

TIBBİ BİYOLOJİ

YAĞLARIN VE PROTEİNLERİN OKSİDASYONU

Yağların Oksidasyonu

Besinlerle alınan yağlar ince bağırsakta safra asidi tuzları ile önce emülsiyonlaşarak küçük damlacıklar haline getirilir. Sonra pankreastan gelen lipaz enzimi ile sindirime uğrayarak hidroliz olur, gliserol ve yağ asitlerine parçalanırlar. Daha sonra bağırsaktan emilerek bir kısmı lenf sistemine ulaşır ve bu sistem aracılığı ile kana karışırlar. 12 karbondan küçük zincirli yağ asitleri ve bunların trigliseritleri ise vena porta yolu ile karaciğere, oradan da büyük dolaşıma taşınırlar.

Emilen yağlar kana ulaştınca plazmada beyaz bir bulanıklık görülür. Böylece her iki yolla kana geçen yağların bir kısmı karaciğere, bir kısmı ise diğer dokulara geçer, bir kısmı da yağ hücrelerine geçerek orada depo edilir. Gereğinde depo edilenler de enerji elde etmede kullanılır.

Yağ asitleri ve gliserol'e parçalanan yağlar, enerji elde etmede kullanılacaksa Krebs siklusundan geçmeleri gerekir. Bunun için yağ asitleri önce CoA ile birleşerek aktifleşirler ve Asetil-CoA'yı oluştururlar. Daha sonra Asetil-CoA, CoA'nın ayrılmasıyla 2 C'lu asetik asit haline geçer ve Krebs siklusuna girerek okside olur ve organizmaya enerji sağlar.

3 C'lu gliserol molekülü de önce PGAL, daha sonra PGA ve nihayet 3 C'lu Pirüvik asite dönüşür. Pirüvik asit 1 CO₂ kaybeder, geriye kalan 2 C'lu madde CoA ile birleşerek 2 C'lu Asetil-CoA'yı oluşturur. CoA'dan ayrılan madde 2 C'lu asetik asit halinde Krebs siklusuna girer ve okside olarak enerji meydana getirir.

Yağların oksidasyonunda bir molekül **Palmitik asit**'in parçalanmasından **131 ATP** elde edilir.

Yağ asitleri ve aminoasitler farklı sayıda C atomu taşıdıkları için farklı sayıda ATP, H_2O ve CO_2 meydana getirirler. Örneğin: Yağ asitleri az oksijen (O_2), çok hidrojen (H) atomu taşır. Bunun için solunum sonucunda az CO_2 , çok H_2O oluştururlar. Bu nedenle yağlar kurak ortamda yaşayan hayvanlarda iyi bir su deposu kaynağıdır

Proteinlerin oksidasyonu

Proteinler yapılarında C, H, O, N, S ve P bulunan maddeler olup, en küçük molekülleri aminoasitlerdir. Amino asitlerin yapısında bir amino (NH_2) ve bir karboksil (COOH) grubu vardır. Karboksil grubunun birleşme değeri asidik ve amino grubunun birleşme değeri baziktir. En basit protein molekülü iki amino asitten birinin amino grubunun diğerinin karboksil grubuyla birleşmesi ve bunun sonucunda su çıkmasıyla oluşur. Bu sırada oluşan bağa peptid bağı denir.

Amino asitlerin farklılığı esas yapılar olan karboksil ve amino gruplarına ek gruplardan meydana gelmektedir. Bu yan gruplar alifatik, alifatik alkol, kükürt, imino asit, amid, bazik asidik ve aromatik yapıdadır. Molekül ağırlıkları 5000 ile birkaç milyona arasında değişir.

Amino asitleri bu şekilde gruplandırırsak:

- Alifatik amino asitler: Gly, Ala, Val, Leu, İleu
- Hidroksilli amino asitler: Ser, Thr
- Asidik amino asitler: Asp, Glu
- Amidler: Asn, Gln
- Bazik amino asitler: His, Lys, Arg
- Kükürt amino asitler: Cys, CysSH, Met
- Aromatik amino asitler: Phe, Try, Trp
- İmino asitler: Pro

(Gly: Glisin, Ala: Alanin, Val: Valin, Leu: Lösin, İleu: İzolösin, Ser: Serin, Thr: Treonin, Asp: Aspartik asit; Glu: Glutamik asit, Asn: Asparagin; Gln: Glutamin; His: Histidin, Lys, Lizin; Arg: Arginin, Cys: Sistein, Met: Metionin, Phe: Fenil alanin, Try: Tirozin, Trp: Triptofan, Pro: Prolin)

