

# Tek Hücre Proteinlerinin Geleceği<sup>(1)</sup>

Çeviren : Dr. Tülin PİRKUL

H.Ü. Gıda Mühendisliği Bölümü — ANKARA

Tek hücre proteini (SCP) tam anlamı ile hiçbir zaman gerçekleşmeyecek büyük fikirlerden birisi olarak görünmeye devam etmektedir. Ancak, uzun yıllardan beri ilk defa bu konuda bir atılım sürecine girilmiştir. Ve nihayet bir ümit ışığı belirmektedir. Şu anda iki proje; insan ve hayvan beslenmesinde protein kaynağı olarak kullanılan mikroorganizmalarda temel değişiklikler yapabilmek için, rekombine DNA teknolojisini kullanmaktadır. Tek hücre proteininin şu andaki durumu nedir ve biyoteknolojideki son gelişmelerin bunlara uygulamasının etkisi ne olacaktır?

Tek Hücre Proteini (SCP) insan ve hayvan gıdalarına ilave madde olarak katılan bir bakteri veya alg'dır. Yem ve gıda katkı maddesi gibi düşünülen birçok mikroorganizma tek hücrelidir. Bazıları fotosentetik olup güneş ışığını doğrudan enerji ve proteine çevirirler ve araştırmacılar için yüksek verimlerinden dolayı en cazip olanlarda bunlardır.

Fotosentetik alg'ler fotosentez yolu ile karbondioksit, su ve mineral tuzları gibi inorganik maddeleri doğrudan yüksek kaliteli proteinlere çevirebilmektedirler. Fotosentetik alglerden pek çoğunun diğer bitkilerde olduğu gibi yetiştikleri ortamda azot'a ihtiyacı vardır. Bununla beraber bunlardan bir kısmı kendi azotlarını kendileri tesbit etme yeteneğine de sahiptirler. Fotosentetik tek hücreli bakteriler hızla çoğalırlar ve yapılarında minimum % 5 ile maksimum % 75 arasında ancak optimum % 50 civarında protein içerirler.

Proteinin kullanılabilirliği kendisini oluşturan amino asitlerin oranları ile bağlantılıdır.

Eğer bir protein elzem amino asitlerin sadece birisinden yoksunsa bu bile hayvanların ondan yararlanabilmesini sınırlar. Malesef fotosentetik tek hücre proteinlerinin elzem amino asit bileşimi idealden çok uzak olmakla beraber, çiftlik hayvanlarının yemlerinin diğer

protein kaynakları ile hazırlanmasında, proteinlerin kullanımı tatmin edicidir.

## Ekonomik Fizibilite

Yıllardır pekçok insan basit, ucuz ve hızla gelişebilen bir protein kaynağı düşünmüştür. Kötü beslenmenin ve açlığın yaygın olduğu dünyanın belirli yerleri için tek hücre proteini kesin bir çözüm gibi görünmekte ise de bazı ekonomik ve teknik problemler bunların günümüzde yaygın olarak kullanılmasını engellemektedir.

Spirulina'nın Aztekler tarafından tüketilmesi ile alglerin insan gıdası olarak kullanılması çok eski yıllara dayanmaktadır. Meksika ve Sahara'nın geleneksel gıdalarından olan Spirulina fotosentetik bir alg olup, çöllerdeki alkali gölcüklerde doğal olarak yetişmektedir. Son on yılda bazı Amerikan ve Japon firmaları Spirulina'yı diyetlerine ek ancak oldukça pahalı «doğal gıda» olarak pazarlamaya başlamışlardır. Çoğunluğu Meksika vadisindeki Texcoco gölünden temin edilen Spirulina sınırlı miktarda ve çok pahalı üretildiği için dünyadaki besin noksanlığına bir çözüm olmayacağı lüks bir gıda maddesi olarak kalacağı söylenebilir.

