızlıkların yumurtalarında fazlaca n-3 PUFA_s tespit edilirken yetersiz beslenenlerde bu yağ asitleri düşük miktarlarda bulunmuştur.

YEMLEMENİN BALIK ETİ KALİTESİNE ETKİSİ

Pek çok durumda yemin kompozisyonunu değiştirerek etin lezzet ve tekstürünü etkilemek mümkündür. Alabalıklar nemli ve yağ yemlerle beslenebilmektedirler. Rasyonlarının yağ düzeyi yüksek olabilmektedir. Bu tip yemler daha yumuşak bir et üretimine yol açacaklardır. Kuru yemlerle besleme ise daha çok arzulanan lezzette ve daha sıkı tekstürde et üretimini mümkün kılmaktadır. Eğer yağ yemler taze deniz balıkları içeriyorsa muhtemelen istenmeyen bir koku "sardalya tadı" oluşacaktır. Bozulmuş yem, okside olmuş ve acılaştırılmış yağlar ve

sudaki alg fazlalığı da hoş gitmeyen tat oluşumuna sebep olmaktadır.

Ekmek veya patatesle beslenmiş sazanlarda istenmeyen yaş ve yumuşak et dokusu oluşabilmektedir. İlave tahıl verilmesi daha sıkı tekstür ve daha iyi lezzeti sağlamaktadır. Eğer ilave yemleme yapılmayıp, sazanlar bütün ihtiyaçlarını doğal ortamdan karşılıyorsa, yine hoş gitmeyen bir lezzet ortaya çıkmaktadır.

Yayın balığı etini, aşırı alg patlaması, balık yağınca zengin yemler, misk otu bulunması, aşırı yemleme, kimyasallar ve organik bozulma olumsuz etkilemektedir. Yaz sonlarına doğru su sıcaklığının yükselmesi, büyük ihtimalle lezzeti azaltmaktadır.

BALIKLAR İÇİN TOKSİK MADDELER

Ağır Metal Toksitesi

Metal toksitesi doğal kaynaklardan olabildiği gibi, insanların yarattığı kirlilikten de olabilir. Ağır metallerin toksitesi ile ilgili bilgiler sınırlıdır. Civa zehirlenmesi en önemlisidir. Arsenik, krom, bakır ve selenyum zehirlenmeleri de bildirilmiştir. Metil formda civa en zehirlisidir. Balık civayı çok hızlı absorba edip, çok yavaş metabolize ederek atabilmektedir. Gözde biriktiğinde katarakt oluşmaktadır. Gonadlarda biriktiğinde üreme bozulmaktadır. Genel olarak toksik metallerden etkilenen balıkların sodyum absorpsiyonu bozulduğundan, ozmotik regölasyon mekanizması olumsuz etkilenmektedir.

Organik Toksik Bileşikler

Aflatoksin, nitrosaminler, sikloropenoid yağ asitleri ve tannik asit karaciğer kanserine neden olan etmenlerdir. Gossipol iştah kaybı ve karaciğerde seroid birikimine neden olmaktadır. Fitik asit çinko ve bazı iz elementleri bağlamaktadır. Klorinize olmuş hidrokarbonlar balık unlarında bir bulaşı olarak ortaya çıkar ve fry yemlerinde bulunması ölüme yol açar.

Damızlıklar yumurtalarına transfer ederler ve yumurtadan yeni çıkmış yavrularda ölüm oranını artırır, kuluçka randımanını düşürür. Toksopen yayın balığında vit.C'nin yararlanımını bozar. Kırık iskelet sendromuna yol açar.

