

DONMAK İSTER MİSİNİZ ?

İnsan ve hayvanları dondurarak, yıllar boyu canlı tutmak ve zamanı gelince buzlarını çözüp, tekrar hayata döndürmek! Bu henüz, sadece bilimkurgu yazarlarının harcı; fakat bazı hayvanlar bunu çok güzel uygulayabiliyorlar.

Canlıların dondurularak saklanmasına "kriyoni" adı verilmektedir. Günümüzde bu işi para karşılığı yapmayı planlayanları bir yana bırakın, aslında, hiçbir bilimsel olasırlığı -şimdilik- bulunmayan böylece projeler, gönüllü adaylar için, soğuk bir ölümden başka bir şey değildir.

Olayı gerçek boyutlarında incelediğimizde, kriyoni araştırmacıların aslında hiç de hayâlpereş kişiler olmadıklarını görmekteyiz. Bu konu üzerinde çalışan bilim adamlarını iki gruba ayırabiliriz: Biri, insan organlarını dondurarak transplantasyon için saklamayı, öbür grup ise, donma sanatını iyi bilen bazı hayvan ve bitkilerin sırlarını çözmeyi kendine temel hedef edinmiştir. Bu hayvanlardan bazıları ise, her iki grubun da ilgi sahasına girmektedir.

On yıl öncesine kadar araştırmacılar, donma sanatının, sadece omurgasızlara mahsus bir yetenek olduğunu sanıyorlardı. Bu düşünce, Minnesota Üniversitesi'nden William Schmid'in bir keşfiyle değerini kaybetti: Tabiatla, bazı kurbağaların, kış uykusu sırasında, vücutlarında buz kristalleri oluşuyordu. Bu kurbağalar, gri ağaç kurbağası, ilkbahar kurbağası ve

Bazı kurbağalar donmasını çok iyi biliyor.



ağaç kurbağasıdır. Bu türlerin hepsi de, kışları don olaylarının görüldüğü coğrafik bölgelerde yaşamaktadır.

Bu hayvanlar, özellikle Ottawa Carleton Üniversitesi'nden Ken Storey, Janet Storey ve meslektaşlarının çok ilgisini çekti. Bu araştırmacıların temel hedefi, kurbağaların sahip olduğu bu biyolojik mekanizmanın sırlarını çözerek, insan organlarına uygulayabilmektir.

Donmuş bir kurbağa, alışılmamış bir biyolojik yapıdır. Hiçbir hayat belirtisi göstermez. Kalp atışı, nefes alışverişi ve kan dolaşımı tamamen durmuştur. Buz, derisini, karnını ve kas liflerini tamamen kaplamıştır. Aort damarı kesildiğinde dahi kanama olmaz; kalp ve diğer hayati organlar, soluk bir renktedir. Kol ve bacaklar sert, gözler ise, pusludur.

Buzlar çözöldükten sonra görölen ilk hayat işareti, kalbin tekrar atmaya başlamasıdır. Ekstremitelerini tekrar kullanmaya başlamazdan önce, hayvan, seri halde nefes alıp verir.

Fakat hayata dönüş her zaman mümkün olmamaktadır. En dayanıklı kurbağa, sadece -8°C sıcaklığa kadar sağ kalabilmektedir. Yapılan araştırmalarda, kurbağaların, vücut suyunun tamamına yakınının donması halinde hayatta kalmadıkları anlaşılmıştır.

Hayvanlar, aniden donmayıp, bu işlem 24 saat kadar sürmektedir. Kandaki ve hücre aralarındaki su dondukça, geride donma noktası daha düşük olan daha yoğun bir solüsyon kalmaktadır. Sıcaklık azaldıkça, donan su miktarı artmakta, böylece, geride kalan solüsyonun yoğunluğu da yükselmektedir. Bu donan su oranının, hücreler için hayati bir önemi vardır. Öyle ki, kritik bir sıcaklıkta, kritik bir hücre dışı sıvı konsantrasyonunda, artık dokular ölmeye mahkumdur. Bu oran, türlere göre vücut suyunun %50-60'ı arasında değişmektedir.