Tek hücre proteinin diğer çeşitlerinin insan proteinine ek gıda olarak pazarlanması çok daha zor olacaktır. Amerika gibi yeni gıda maddelerinin çok sıkı kurullarla düzenlendiği bir ülkede Spirulina'nın kolayca pazarlanması izni alabilmesi, onun dünyanın belli ülkelerinde asırlardan beri yeniliyor olmasından ileri gelmektedir. Önceden böyle tanınmayan tek hücreli proteinlerin bilinen kusurları ile yaygın olarak kullanılması mümkün görülmemektedir. Bunların içinde en önemli gerçek alg ve bakterilerin insanlar ve çiftlik hayvanları için toksik olan maddeleride ürettikleridir. Bu organizmalar yalnızca değerli amino asitleri ve vitaminleri değil, ayrıca çeşitli doğal toksinleride kapsayan ögeleri de üretirler.

(1) Ham, A., *The Promise of Single Cell Protein, Agribusiness Worldwide 1982 July P: 4-6.*

Maya tek hücre proteini olarak günümüzde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlardan *Saccharomyces cerevisiae* yaygın olup diğer SCP'ler gibi B vitaminleri ve protein kaynağıdır, ayrıca sindirim sistemi için gerekli bazı enzimleride sağlarlar. Ancak maya fotosentetik değildir ve kontaminasyona karşı iyi muhafaza edilen ve gelişmesi için zengin ortam içeren özel fermantasyon tanklarında yetiştirilmektedir. Bu mayanın üretildikten sonra sıvı yetiştirme ortamından ayrılması ve kurutulması gerekmektedir.

Mayanın yetiştirilmesi ve kurutulması kadar mayanın yetiştigi ortamın hazırlanmasında oldukça masraflıdır. Bunun neticesi olarak elde edilen ürün bitkisel ve hayvansal proteinlerle örneğin soya fasulyesi ile ticari olarak rekabet edemez. Ancak maya küçük oranlarda, örneğin 5 - 12,5 kg/ton kuru hayvan yemine ilave edilmektedir, içerdiği vitaminleri enzimleri ve proteini dikkate alınca bu oranda yeme ilave edildiği zaman ekonomik olmaktadır ve sıklıkla sığır ile domuz yemlerine katılmaktadır.

SCP'nin hayvanlara protein kaynağı olarak kullanılabilmesi için iki yaklaşım vardır. Bunlardan birisi mikroorganizmaların kurutulması sırasında toksinden arındırılması, diğeri ise proteinin ekstraksiyon yolu ile elde edilmesidir. Bu iki yaklaşımlarda bol miktarda emniyetli ve kullanılabilir protein elde edildiği görülmüştür. Ancak heriki metotda çok enerji gerektiren dolayısıyla pahalı olan yöntemlerdir.

Bir İngiliz firması olan ICI (Imperial Chemical Industries) belli şartlar altında ekonomik olduğuna inandığı yeni bir tek hücre proteini geliştirmiştir.

«Gene Splicing» veya rekombinant DNA yöntemleri ile bakteriden metanolün proteine çevrilmesinde istifade edilmiştir. Bakterinin doğal gazın terkiibindeki metandan elde edilen metanolü kullanarak yetiştirilmesi fosil kökenli petrolün gittikçe azaldığı günümüzde iyi fikir olarak görülmemektedir.

Genelde doğal gazı ete çevirmek pekde anlamlı bir iş değildir. Ama bazı petrol üreten ülkelerde ekonomik kullanma alanı bulunmayan ihtiyaç fazlası doğal gazın bu bakteri için

kullanılması faydalı olacaktır. Bununla beraber doğal gaz fazlası olmayan ülkeler için bu durum pek umut verici değildir.

### Replikon'un Yaklaşımı

Kolayca bulunabilir ve ucuz bir vasatta gelişebilecek kurutma veya ayırma işlemi gibi pahalı yöntemleri gerektirmeyen bir tek hücre proteini (SCP) ideal olacaktır. San Francisco ve Kaliforniya'da genetik mühendisliği konusunda çalışan bilim adamları bu konuya ideal bir çözüm geliştirdiklerine inanmaktadırlar. Replikon laboratuvarlarında azot tutma yeteneğine sahip fotosentetik ve açık havada, suda üreyen bir bakteri üzerinde çalışılmaktadır. Bu bakteriler gereksinimi olan besin öğelerini, hava, su ve güneşten alma yeteneğinin yanında çok hızlı çoğalırlar.