Bileşik	Toksite Belirtileri
Ağır Metaller	
Arsenik	Ağırlık kaybı, karaciğer ve böbrek deformasyonu, hepatoma
Krom	İncebağırsaklarda patolojik değişiklik, öksürük, anal bölgede mukus akıntı
Bakır	Pigmentasyon değişikliği, gelişme gerilemesi, dokunmaya hassasiyet, karaciğer ve böbrek deformasyonu, solungaç, karaciğer ve sindirim kanalı alt kısmında kan toplanması
Civa	Katarakt, sodyum absorpsiyonunun bozulması, yumurta üretiminde azalma
Selenyum	Askites, eksoftalmi, alyuvar sayısında azalma, böbrek, iskelet kasları, mide, yumurtalıklar ve dalakta edema
Organik Bileşikler	
Aflatoksin	Karaciğer tümörü, nekrotik karaciğer, iç kanama, solungaçlarda edema
Antibiyotikler	Kullanılan antibiyotik Antimisin A ise renklenmede bozukluk. Eritromisin ise; yorgunluk, yumurtalıklarda iltihaplanma, karaciğer ve böbreklerde sivilceler.
Sikloropenoid Yağ Asitleri	Tümör üretimde aflatoksinle sinerjistik etki
Deterjanlar	Tat alma hücrelerinde hasar
Gossipol	Aflatoksin B1 ile kanserejenik etki
Pestisidler	Kısırlık, zayıflık, sinir hastalıkları, sindirim kanalı faaliyetlerinde aksama
Sulfonamidler	Böbrek yetmezliği, gelişme geriliği, edema
Tannik Asit	Karaciğer tümörü

BALIK YEMİ ÇEŞİTLERİ

Balık yemleri gelişme dönemlerine göre sınıflandırılabilir. Sırasıyla Başlatma, Fry, Fingerling, Besi ve Damızlık olarak sayabiliriz. Bazen pazar ürünü kalitesini arttırmak için çeşitli türlerde özel yemlerde olabilmektedir.

Başlatma Yemi

Larvanın endojen gıda kaynağı yumurta sarısı tükendiğinde verilen ilk yemdir. Eksojen yeme geçiş kritiktir. Eksojen yeme adaptasyon zorluğu nedeniyle aşırı ölümün olduğu dönemdir. Başlatma yemleri besleme yönünden tam ve kolay sindirilebilir ve uygun partikül büyüklüğünde olmalıdır. Pek çok durumda özellikle karides ve bazı deniz balıklarında ilk yemleme formüle edilmiş rasyonlardan ziyade canlı gıdalara dayanmaktadır.

Fry Yemi

Genellikle yüksek düzeyde protein içerir. Nispi olarak en hızlı ağırlık artışı bu dönemde elde edilir. Dolayısıyla bütün yetiştirme sistemlerinde bu dönem boyunca potansiyel büyümenin gerçekleştirilmesi son derece önemlidir. Fry yemleri flake veya kreml formda hazırlanmaktadır.

Fingerling Yemi

Metamorfoz ile 10-20 g. büyüklük arasındaki dönemdir. Yemleri kremlden pelete kadar değişebilmektedir. Fry yemine göre daha az protein ve enerji içermektedir.

Geliştirme(Besi) Yemi

Bu dönemde ağırlık artışı oldukça üniformdur. Bu yemlerde sağlanan proteinin metabolik aktivite için değil büyüme için kullanılmasını temin etmek son derece önemlidir. Bu aşamada su kültürü içindeki canlı kütle oldukça artmıştır. Yani yem ihtiyacı da maksimum artmıştır. Dolayısıyla yem maliyetinden en fazla tasarruf bu dönemde yapılabilir.

Damızlık Yemi

Cinsi olgunluk esnasında, somatik büyüme yavaşlamakta, gonadal gelişme ise hızlanmaktadır. Yem kalitesi yavru kalitesini etkilemektedir. Dolayısıyla damızlık yemi ihtiyaçları karşılayacak şekilde formüle edilmelidir. Bununla beraber pek çok türün damızlık beslenme ihtiyaçları çok iyi bilinmemektedir. Yaygın uygulama bu dönemde protein düzeyinin artırılmasıdır.

