

Böceklerde Boşaltım Yapıları

Boşaltım

- Boşaltım sistemi metabolik atıklar ve diğer toksik maddeleri vücut bölümlerinden ayırarak ve elemine ederek içsel çevrenin devamını sağlar. Bu atıklar çoğunlukla suda çözüldüğü için boşaltım işlemi osmoregülasyon ve su dengesinin devamı ile yakın ilişkilidir.
- Böceklerde su içeriği genelde %65-75 oranındadır, fakat bu oran %17-90 arasında böceğe ve evreye göre değişebilir.
- Böcekler su dengesini iki adaptasyonla çözerler, birincisi derinin geçirimsizliği ve ikincisi ise sofistike bir boşaltım sistemine sahiptirler.

Böceklerde ana boşaltım ürünleri:

- Karbohidrat ve lipid tüketildiğinde oksidasyonu sonucu enerji elde edilmekte sonuçta karbondioksit ve su üretilmektedir. Bu atıklar kolayca elemine edilebilirler.
- Aksine, proteinler ve amino asitlerin metabolizması su ve CO₂ 'ye ilaveten azot (N) oluşur. Amino asitler, karbohidrat ve lipidler gibi yoğun olarak depolanamaz ve gerekenden fazla protein tüketildiğinde fazla azot hızla elemine edilmelidir. Azot kendi başına toksik değildir, fakat biyolojik sistemlerde azot hızla amonyağa (NH₃) döner. Amonyakın bir kısmı amino asit sentezinde kullanılırken, kalan fazla miktar su ile seyreltilmediği sürece oldukça **zehirlidir**.
- Yüksek düzeydeki amonyak, sinirsel iletimde gereken potasyumun yerine geçerek sinirsel iletimi engeller. Ayrıca, karbohidrat ve lipid metabolizmasını değiştirebilir.
- Amonyak suda kolayca çözünerek amonyum hidroksit oluşturur, buda hücre membran lipidlerini bozar.

- Dolayısıyla hayvanlar amonyağın toksik birikimini engelleyecek şekilde dizayn edilmiş boşaltım sistemine sahip olmalıdır.
- Amonyak suda oldukça çözünebilir olduğu için, kritik biyolojik reaksiyonlardan ayrı tutulması oldukça zordur. Amonyak, biyolojik membranlardan kolayca geçebilir ve su ile deriştirilerek toksik düzeyin altında tutulması gerekir.
- Genelde, her bir gram amonyak için 400 ml su gerekir. Fakat karada yaşayan böceklerde bu mümkün olamaz. Dolayısıyla suyu korumalı ve nitrojenin (azot) amonyaktan **daha az toksik** moleküle dönüştürülmesi gerekir.

- Karada yaşayan organizmaların çoğunda nitrojenin üre ve ayrıca ürik aside dönüşüm yöntemi bulunmaktadır. Birçok memeli hayvanda ürik asiti uricase enzimi ile çok fazla çözünebilen ve kolayca böbreklerce atılabilen allantoin' e dönüştürülür.

- Üre amonyaktan daha fazla çözünebilir ve çok daha az zehirlidir; toksik olmayan konsantrasyona seyreltilmesinde yaklaşık 10 katı daha az su gerektirir.
- Böceklerde nitrojenin ürik aside dönüştürülme gereksiniminde başlıca etmen, suyun korunmasına gereken ihtiyaçtır. Ürik asit suda fazla çözünemez (insoluble) ve vücut sıvısında toksik düzeylere ulaşamaz. Ürik asitin seyreltilmesi için gereken su, amonyağın seyreltilmesi için gereken sudan 50 katı daha azdır.