Ken Storey, donmaya karşı dayanıklılıkta dört temel unsurun rol oynadığına inanıyor. Birinci unsur, buzun oluştuğu yerler. Çünkü, hücre içindeki suyun donması ölümcüldür; bu yüzden, sadece hücre aralarındaki ve kandaki su donmalıdır. Buz oluştuğunda, kan, daha yoğunlaşmış olmaktadır. Bu ise, hücre içindeki suyun osmozla dışarıya çekilmesi demektir ki, hücrenin, büzölüp ölmesi anlamına gelir. Bu yüzden, hücre büzülmesinin en az düzeyde gerçekleşmesi gerekir; ikinci unsur budur. Üçüncü unsur, hücre fonksiyonlarının bağlı olduğu özel zar ve proteinlerdir. Suyun çekilmesi, bunların yapısını bozabilir. Son olarak ise, donmuş kan, besin ve oksijen taşıyamayacağına göre, metabolizmada bazı aksaklıklar gündeme gelecektir.

TATLI SOLÜSYONLAR

Ağaç kurbağası ve diğer soğuk arkadaşları, bu problemlerden hiç de rahatsız olmuş gibi görünmüyor. Kendilerine verilen temel özellik, bol miktarda glikoz üretebilmeleridir. Sanki bir diyabetik hasta gibi, kurbağanın kan şekeri seviyesi, çok yüksek değerlere çıkmaktadır. Bazı deneylerde, bu seviyenin, 550 milimol/litre'ye kadar çıktığı görölmüştür. Oysaki, bu değer, normalde kurbağa için 1-5, insan vücudu içinse 4-5 mmol/litre'dir. Aç bir insanda 5,6 mmol/litre'deki kan şekeri, diyabetin (şeker hastalığı) bir belirtisi olarak kabul edilmektedir.

Bu aşırı glikoz konsantrasyonu, normal durumlarda çok önemli sorunlara yol açmaktadır. Bu gibi hallerde, glikoz, proteinlerle reaksiyona girerek yapılarını değiştirir. Sonuçta ise, kan pıhtılaşması ve yağ metabolizması gibi pek çok fizyolojik olayda aksaklıklar görölür. Donmuş bir kurbağada, bu tehlikelerin hepsi, özel mekanizmalarla önlenmektedir.

Glikoz, donmuş kurbağanın vücudunda oldukça önemli rol oynar. En önemlisi ise, hücrelerden su çekilmesini önleyip, büzölme olayını engellemesidir. Kurbağanın hücrelerindeki zar, glikoza karşı oldukça



Bilimkurgu filmlerinin dondurulmuş insanları! Kimbilir? Belki bir gün gerçek olabilir.

geçirgendir; böylece glikoz, kolayca, hücrelere girer. Vücutta yüksek miktarlarda bulunan glikoz, donma sıcaklığını düşürür; bu sayede, hayvanın vücut içi sıvısının çok az bir bölümü soğukta buz haline gelir.

Araştırmacılar, glikozun donmuş hücreleri de besleyebildiğini bulmuşlardır. Kalp kasından hazırlanmış özel bir preperata, glikoz yerine gliserol verilerek, hücreler ısıtıldıklarında tekrar kasılmayı başaramamışlardır. Oysaki gliserol, laboratuvarlarda kullanılan ve böceklerin de sahip olduğu bilinen etkili kriyoprotektan(donmayı engelleyici) maddedir. Fakat, ağaç kurbağasında bu şekilde yetersiz kalması, glikozun çok daha değişik işlevleri olduğunu düşündürmektedir. Doğruluğu kesin olmamakla birlikte, glikoz, hücre zarının yapısını koruyor olabilir. Bazı araştırmacılar, glikozun, donma sonrası kan dolaşımı durduğunda hücrelerin besin ihtiyacını karşılamakta en büyük faktör olduğunu düşünüyorlar.

Glikoz, hücrelerin kışı geçirmesine iki yolla yardımcı olmaktadır. Birincisi, vücudun doğal yakıtı olmasıdır; böylece, hayvan açlıktan ölmez. İkincisi, glikoz, üre sentezi gibi pek çok metabolik reaksiyonu durdurur; bu sayede, hücrenin değişik besin kaynakları çabuk tükenmez. Her iki durumda da glikozun önemi tartışılmaz. Öyle ki, Ken Storey, ağaç kurbağasından hazırlanmış olduğu karaciğer preperatına glikoz ilâve etmiş ve doku -20°C'ye kadar canlı kalabilmiştir.

