

## 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.**

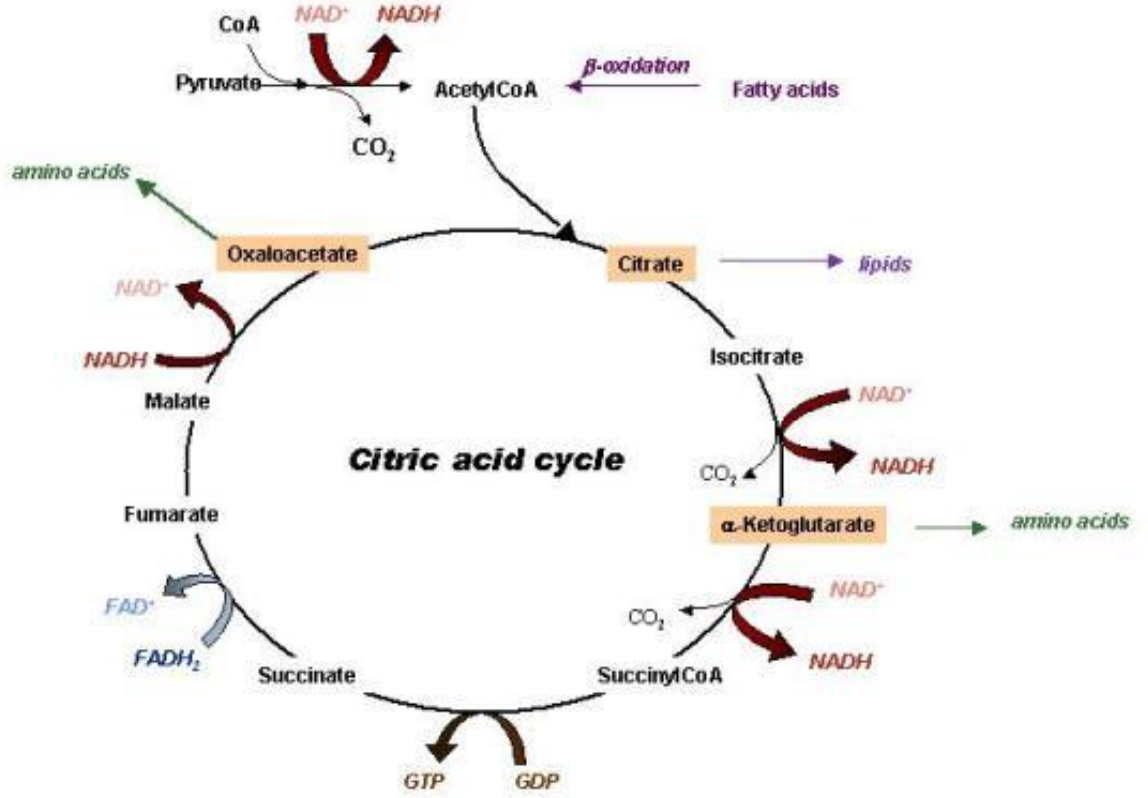
Omnivor ve herbivor balıklar sindirim sistemlerinin morfolojik ve fizyolojik yapısı nedeniyle karbonhidratları biraz daha iyi değerlendirmektedirler. Kan glikoz düzeyi düştüğünde arttırmak üzere salgılanan glukagon hormonunun etkileri çoğunlukla

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 izositrata 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 FADH<sub>2</sub> 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 FADH<sub>2</sub> molekülünden ise. 2 ATP sentezlenir. Sitrik asit siklusunun önemli özelliği hem anabolik hem de katabolik yöne sahip olmasıdır.