Özel Yem

Pazarlama büyüklüğüne ulaşan balıkların ürün kalitesini tüketici taleplerine göre ayarlamak üzere yapılan yemlerdir. Örneğin; daha cazip renkler elde etmek için karatenoid ilavesi gibi. Bu tip yemler çoğunlukla pazar değeri yüksek olan türlere yapılmaktadır.

BALIK YEMLERİNİN FORMU

1- Kuru Yemler: Bu yemler kuru ve nemli bileşenlerin bir karışımıdır. Bununla birlikte, çevresel faktörlere bağlı olarak % 6-10 düzeyinde nem içerirler. Bunlar kuru hammaddelerin basit karışımı olan toz yemlerdir. Mekanik olarak belirli bir şekile sıkıştırılan kuru yemler “peletler” olarak adlandırılır. Sıkıştırma ve formülasyona bağlı olarak bu yemler suda yüzebilir veya bataabilir. Kuru karışımın geleneksel buhar peletleme sisteminde, ısı uygulamasıyla daha geniş ve stabil partiküller olmaya zorlanmaktadırlar. Nem ve mekanik basınç bu işlemde etkili diğer unsurlardır.

2- Yaş Yemler: Bu yemler yaş veya nemli olabilmektedir. Genellikle “yaş yemler” yenmeyen balıklar ve balık ürünleri fabrikalarındaki atıklardan oluşan, kurutulmamış % 45-70 nem içeren yemlerdir. Bir başka deyişle, kuru ve yaş materyallerin karışımı ile elde edilen yemlere ise “nemli yemler” denilmektedir. Bunların nem içeriği % 18-40 arasındadır. Kuru olmayan yemler ekstrüzyonlanarak pelet forma sokulmuş veya ekstrüzyonlanmadan top, kek vb. şekilde form verilmemiş şekilde olabilmektedir.

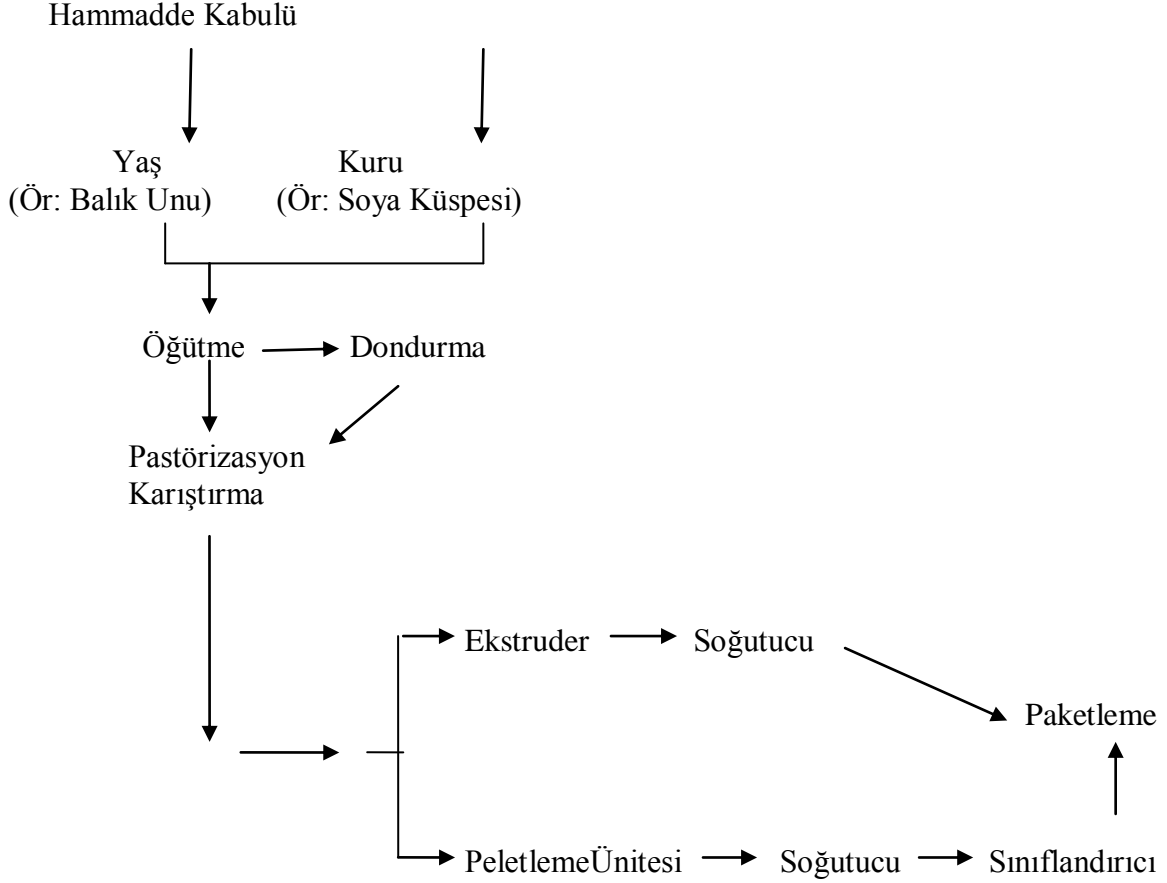
Ekstrüzyon işleminde basınç, nem ve sıcaklık oldukça kontrollü olarak uygulanmakta ve işlem karbonhidratları özellikle nişastayı pişirerek jelatinize etmektedir. Böylece soğuma esnasında peletin bağlanma kalitesi artmaktadır. Ekstrüzyon işlemini değiştirerek değişik düzeylerde yüzebilen veya batan yemler üretilmektedir. Bu peletlerde su yerine hava tutularak başarılmaktadır. Bu hava cepleri hızla soğuyan nişasta jelatinleri tarafından stabilize edilmektedir.