Bunlara ilaveten bu bakteriler ürettikleri proteini, içinde geliştikleri suya verecek şekilde genetik olarak geliştirilmişlerdir.

Eğer bakteri proteini kendisi açığa çıkarabiliyorsa proteini ekstraksiyon yolu ile elde etmek için yapılan masrafa gerek kalmıyacaktır. Daha ötesi hayvanlara tüm bakteri yerine sadece protein verildiği için bakterilerin içerdikleri, doğal toksin problemleride ortadan kalkmış olmaktadır. Replikon'un yaklaşımının bir diğer büyük avantajı, bakterinin protein yapısının bakteriye verilen çok az miktardaki yabancı genetik maddelerle değiştirilebilmesidir. Değişik kombinasyonda amino asit zincirleri elde etmek ve bunları suya geçirmekte kullanılan bu genetik maddeler kodlanmış ve DNA formunda hazırlanmıştır.

Hayvan yemi hazırlamakta kullanılan bütün protein kaynaklarının en büyük eksikliği hepsinin amino asit yapısının yemin ihtiyacına göre değil, kendi biyolojik yapılarına uygun olarak oluşmasıdır. Sonuçta genellikle eizem amino asitlerden en azından bir tanesi eksik olmakta ve onun eksikliğini tamamlamak içinde diğerlerinden daha fazla ilave edilmektedir.

Bu konuda yapılabilecek en iyi şey çoğu zaman kompütürlerinde yardımı ile dikkatli bir formül hazırlamak ve kaybı minimuma indirmektir. Replikon bu yeni ürünü (NRPS) yem tamamlayıcı protein referansı olarak isimlen-

dirmiştir. Çünkü bu ürün mısır ve miltodaki istenilen gerçek orandaki amino asitleri tamamlamak üzere düzenlenmiştir.

Replicon ürününü önce kümes hayvanları yemleri için sonra çiftlik hayvanları yemleri için pazarlamayı planlamaktadır. Sonunda ürünün insanlar için bile protein kaynağı olarak kabul edilebileceği düşünülmektedir.

Fakat bu gerçekleşecek midir? Eğer araştırma ve geliştirme çalışmaları planlandığı gibi yürürse NRPS beş yıl içinde piyasaya sürülecektir.

Projenin başarısına giden yolda aşılması gereken bazı engeller vardır. Birincisi bakteri, proteini açığa çıkarması konusunda tam anlamı ile başarılı olarak kullanılamamaktadır, planın bu bölümü gecikmelere sebep olabilir. İkincisi, son ürünün ekonomikliği bakterinin üreme hızına ve elde edilen son ürünün miktarına bağlıdır. Şu andaki üretim göstergelerine göre NRPS'nin kilosu 1.10 dolara satılabilecektir. Ve bu fiyatı ile soya unu dahil yaygın kullanılan diğer proteinlerle rekabet edilebilecektir. Bununla beraber hesap edilen üreme hızına ve neticeye ulaşılacak diye bir garanti hiç değilse işin başında yoktur.

#### Gıdaların Protein İçerikleri

Ürün	Ham protein %
Kurutulmuş alfaalfa (yonca)	17
Yağsız süttozu	37
Yağı alınmış soya unu	49
Et ve kemik unu	50
Yemlik maya	52
Balık unu (Peruvian)	65
Soya proteini konsantresi	70
İzole edilmiş soya proteini	90
Yem tamamlayıcı protein referansı (NRPS)	100

Yüksek oranda protein içeren yem katkı maddeleri daha yüksek fiyatla satılabilir. Şu anda en ekonomik katkı maddesi, % 50 civarında protein içeren soya unu dünyanın birçok yerinde kabul edilmektedir. Bununla beraber NRPS daha pahalıya satılacak olmasına rağmen içeriğindeki protein oranı yönüyle soya ile rekabet edebilecektir.