- Hidrojen atomu sudan elde edildiği için, boşaltım molekülüne H ilave edildiğinde su dengesini değiştirir. Proteinden ürik asit sentezi diğer biyosistemler için kullanılabilir bir kaç karbon atomunun kaybı ile sonuçlanır. Daha büyük ve daha az toksik molekül oluşumu için önemli düzeyde enerji kullanılır.
-
- *Glossina* ' da 100 mg nitrojence zengin kan tükettiğinde fazla nitrojenin ürik asite dönüşmesi ve boşaltımı için 47 mg' lık besin enerjisini kullanır. Şayet böcek nitrojeni amonyak olarak atabilseydi sadece 15 mg' lık besin enerjisi kullanırdı.

- Her böcek ürik asit boşaltmaz ve her bir boşaltım da ana olarak bir maddeden oluşmaz.
- Boşaltım ürününün tipi sıklıkla beslendiği besine, gelişme dönemine ve ekolojik ortama göre değişir.
- Allantoin *Dysdercus* (Hemiptera) tarafından boşaltım ürünü olurken, bazı lepidopterlerde ve dipter larvalarında boşaltım ürünü allantoin asittir.

Malpighi borucukları:

- Böbreklere benzer olarak böceklerde ana boşaltım organı Malpighi tüpleridir, fakat böbreklerden farklı olarak çalışır.
- Böceklerde Malpighi borularında boşaltımın ana motoru epitelyum tabakasındaki iyon hareketleridir.
- Malpighi boruları böceklerde tuz ve su dengesini düzenleyen ana kısımdır, diğeri ise rektumdur.
- Boşaltım iki aşamalı işlemdir, borular tarafından sıvının çoğunluğu alınır ve vücudu terk etmeden art barsakta tekrar geri emilir.

- Malpigi boruları iki farklı hücre tipinden oluşmaktadır, bunlar ektodermden kaynaklanan temel hücre ve mesodermden kaynaklanan yıldız şekilli (stellate) hücrelerdir.
- Temel hücreler uzun mikrovililer içermektedir. Sıvı gibi sodyum, potasyum ve hidrojen iyonlarının taşınımında aktiftir. Yıldız şeklindeki hücreler ise klorid iyonunun akımını kontrol eder.
- Malpigi borularının uç kısmı (kapalı ucu) resorpsiyondan sorumluyken, alt kısmı (barsağa yakın kısmı) barsağa iyon ve organik solusyonlar ve su salgılar.

- Malphigi borularının kan tarafındaki hücrelerin yüzeyi bazal membran ve üzeri trake boruları ile kaplıdır. Borunun iç yüzeyindeki hücresel membran endoplazmik reticulum ve mitokondri açısından zengin olan fırça gibi yapılı bir sınıra sahiptir. Bu mikrovililer hücre ve boru lumeni arasında tuz ve su taşınımı için artan bir yüzey sağlar.
- Malphigi borusu adedi türe göre 2 ila 250 den fazla olarak değişir. Afidler ve collembollerde malpigi borusu bulunmaz. Malphigi borularından alınan sıvı kandakinin aksine yüksek potasyum ve düşük sodyum içermektedir.

- Ürik asit gibi boşaltım ürününe ilaveten, birincil ürün daha sonra tekrar geri emilecek diğer iyonlar, şeker ve amino asitler içerebilir.
- Şayet böcekler Malphigi borularından ana boşaltım ürünü olarak birincil ürünü kullansaydı, bir süre sonra potasyum ve suyu tüketirdi. Bu durumda ikincil bir sistem olmalıdır. Buda art barsağın rectum bölgesidir ve iyonların çoğunun ve suyun tekrar geri kazanılmasını sağlar ve sadece ikincil ürün boşaltır.
- Rektumun yüzeyi kütikula ile kaplıdır ve hemen altında fırçamsı bir yapı bulunur. Rektumun pHsının art barsağın diğer kısımlarına oranla daha asidik olması ve ürik asidin çözünürlüğünün asidik koşullarda oldukça düşmesi nedeniyle, art basraktaki asidite ürik asidin çökmesine ve su kullanılmadan atılmasını sağlar. Kütikular tabaka altında rectal epitel yapı bir moleküler elek işlevi görerek büyük moleküllerin girişine engel olur.