

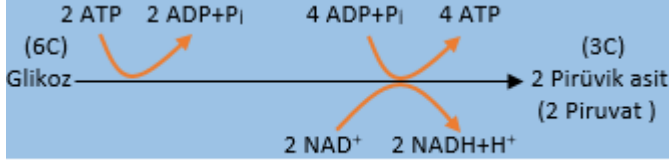
OKSİJENSİZ SOLUNUM (ANAEROBİK SOLUNUM)

HÜCRESEL SOLUNUM

- Solunum aklımıza ilk olarak soluk alıp-verme yani soluma gelmektedir.
- Ancak hücresel solunumun taşıdığı anlam bundan farklıdır.
- Hücresel solunum, organik moleküllerdeki biyokimyasal enerjinin ATP'ye dönüştürülme sürecidir. Hücre içerisinde gerçekleştiği için **hücresel solunum** denir.
- Hücresel solunumun amacı enerji (ATP) üretmektir. Üretilen enerjinin bir kısmı ATP'nin yüksek enerjili bağlarında depo edilirken bir kısmı da ısı olarak ortama verilir. Ortama verilen bu ısı enerjisi vücut sıcaklığının düzenlenmesinde kullanılır.

1. Glikoliz olayı

- Hücresel solunumun ilk aşamasıdır.
- Glikoliz, glikozun hücrenin sitoplazmasında enzimlerle 2 molekül piruvata (pirüvik aside) yıkıldığı hücresel solunumun ilk aşamasıdır. www.biyolojiportali.com



Şekil: Glikoliz evresi

- Glikozun aktifleşmesi ve reaksiyonun başlayabilmesi için aktivasyon enerjisi olarak 2 ATP harcanır.
- Bir glikoz molekülü başına, substrat düzeyinde fosforilasyon ile toplam 4 ATP üretilir. Net kazanç 2 ATP'dir.
- 2 NAD⁺ indirgenir yani 2 NADH⁺H⁺ oluşur.

-NAD (Nikodinamid adenin dinükleotit) elektron taşıyıcı bir koenzimdir. NAD⁺ iki elektron (2e⁻) ve bir proton (H⁺) bağlandığında indirgenerek NADH⁺H⁺ şekline dönüşür.

- Sitoplazmada gerçekleşir.
- Oksijene gerek duyulmaz. CO₂ kullanılmaz ve de oluşmaz.
- Glikoliz, tüm canlılarda sitoplazmada aynı enzimlerle gerçekleşir. Bunun nedeni her aşamada görev alan enzimlerin tüm canlılarda bulunmasıdır.

-Glikoliz enzimlerinin tüm canlı hücrelerde ortak olması tüm canlı hücrelerde ortak ya da benzer genlerin bulunduğunu kanıtlar.

2. Oksijensiz Solunum (Anaerobik solunum)

- Glikozun hücre sitoplazmasında oksijensiz olarak yıkılıp enerji elde edilmesidir.
- Bazı bakteriler oksijen olmaksızın ETS'yi kullanarak enerji elde ederler. Bunlar besin moleküllerinden kopardıkları elektronları oksijen dışında bir inorganik moleküle aktarırlar.

Sülfat (SO₄⁻²), kükürt (S⁰), Nitrat (NO₃⁻), CO₂ Fe⁺³ oksijensiz solunumda son elektron alıcısı olarak kullanılan inorganik moleküllerdir.

- Bataklık gibi oksijensiz ortamda yaşayan bazı bakteriler besin moleküllerinden kopardıkları elektronları ETS üzerinden sülfat iyonuna aktarırlar. Elektronların ETS'de taşınması sırasında açığa çıkan enerji ile ATP sentezlenir.
- Toprakta ve suda bulunan nitrat (NO₃⁻), oksijensiz solunum yapan bakteriler tarafından moleküler azota (N₂) dönüştürülür. Bu bakteriler oksijensiz ortamda ETS'lerinde son elektron alıcısı olarak nitratı kullanır. Nitrat elektron alarak birkaç basamakta moleküler azota dönüşür. Denitrifikasyon adı verilen bu olay biyosferdeki azot dengesinin korunmasına katkı sağlar.