Replicon'dan Michael Dortch bu suallerin cevabının bir yıllık gelişmeden sonra verebileceğini, çünkü proteinin şimdiki laboratuvar şartlarında elde edildiğini söylemektedir. Bununla beraber bütün hesaplarından emin ve tahminlerin abartmasız olduğunu da belirtmektedir.

#### NRPS'nin Avantajları

NRPS, tipik fotosentetik tek hücre proteinlerinden pekçok konuda ayrılmakta ve tek hücreli yepyeni bir jenarasyonu temsil etmektedir. Eğer başarılı olursa soya fasulyesi endüstrisinde kuvvetli etkisi olacaktır. Soya fasulyesi, çok kısa bir süre önce dünya protein eksikliğine çözüm olarak görülmüştür. Soya üretimi Amerika Birleşik Devletlerinde son 40 yıl içinde 100 katından fazla artmıştır. Dünyanın bazı ülkelerinde soya fasulyesi insanlar için önemli bir protein kaynağı olagelmekle beraber bazı ülkelerde de örneğin Amerika'da üretimin % 90'dan fazlası hayvan yeminde kullanılmaktadır. İşte, NRPS tarafından tehdit edilen kullanımda bu olacaktır. Eğer NRPS bu alanda başarılı bir rakip olursa, o zaman bir olasılıkla daha fazla soya insan beslenmesinde kullanılabilecektir.

NRPS gelişmekte olan pekçok ülkenin gereksinimine diğer tek hücreli proteinlerden çok daha fazla uygun olacak gibi görünmektedir. Yetiştirmesi basit, ucuz ve kaliteli toprak gerektirmemektedir. Gelişmekte olan pekçok ülkede soya ve diğer protein kaynakları ithal edilmekte olduğundan bunun gibi pratik bir tek hücre proteini o ülkelerin zirai bağımsızlıklarının gelişmesine katkıda bulunacaktır.

NRPS üreten bakteri, herbiri proteini sudan süzecek özel filitreler içeren geniş ve sığ havuzlarda yetiştirilmektedir. Üretimi yüksek seviyede tutmak için havuzların bir ile iki haftada bir suyunun değiştirilmesi lazımdır. Eski bakteri yakılarak karbondioksit elde edilir. Ve bu da havuz suyunu değiştiren sistemde enerji tasarrufu olarak değerlendirilebilir veya su ni gübre yahutta, biomass olarak fermantasyon için kullanılabilir.

Havuzlar herhangi bir düz yerde inşa edilebileceği gibi çatıda bile olabilir. İyi cins toprak gerekli olmadığından hayvan yemi için pro-

tein üretimi, insan tüketimi için hububat ve baklagiller üretimi, ile rekabet etmek zorunda kalmıyacaktır.

Pahalı ve çok enerji tüketen işler gerektirmedikinden NRPS diğer tek hücreli proteinlerin tümünden daha ekonomik olabilecektir. Yüksek teknolojik fermantasyon ünitelerine göre daha kolay işletilebilen çiftliklerde yetiştirilebildiğinden üretim hemen diğer pekçok üründen kolay gerçekleşecektir. NRPS'nin ke-

sinlik kazanması için enaz 1 ila 2 yıllık araştırma gerekli olmakla beraber bu olay günümüzde genlerin ayrılması teknolojisinin en çarpıcı uygulamalarından birisidir.

Tek hücre proteini yeni bir fikir değildir. Ve potansiyel değeri asırlardan beri bilinmektedir.

Ancak yeni genetik mühendisliği teknolojilerinin gücü sonuçta tek hücre proteininin elde edilmesi sözünü yerine getirecektir.

**Turkey's best quality wine**  
**Quality registered by**  
**state seal**

**Kulüp Wines**

AKMANLAR KOLL. STI- Etilik, Palas Durağı 5 Ankara Tel: 211910/11/12  
 Sarayardı Cad. Fatih Sok. Arabaferi Kadıköy-İstanbul Tel: 377377