

Tek Hücre Proteininin (THP) İnsan Beslenmesinde Kullanılması (*)

Prof. Dr. Orhan KÖKSAL
Hacettepe Üniversitesi
Beslenme Enstitüsü Direktörü
ANKARA

Giriş

FAO ve WHO tahminlerine göre günümüzde 560 milyon insan yeterli miktarda gıda bulamadığı için kötü beslenme durumundadır. Kalori ve protein eksikliğine bağlı malnütrisyon sorunu dünyada 200 milyondan fazla bebek ve çocuğun fizik ve mental yönden büyüme ve gelişmesini engellemektedir. Çocuk ölümlerinin yarısının açlık ve kötü beslenme sonucu olduğu kabul edilmektedir (1).

Dünyamız nüfusu bugün 4 milyardır. İnsan sayısı bu yüzyıl sonunda 8 milyara ulaşmış olacaktır. Yapılan hesaplara göre alıştığımız ve kullandığımız çeşitli gıdalar ve yemlerle dünyada insan ve hayvan varlığının protein gereksinmesini karşılamak olanağı giderek azalmaktadır. (2). Dünyada halen mevcut olan protein açığı hızla büyümektedir. Bu nedenle alışılmış gıdaların dışındaki protein kaynaklarından (unconventional sources) yararlanmak zorunlu hale gelmektedir. Alışılmış gıdalar dışındaki protein kaynakları (nevel foods) üç sınıfta toplanmaktadır (3,4,5).

- Proteinden zengin bitkiler ve hayvansal maddeler: Soya, yarfıstığı, pamuk çiğdi, susam, ayçiçeği çekirdeği, kolza kütüsesi, balık unu vd.
- Yaprak proteini : Leaf protein
- Mikroorganizma proteini (Tek Hücre Proteini : THP, Singlecell Protein: SCP) Bakteriler, mayalar, algler (yosunlar), funguslar (küf ve mantarlar).

Bazı alışılmamış kaynaklardan elde edilen proteinlerin hayvan ve insan beslenmesinde kullanılmaları çok uzun bir geçmişe sahiptir. Bazı kaynaklar ise henüz yenidir ve çeşitli yönlerden durumlarının değerlendirilmesi ile ilgili araştırmalar halen devam etmektedir (6,7).

Alışılmamış kaynaklardan elde edilen bir gıdanın ya da besin elementinin insan beslenmesinde kullanılacağı zaman aşağıdaki niteliklerinin belirlenmesi gerekmektedir :

- Besleyici değeri yüksek olmalıdır (protein ve diğer besin elementleri)
- Hazım ve emilme niteliği uygun olmalıdır.
- Tadı ve diğer organoleptik özellikleri iyi olmalıdır.
- Toksik etkisi olmamalıdır. Kısa ve uzun sürede sağlık üzerinde olumsuz etkiler yapmamalıdır (güvenilir olmalıdır).
- Ekonomik açıdan yarar sağlamalıdır.

İnsan Beslenmesinde THP :

Tek hücre proteini sağlayan canlılar; mayalar (yeast), küfler (fungus), bakteriler ve algler (yosunlar) olarak sınıflandırılmaktadır. Protozoa ve bakteriofajları da bu gruba dahil edenler vardır (8).

Maya (yeast) hücrelerinin insan beslenmesinde binlerce yıldan bu yana kullanıldığı

(*) I. Mikrobiyoloji Simpozyumunda tebliğ olarak sunulmuştur.

bilinmektedir. Ekmek veya bira mayası mikro-organizmaları fermente gıdalarımızın içinde daima bulunan tek hücreli canlılardır. İnsanlar, mayalardan önemli ölçüde yararlanmalarına rağmen tek hücre protein kaynaklarını olumsuz niteliklerini düşünerek tanımaktadırlar. Maya gıdaları ekşiten, küf (fungus) çürüten, bakteri insanları hasta eden, ağlar ise ördek ve kurbağaların yaşadığı havuzları pisleten maddeler olarak tanınmakta ve değerlendirilmektedir. Bu görüşler ve değer yargıları, THP nin insan gıdası olarak kabul edilmesinde peşin olarak öne sürülecek engellerdendir (7).

THP nin besin değerleri :

Çeşitli substratlar üzerinde üretildikten sonra pürifiye edilmiş THP lerinin bileşimleri konusunda çok sayıda analiz ve deneyler yapılmıştır. Bu incelemelerden bir örnek olarak Tablo 1 de çeşitli kaynaklardan elde edilen THP bileşimleri gösterilmektedir (9).