Ekstrüze edilmiş yemlerin daha iyi değerlendirildikleri bilinmektedir. Peletlemeden önce, yüksek nişasta içeren yemlerin ekstrüzyonlanmasının rasyonun yararlılığına etki ettiği bildirilmektedir.

Buraya balık yemi çeşitleri konacak Çizelge ayrı çizildi hazır

BALIK YEMİ ÜRETİMİ

Balık yemi üretiminde temel işlemler aşağıda verilmiştir.



Öğütme: Öğütme ile hammaddelerin partikül büyüklüğü küçültülerek yüzey alanı artırılmakta, karıştırma ve peletlemeye imkan sağlanmakta, sindirilebilirlik iyileştirilmektedir. Öğütme amacıyla yaygın olarak kullanılan değirmen çeşitleri “çekiçli” ve “valsli” değirmenlerdir. Balık yemleri üretiminde çekiçli değirmenler tercih edilmektedir.

Karıştırma: Öğütülmüş materyal homojen bir ürün elde etmek üzere karıştırılmaktadır. Uniform partikül büyüklüğü segregasyonu minimize edip formülasyona benzer pelet üretimini mümkün kılacaktır. Karıştırma yatay ve dikey helezon yada kaz ayağı (paddle) tipinde mikserler kullanılarak yapılmaktadır.