Araştırmacılar, kurbağanın glikozu nasıl ürettiğini incelediler. İşlemi tetikleyen olay, sıcaklığın düşmesi değil, donmanın başlamasıydı. Kışı donarak geçiren pek çok böceğin aksine, kurbağa, sonbaharı fizyolojisini donmaya hazırlayarak geçirmez. Bunun yerine, sahip olduğu hassas protein dengesi uzun süre etkilensin diye, vücudunda meydana gelecek glikoz patlaması için son ana kadar bekler. Bu durumda, kış hafif geçerse, hayvan, hiçbir şey kaybetmeyecek ve boş yere kriyoprotektan üretmemiş olacaktır.

Donma baş gösterdiğinde ise, kurbağanın cevabı oldukça çabuk ve etkilidir. Deri üzerindeki buz belirir belirmez (kar ve benzeri yollarla), karaciğere bir mesaj gider ve bu organ, sahip olduğu glikojenin bir kısmını hemen glikoza çevirir. Karaciğere giden bu

mesajın niteliği ise, halen bilinmemektedir. Uzmanlar, iki ihtimal üzerinde durmaktadır: Biri hormonlarla, diğeri ise, sinir sistemiyle mesajın iletilmesidir. Araştırmalar, hormonal bir mesajın daha kuvvetle muhtemel olduğunu ortaya koymuştur; fakat, hangi hormonun bu işi yaptığı henüz bilinmemektedir. Eğer bu tam olarak anlaşılabilirse, insan hücreleri için de benzer bir mesaj sistemi kurulması beklenmektedir.

Her ne şekilde olursa olsun, sinyal geldikten beş dakika sonra kandaki şeker miktarı, hızla artmaya başlar. Glikojenin glikoza çevrim işlemini kontrol eden faktör, glikojen fosforilaz enzimidir. İki ayrı mekanizma ile bu enzimin karaciğerdeki miktarı artırılır. Fosforilaz enzimi, aktif ve inaktif formlarda bulunabilmektedir. Donma başladığında gelen mesaj, inaktif enzimi aktif hale getirir. İkinci mekanizmayla ise, karaciğerdeki toplam fosforilaz enzimi miktarı artırılır. Fakat bunun sistematığı tam olarak aydınlatılamamıştır. Her ikisinin toplam

sonucu, fosforilaz enziminde on katlık bir artış ve kanda glikoz birikmesidir.

Bu değişiklikler önemli olmakla birlikte, kurbağanın ihtiyaç duyduğu şeker seviyesine erişmek için yetersizdir. Çünkü, vücutta şeker dengesini sabit tutmaya çalışan pek çok fizyolojik sistem bulunmaktadır. Bunların da etkisiz hale getirilmesi, bir zarurettir. Aksi halde bu iş, tipası açık bir kuvveti doldurmaya çalışmak gibi bir şey olurdu.

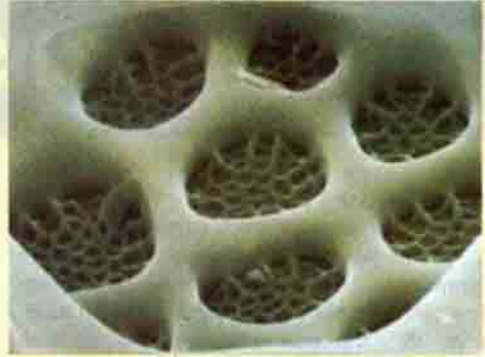
Buna çare olarak harekete geçirilen önemli bir mekanizma, glikozun kimyasal yıkımının engellenmesidir. Glikoz, hücrelerin doğal besini olduğundan, dokular tarafından tüketilivermesi çok muhtemeldir. Ken Storey'e göre, fosfofruktokinaz enziminin faaliyetine bir sınırlama getirilmektedir. Bu enzim, glikozun yıkımında anahtar rol oynamaktadır. Sonuçta, glikoz parçalanmadan kalabilmekte ve vücutta kriyoprotektan olarak işlev görebilecek konsantrasyona ulaşabilmektedir.



Resimde görüldüğü gibi, donan kurbağalar, karakteristik bir görünüm alır. Bacaklar içeri çekik, kafa aşağı eğilmiş. Buzları çözüldükten sonra ise, eskisi kadar canlıdır.

Sekilde, Isthmia Nervosa türünden bir algin Raster Elektron Mikroskobu ile çekilmiş bir görünüşü yer alıyor.