3. Fermantasyon

- Oksijen yokluğunda sadece glikoliz yoluyla enerji elde edilen olaydır.
- Önemli bir vurgu:** Oksijensiz solunumda da fermantasyonda da oksijen kullanılmaz. Ancak Oksijensiz solunuma ETS görev yapar, Son elektron alıcı O₂ dışında bir inorganik moleküldür.

Fermantasyonda ise ETS görev yapmaz, son elektron tutucu molekül ise organikdir.

- Fermantasyon çoğunlukla bakteriler ve mantarlarda görülmekle birlikte, bitki tohumları, olgun alyuvar hücrelerinde de görülür. Ayrıca bağırsak solucanları gibi oksijensiz ortamda yaşayan bazı hayvanlarda da görülebilir. Hayvanların iskelet kası hücreleri de oksijen yetersizliğinde fermantasyonla enerji elde eder.

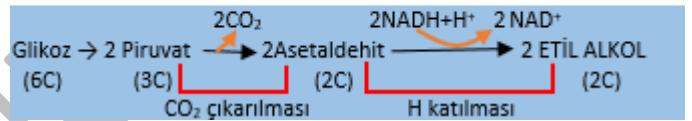
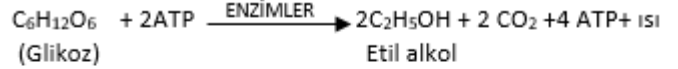
-Oluşan son ürün çeşidine göre fermeantasyon etil alkol ve laktik asit fermantasyonu olmak üzere iki çeşittir.

- A. Etil alkol fermantasyonu:** Glikolizin son ürünü olan piruvatlardan etil alkolün oluştuğu fermantasyondur.
- Başta bira mayası olmak üzere maya mantarlarında ve şarap bakterilerinde gerçekleşir. Hamurun kabarmasını, bira ve şampanyanın köpüklenmesini bu fermantasyonda çıkan CO₂ sağlar.

*Etil alkol fermantasyonunda ilk önce piruvattan CO₂ ayrılarak asetaldehit oluşur. **Asetaldehit oluşması etil alkol fermantasyonu özgüdür.** Sonrasında asetaldehit NADH⁺H⁺ın hidrojenlerini tutarak etil alkole dönüşür. Böylece NAD da yükseltgenerek serbest kalmış olur. Glikolizde tekrar kullanılır.

- Sonuçta 1 molekül glikozdan 2 Etil alkol, 2 molekül CO₂ ve toplam 4 molekül ATP (NET, 2 ATP) oluşurken bir miktar da ısı açığa çıkar.

Genel denklemi:

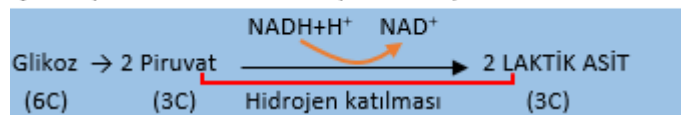


Şekil: Etil alkol fermantasyonu

- B. Laktik asit fermantasyonu:** Glikolizin son ürünü olan piruvattan laktik asit oluşmasıdır. Yoğurt bakterilerinde, yeterli O₂ gelmediği durumlarda omurgalıların kas hücrelerinde gerçekleşir.
- Turşu ve salamura zeytin üretiminde de laktik asit fermantasyonundan yararlanır. Bazı sucuk ve salamlar da laktik asit fermantasyonu ile olgunlaştırılır.

-Laktik asit fermantasyonu sonucunda 1 molekül glikozdan 2 molekül laktik asit oluşur. Toplam 4 ATP (net 2 ATP) sentezlenirken bir miktar ısı açığa çıkar.

- Genel denklemi:



Şekil: Laktik asit fermantasyonu

- Laktik asit birikimi yorgunluğa neden olur. Yoğurt yediğimizde uykumuzun gelmesi laktik asitten dolayıdır.
- Yoğun egzersizlerde çizgili kaslarımızda laktik asit birikir. Bu da yorgunluğa neden olur. www.biyolojiportali.com
- Laktik asit az miktarda olursa uyarıcı etkisi vardır. Onun için maçlardan önce ısınma hareketleri yapılır.
- Dinlenme ile kaslarımıza yeterli oksijen geldiğinde laktik asit piruvata dönüştürülür. O₂'li solunumda kullanılır. Yorgunluk hissi de ortadan kalkar.