Canlılık özelliklerinin sürmesi için kesinlikle gerekli olan bileşiklerdir. Protein sentezi genlerin kontrolü altında olduğundan her canlının proteinleri değişiktir. Proteinler sindirim olayı sonunda kana geçmeden önce hidrolize olarak kendilerini oluşturan amino aside dönerler. Proteinlerin büyük kısmının biyolojik aktivitelerini belli pH ve sıcaklık aralığında koruyabilmesine rağmen, protein eriyikleri $60-80^{\circ}\text{C}$ 'a ısıtılırsa proteinler çöker. Buna **denatürasyon** denir ve proteinin biyolojik aktivitesi tamamen bozular. Denatürasyon bazı hallerde geri dönebilir ve protein aktivitesini tekrar kazanabilir. Buna ise **renatürasyon** denir

Proteinlerin biyolojik fonksiyonları:

- Hücre zarı ve endomembranlarda yapı maddesi olarak önemlidirler.
 - Kaslarda ve konektif dokularda yapısal görevi vardır.
 - O_2 'in hemoglobinle, elektronların sitokromlar aracılığıyla taşınmasında ve hücre membranlarında bazı maddelerin taşınmasında rol alırlar.
-

- Serum albumininin etkili olduđu elektrolit dengesini dzenlerler.
 - Anabolik ve katabolik reaksiyonların enzim ve hormonlar tarafından katalizlenmesinde iş görürler.
 - Plazma hücreleri tarafından oluşturulan immunglobulinler (antikor) antijenlere karşı organizmayı koruma grevi sağlar.
 - Nükleoproteinler aracılığıyla oluşturulan canlının büyümesi ve üremesi, aynı zamanda kalıtsal özelliklerin nesilden nesile aktarılması görevini üstlenirler.
 - Organizmanın kas kontraksiyonu (kasılması), yani hareket yeteneğini sağlama görevini yaparlar.
-

1 molekül protein okside edilince elde edilen enerji karbonhidratlarıkinden fazla, yağların oksidasyonundan ise azdır. Çünkü bir gram yağdan 9.1, proteinden 4.8, karbonhidrattan 3.8 kilokalori/g enerji elde edilir.

Hücrede en son proteinler yakıt maddesi olarak kullanılır. Çünkü proteinler hücrede yapı **maddesi** ve **enzim** olarak görev alırlar. Proteinler okside olmadan önce **proteinaz enzimi** ile **aminoasitlere** parçalanırlar. Daha sonra **aminaz enziminin** etkisi ile amin grupları ($-NH_2$) çıkarılır ve meydana gelen madde sitrik asit siklusuna girer.

Asetil CoA'nın rolü:

Asetil CoA, çeşitli temel maddelerin oksidasyonunda önemli bir ara maddedir. Karbonhidrat, yağ ve bazı proteinler sitrik asit siklusuna girmeden önce CoA ile birleşip Asetil-CoA'yı oluşturur (C_2 -CoA), sonra sitrik asit siklusuna girerler.

2. Anaerobik Solunum (Oksijensiz Solunum) (Fermantatif Solunum)

Besin maddelerinin oksijen kullanmadan yapılan oksidasyonuna **Anaerobik (oksijensiz) solunum** veya **fermantatif solunum** adı verilir. Anaerobik solunum oksijensiz ortamda cereyan ettiğinden oksijen son elektron alıcısı olarak iş görmez. Burada elektron taşıyıcı sistemin reaksiyonları, ara alıcıların tümü indirgenmiş duruma düşünce ve mümkün olan elektronların hepsi alındığı zaman sona erer.

Fermentasyon daha ziyade ilkel organizmalarda; **maya mantarları** (Oksijensiz solunumu benimsemiş olan maya hücrelerinde piruvat etil alkole dönüşür (Alkol fermentasyonu)) ve **bakterilerde** görülür (Gelişmiş hayvanlarda iskelet kas hücrelerinde veya laktik asit bakterilerinde oksijensiz koşullarda pirüvik asit laktik aside dönüşür (Laktat fermentasyonu)).

Bunun sonunda elde edilen enerji çok az olup ancak **2 ATP**'dir. İlkel atmosferde serbest oksijen olmadığından o zamanki organizmalar da fermentatif solunum yapmışlar ve basit yapılarından dolayı solunum sonucu elde edilen 2ATP'lik enerji yaşamlarını sürdürmeye yetmiştir.