Yapısı, bitkiler âlemi içinde ender rastlanabilen bir olağanüstülüğe sahip. Bu alglerin bir özelliği, birkaç nesil boyunca çoğalan türlerinin gitgide küçüldüğü ve yaşamını sürdürülebilmesi için gereken limitin altına düştüğüdür. Fakat genellikle, iş bu noktaya gelmeden, eşeysiz olarak üremeyi bırakırlar ve ilk boyutları ölçüsünde yeni nesiller üretebilecekleri eşeyli üremeyi devreye sokarlar.

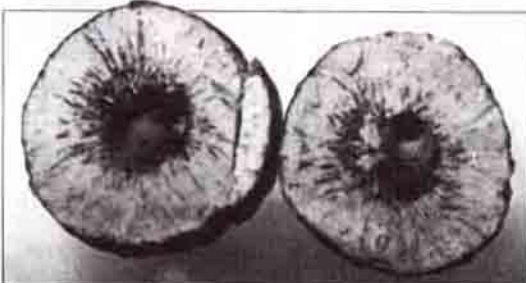


Isthmia Nervosa türü algler, en azından 135 milyon yıllık bir maziye sahip. O tarihten bu yana birketen kabukları, yaklaşık 100 m yüksekliğinde yığınlar haline gelmiştir. Bunlar günümüzde, filtre maddesi, yalıtıcı madde ve patlayıcı eldesinde kullanılmaktadır. İçinde bulundukları suyun tuz içeriğine ve asidin derecesine karşı duyarlı oldukları için, su arıtma tesislerinde de kullanılırlar.

Bu sayıda yandaki fotoğrafı ilginize sunuyoruz.

İkinci mekanizmayla da, vücutta artan glikozun glikojene çevrilmesi engellenmektedir.

Araştırmacılar, artık, insan organlarına da düşük sıcaklıklarda saklayabilecek özel solüsyonlar hazırlamaya çalışıyorlar. İlk adım, glikozun başka omurgalıların hücrelerini de koruyup korumadığını belirlemek. İlk bulgular, olumlu yönde ümit vermektedir. Uzmanlar, sonbaharda doğup, kışı yuvalarında geçiren bir cins kaplumbağa (*Chrysemys picta marginata*) keşfettiler. Yavru kaplumbağalar, soğuğa karşı savunmasızdı ve pek çoğu donuyor, hatta vücutlarındaki suyun yarısı buza dönüşüyordu. Bu hayvanlarda da glikoz, önemli bir rol oynamaktadır.



Mazi sineği larvası, bir tür bitkinin özüne girerek kışı orada geçirir. Larva -40°C'ye kadar düşen sıcaklıklarda, donmuş bir şekilde havanın ısınmasını bekler.

Bütün bu bulgulardan sonra, ortada bir sorun kalmaktadır. Acaba bu hayvanların hücrelerinin yapabildiğini, memelilerin hücreleri de yapabilir mi?

Araştırmacılar, memelilerden alınan kalp dokusu üzerinde incelemeler yaptılar. Fakat, bu hücreler, glikoza karşı pek geçirgen çıkmamış, basit bir şeker solüsyonu ile başarılı sonuçlar alınamamıştır. Fakat uzmanlar ümitsiz değiller. Memelilerin hücrelerinde bulunan glikojenin, bazı özel sinyallerle glikoza çevrilebileceğini ve böylece doğal bir kriyoprotektan elde edilebileceğini düşünüyorlar. Bunun ise bazı özel hormonlarla gerçekleştirilebileceğine inanıyorlar.

Çözülme bekleyen tüm sorunlar halledilse bile, daha üst düzeyde problemler bizleri bekliyor. Organ ve canlıları dondurabilecek metotlar geliştirilebilse de, bu sistemin sıcaklığının, ağaç kurbağasının dayanabildiğinden çok daha aşağılarda olması gerekmektedir. Bu durumda ise glikoz, hiç de iyi bir kriyoprotektan madde değildir. Cambridge Üniversitesi'nden David Pegg, bu konuda pek iyimser değil. Pegg, donan kurbağaların iç organlarının her zaman yumuşak ve donmadan kaldığına dikkati çekerek, bu durumda, dondurularak saklanacak organların, çok daha değişik tehlikelere maruz kalacağını düşünüyor.

Canlıları ve onların organlarını dondurarak saklama fikri, gerçekleşsin veya gerçekleşmesin, kendisine donma sanatı çok iyi öğretilmiş canlıları tanıyoruz... Ve, onlardan öğreneceğimiz daha çok şey var.

New Scientist'ten çev.: Gürkan ÖZTÜRK