Peletleme: Peletleme ekstrüzyonla form verilmiş hammadde ya da karışımların sıkıştırılması olarak tarif edilebilir. Peletleme ile yemler yemleme için daha uygun ve dayanıklı bir fiziksel forma dönüştürülmektedirler. Peletleme ünitesi toz yem besleyicisi, pelet diskleri, soğutucu,

pelet kırınılaştırıcı, elek ve peletlenememiş yada çok küçük kırıntıların toplandığı ve yeniden peletlenmeye gönderildiği sistemlerden oluşmaktadır. İyi pelet kalitesi için maksimum sıkıştırma gereklidir. Ancak sıkıştırma ve saatte kapasite ters orantılı olduğundan ekonomik oranın bulunması önemlidir. Toz yem üniform bir şekilde pelet kalıplarına iletilir ve burada disk deliklerinden geçmeye zorlanır. Disk etrafında bulunan bıçaklar sayesinde şekillenmiş peletler arzulan büyüklükte kesilmektedirler. Pelet kalıplarına giriş noktasında, buhar mümkün olduğunca kuru olmalıdır. Fabrika tipine göre yatay ve dikey soğutucular kullanılmaktadır. Soğutucular peletlerin kurumasına da yardımcı olmaktadır. Bazen bunu sağlamak üzere kuru hava akımı kullanılmaktadır. Balık yemi üretiminde kullanılan pelet yemler:

- 1- Sıkıştırılmış peletler
- 2- Ekstrüzyonlanmış kuru peletler
- 3- Yarı nemli ekstrüzyonlanmış peletler'dir.

1. Sıkıştırılmış Pelet Yemler

Bütün peletleme işlemlerinde olduğu gibi sıkıştırılmış pelet yem üretiminde de ilk adım hammaddelerin öğütülmesi ve karıştırılmasıdır. Karıştırmayı takiben 5-20 s süreyle buhar tatbik edilmektedir. 85 °C sıcaklık ve %16 neme ulaşmış materyal disk deliklerinde sıkıştırılmaktadır. Basınç, sıcaklık ve nemin kombinasyonu karışımı nişastanında jelatinleştiği disk deliklerinde sıkıştırılmaktadır. Bu metot aynı zamanda “buharla peletleme” olarak bilinmektedir. Pelet kalitesi yemin yağ düzeyi, nem ve çevre nemi tarafından etkilenmektedir. Çok düşük (<%2) veya çok yüksek (>%10) yağ düzeyi arzulanmaz. Az düzeyde yağ çok sert pelet üretimine neden olurken, fazlası pelet üretimini güçleştirmektedir. Aşırı nem yumuşak pelet üretimine, fazlası ise peletlerin kırınılaşmasına neden olacaktır.

2. Ekstrüzyonlanmış Kuru Peletler

Ekstrüzyonlanmış kuru peletlerin formasyonu farklı fiziksel şartların kullanımını içermektedir. Sıkıştırılmış pelet üretimindeki delikler kullanılmakta ve oldukça farklı ürünler üretilmektedir. Burada sıcaklık 125-150°C'a kadar çıkmakta (20sn) ve nem de %20-24 düzeyinde olmaktadır. Bu nişastanın jelatinizasyonunu arttırmaktadır. Karışım yüksek basıncın olduğu ekstrüder deliklerine doğru itilmektedir.

Peletler delikleri terkettiğinde, basınçtaki azalma pelet içindeki suyun (yüksek basınç dolayısıyla sıvı formdadır) evaporasyonuna neden olmaktadır. Ayrıca jelatinize olmuş materyal hava kesecikleri oluşturarak genişlemektedir. Materyal soğuduğunda yoğunluğu 0.25-0.3 g/cm³'tür. Bu yoğunluktaki peletler yüzen peletlerdir veya çok yavaş batarlar. Hammadde kombinasyonunu veya pişirme şartlarını ayarlayarak yüzen veya batan peletler üretmek mümkündür. Ekstrüzyon ve buharla peletlemenin Alabalıklardaki etkilerinin incelendiği bir araştırmada ekstrüzyonlanmış peletle beslenenlerin karaciğer büyüklüğü ve karaciğer glikojen düzeyinin daha yüksek olduğu tesbit edilmiştir. Bu, ekstrüzyonlamanın rasyondaki karbonhidratların yararlılığının iyileştiğine bir işarettir. Fakat yüksek glikojen karaciğer fonksiyonlarını bozabilmektedir.