Anaerobik (oksijensiz) solunum ve aerobik (oksijenli) solunumu karşılaştıracak olursak; bunların glikoliz evresi yani Pirüvik aside kadar olan evresi her ikisinde de aynen cereyan eder ve sonuç olarak **Aerobik (oksijenli) solunumda net 36-38 ATP; Anaerobik (oksijensiz) solunumda ise net 2 ATP elde edilir.**

Görüldüğü gibi eğer ortamda oksijen bulunmazsa son hidrojen alıcısı oksijen olmayıp başka bir maddedir. Bu nedenle fermantasyonda son ürün:

- hayvan hücrelerinde 3 C'lu laktik asit ($C_3H_6O_3$),
- bitki hücrelerinde ise fermantasyon tipine göre alkol ve sirke asididir.

Bu tip solunumda Pirüvik asit ile son ürün arasında ATP meydana gelmemektedir. 2 ATP'lik enerji yukarıda da belirtildiği gibi Glikoliz evresinde meydana gelir.

Mayalanma anlamına da gelen fermentasyon sanayide ve günlük yaşantımızda oldukça önemlidir. Mayalanma sayesinde alkol, sirke, turşu, yoğurt, peynir, kefir, kımız gibi çeşitli sanayi ve besin ürünleri oluşturulur. Alkol mayalanmasında maya mantarlarının enzimleri önemli bir rol oynar.

Bitki ve hayvan hücrelerindeki fermentasyon çeşitleri:

1) Laktik asit fermantasyonu:

Hayvansal hücrelerde oluşur. Dokularda, özellikle de kas dokusunda yeterli oksijen bulunmazsa $\text{NADH} + \text{H}^+$ pirüvik aside 2H vererek laktik asit oluşur. Bu madde kaslarda birikirse kas yorgunluğu görülür. Burada reaksiyon sonucu çıkan enerji sadece 18 kaloridir. Eğer daha sonra doku yeterince O_2 sağlarsa laktik asit aldığı H 'leri vererek tekrar pirüvik aside döner ve pirüvik asit de sitrik asit siklusuna girer, $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 'ya kadar parçalanır.

2) Alkol fermentasyonu

Pirüvik asitte Co-karboksilaz enzimiyle CO_2 koparılarak asetaldehit meydana gelir. Asetaldehit böylece $NADH + H^+$ 'den $4H$ alarak redüklenir ve alkol oluşur. Bu sırada 2 NAD^+ serbest kalır. Alkol ve CO_2 maya hücresi fermentasyonunun son ürünleridir. Elde edilen enerji 56 kilokalori/mol kadardır.

3) Sirke asidi (asetik asit) fermentasyonu

Pirüvik asitten Co-karboksilaz enzimi ile CO_2 ayrılır ve asetaldehit oluşur, bu da su bağlayarak asetaldehit hidrat meydana getirir. Asetaldehit hidrat en sonunda dehidrogenaz enzimi ile okside olup $2H$ kaybederek $2C$ 'lu asetik asit oluşur.

Oksijenli ve oksijensiz solunumun ortak özellikleri

- ATP kullanılır.
 - Organik moleküllerin kimyasal bağlarındaki enerji ATP molekülüne aktarılır.
 - CO_2 oluşur (Laktik asit fermentasyonu hariç)
-

Oksijenli ve oksijensiz solunumun farkları

Oksijenli Solunum	Oksijensiz Solunum
O_2 kullanılır.	O_2 kullanılmaz.
Glikoz inorganik maddelere kadar parçalanır	Glikoz organik maddelere kadar parçalanır
36-38 ATP elde edilir.	Net 2 ATP elde edilir.
Sitoplazmada başlar ve mitokondride devam eder.	Sitoplazmada gerçekleşir.

Solunum ile Fotosentezin Karşılaştırılması

	SOLUNUM	FOTOSENTEZ
Kullanılan madde	Glikoz, yağ, protein, O ₂	CO ₂ , H ₂ O
Son ürün	CO ₂ , H ₂ O, Enerji	Glikoz, H ₂ O, O ₂
Kimyasal değişim	Organik moleküllerin parçalanması	Organik moleküllerin yapımı
Ne zaman oluşur	Aralıksız	Gün ışığı devamınca
Nerede olur	Tüm canlı hücrelerde	Klorofil taşıyan hücrelerde
Genel formülü	$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 38 \text{ ATP}$ <p>(Enzim aracılığıyla)</p>	$6CO_2 + 12H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$ <p>(Güneş enerjisi - klorofil aracılığıyla)</p>