

METABOLİK YOL İZLERİ

Enerji elde edilmesi ya da hücre gelişimi için gereken yeni biyokimyasal maddelerin oluşturulabilmesi amacıyla besinlerin organizmada parçalanmasına (katabolizma) *yıkılım* denir. Metabolizmada yeni bir maddenin oluşması olayına ise (anabolizma) *yapım* ya da “biyosentez” denir. Metabolizmada bir molekülün yıkılımı ya da yeni bir molekülün oluşumu esnasında gözlenen reaksiyonların tümünü içeren mekanizmaya “metabolik yol”, bunun şematik olarak gösterişine “metabolik yol izi” denir.

Mikroorganizmalar karbonhidratlardan faydalanabilmek için salgıladıkları özel hidrolitik enzimlerle polisakkaritleri parçalayarak metabolizma için elverişli monosakkarit haline dönüştürürler.

Monosakkaritlerin metabolizmasında 7 önemli yol-izi vardır. Mikroorganizmalar ve monosakkaritlerin türüne göre bunlardan biri oluşur ve kullanılan yola göre meydana gelen son ürünler değişik olur. Bu yol izlerinin ana kısmını glikoliz oluşturur. Glikoliz (ya da glikolik yol izi), 1 mol glikozun çeşitli ara maddeler üzerinden 2 mol piruvata dönüşmesidir. Glikolizin net reaksiyonu şöyledir:



Görüldüğü gibi O₂ kullanılmamaktadır. Bu nedenle glikoliz havasız koşullarda enerji sağlayan biyolojik bir reaksiyondur. Pastör anaerobik koşullarda biyolojik tepkimeler için “havasız yaşam” anlamına gelen “fermantasyon” terimini kullanmıştır. Fakat bugün havalı ortamlarda oluşan biyoteknolojik proseslere de fermentasyon denmektedir.

Oluşan piruvat mikroorganizmaların türüne göre daha ileri giden bir anaerobik metabolizmaya sokularak laktat, asetat, etil alkol, bütanol, butirat, aseton vb. gibi yeni ürünler meydana gelir. İşte fermentasyon teknolojisinde laktik, asetik, süksinik, butirik vb. asitler ya da etil, bütil vb. alkoller bu şekilde üretilebilmektedir.

Eğer ortamda oksijen varsa, piruvat aşağıdaki net reaksiyonlara göre enerji meydana getirir:

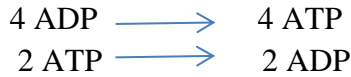


1) Embden-Meyerhof-Parnas (MP) Yol İzi:

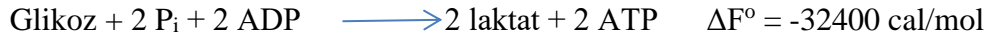
EMP yol izi birçok bitkisel ve hayvansal canlılarda 6 karbonlu monosakkaritlerin (yani heksozların) havasız özütlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Glikoz fermentasyonu çoğunlukla bu yol üzerinde meydana gelmektedir. Laktik asit bakterileri gibi bazı mikroorganizmalarda laktik dehidrojenaz enzimi bulunduğundan bu yol sonunda oluşan piruvat molekülü indirgenerek laktata dönüşür. Laktik asit üretiminde kullanılan bu prosese “homolaktik fermentasyon” adı verilmektedir. Şekilde EMP yol

izi üzerinden glükozdan laktik asit oluşumu görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi EMP yol izi çeşitli ara kademeler üzerinden geçmektedir. Gerçekte bu ara ürünleri oluşturan tepkimeler tersinirdir. Yani organizmadaki konsantrasyonlara bağlı olarak tepkime yönleri değişebilmektedir. Fakat, besin olarak organizmaya sürekli şekilde glükoz girdiği kabul edilirse, EMP yol izinin laktat oluşumu yönünde yürüyeceği açıktır.

EMP yolunda enerji bilançosu aşağıdaki gibidir:



Bu yol izinde NAD düzeyinde bir değişiklik olamamaktadır. Örneğin, glikozun laktik aside dönüşümüne ilişkin net denklemi



Şeklinde göstererek EMP yolunu özetleyebiliriz. Bu olayda kullanılan fosfat (P_i) besin ortamından yada başka metabolik reaksiyonlarda oluşan $\text{ATP} \rightarrow \text{AMP} + 2 \text{ P}_i$ dönüşümlerinden ortaya çıkan fosfat iyonlarıyla karşılanır.

2) Pentoz- Fosfat Çevrimi yada Heksoz Monofosfat (HMP) Yol İzi

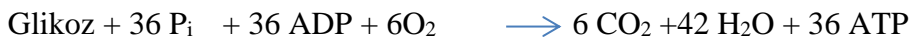
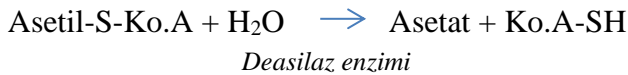
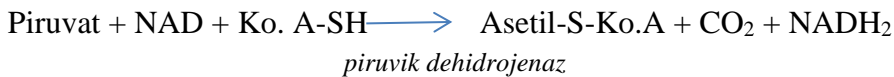
3) Entner-Doudoroff Yol İzi

Bu yol izinde 1 mol glükozdan 1 mol ATP oluşur.

4) Glikozun Laktobasiller tarafından Metabolizması

5) Glikozun Havalı Metabolizması

Organizmada glükoz yolunda oluşan piruvat, oksijenli ortamda metabolizmaya girerse yeni bir yol iziyle karşılaşırız. TCA (trikarboksilik asit), limon asiti veya Krebs çevrimi denir. Bu çevrimin net denklemi aşağıdaki gibidir:



Havasız fermantasyonda oluşan ATP sayısı, havalıya göre daha azdır. Örneğin, bir mayada aerobik metabolizmada oluşan ATP sayısı glikozdan meydana gelenin yaklaşık 5 katıdır.

Mikroorganizma	Yol izi	Ys (g kuru mikro/mol glikoz)	YATP (g kuru mikro/mol ATP)	1 mol glikozdan oluşan ATP
Maya	Glikoz (EMP)	20	10	2
Maya	Solunum	100	Y	yüksek
Laktik asit bakterisi	Glikoz (EMP)	20	10	2
Laktik asit bakterisi	HMP	10	10	1
Zymomonas	Entner-Doudorof	10	10	1

Ys, YATP: verim