Tablo 1 : Çeşitli THP bileşimleri (1976)

Besinler	Maya (Toprina L ₁)	Maya (Toprina G ₁)	Bakteri (Protein)	Fungal (Protein)
Kül (%)	7.5	6.0	11.5	2.0
Organik madde (%)	87.0	89.5	85.4	84.5
Nitrogen (%)	10.6	9.6	12.5	5.1
Crude protein (%)				
N X 6.25	66.2	60.0	78.1	31.8
Amino acid N	53.2	47.0	57.6	21.6
Non protein N	13.0	13.0	20.5	10.2
Crude Fat	1.0	9.0	4.9	4.8
Crude Fiber	28.0

Tablo 2 : Torula ve Brewer's (bira mayası) mayaları bileşimleri :

Besinler	Torula Mayası	Bira Mayası
Rutubet (%)	5.85	3.90
Crude protein (%)	47.43	46.02
A. A. protein (%)	38.00	37.00
Crude Fiber (%)	0.82	2.15
Kül (%)	9.07	5.73
Karbonhidrat (%)	35.82	39.85
Fosfor	1.92	—
Kalsiyum	0.85	—

Proteinlerin % 80 i amino asid içeren, % 20.si nucleic acid ve diğer N içeren maddelerden oluşmaktadır.

THP bileşimleri konusunda son yıllarda yapılmış çalışmalarda Vrignaud (10) mayalardan % 48-52 oranda protein, % 29-31 glucid, % 6-7 lipid ve % 6-7 mineral içeren; Gupta ve arkadaşları (11) funguslardan % 35.6 protein olan; Mitsuda ve arkadaşları (12) algealardan (noc-toc muscorum) % 67.1 protein içeren; Petrovski ve arkadaşları (13) mayalardan % 89.4 protein, % 0.59 nucleic acid, % 0.13 lipid, % 6.8 daşları (14) maya kullanarak (candida utilis) % 76 protein, % 1-3.5 yağ, % 2.33-6.7 nucleic polisakarit, % 0.6 kül içeren; Kuzela ve arkadaşları (14) maya kullanarak (Candida utilis) % 76 protein, % 1-3.5 yağ, % 2.33-6.7 nucleic acid içeren mamuller elde etmişlerdir.

Yoğun çalışmalar mayalarla ilgilidir. Bakteri, küf ve alglerden elde edilen THP bileşimleri konusundaki çalışmalar daha az ve yetersizdir.

Çeşitli mayaların bileşimleri ve besin değerleri Tablo 2, 3 ve 4 de daha ayrıntılı olarak gösterilmektedir (15).

Tablo 3 : Torula ve Bira Mayasının Vitamin İçerikleri (mcg/g) :

Vitaminler	Torula Mayası	Bira Mayası
Thiamine	5.3	50 — 360
Riboflavine	45.0	36 — 42
Prydoxin HCl	33.4	25 — 100
Pantothenic Acid	37.2	100
Biotin	2.3	5 — 18
Niacin	417.3	320 — 1000
Folic Acid	21.5	15 — 80
PABA	17.0	9 — 102

Tablo 4 : Torula ve Bira Mayası ile Kazein, Yumurta Proteini ve FAO Örnek Protein Amino Acid İçerikleri (mg/g N.)

A.A. çeşitleri (esansiyel)	Torula Mayası	Bira Mayası	Kazein	Yumurta Proteini	FAO Örnek Protein
Tryptophan	86	96	84	103	60
Threonine	315	318	269	311	250
Isoleucine	449	324	412	415	250
Leucine	501	436	632	550	440
Lysine	493	446	504	400	340
Total S içeren A.A. (Meth. Cyst)	153	187	218	342	220
Phgnylalanine	319	257	339	361	180
Valine	392	368	465	464	310

Çeşitli kaynaklardan elde edilen THP nin hazım ve emilim durumları ile proteinlerinin biyolojik değerleri saptanmaya çalışılmış ve aşağıdaki değerler bulunmuştur :

Maya proteinlerinin hazım ve emilimleri % 80-90 arasındadır (12, 14, 15). Hücre zarları parçalandığı zaman protein hazımı artmaktadır. (12, 16, 17). Maya proteinlerinin insan vücudunda kullanılma oranı % 40-68 arasında olup ortalama değeri % 52 dir. Bu durumda kazeine göre biyolojik değeri kazeinin % 50-85 i arasındadır (5, 9, 13, 15, 16, 18). Maya proteininde esansiyel aminoasitlerden kükürt içerenler, yani methionine ve cystine yeteri miktarda bulunmamaktadırlar. Bu amino, asitler, protein değerinin düşmesine neden olmaktadır. Maya proteini, methionine ilave edilerek takviye edildiği zaman proteinin biyolojik değeri yükselmektedir (14, 15). Tablo 4 de görüldüğü gibi maya proteinleri içinde lysine amino asidi miktarı çok fazladır. Bu amino asidin etkisiyle maya proteini tahılların lysine eksikliğini tamamlamakta ve maya proteini tahıllar ile (buğday, pirinç) karıştırılarak daha yüksek protein değerli bir gıda karışımı elde edilebilmektedir (9, 15).

Diğer mikroorganizmalardan elde edilen proteinlerin besin değerleri ile ilgili olarak bazı yayınlarda bilgiler verilmektedir. Yang ve arkadaşları (16) Pseudomonos hücrelerinden elde ettikleri THP nin net protein kullanma (NPU) değerinin FAO proteinine benzer olduğunu bildirmektedirler. Gupta ve arkadaşları (11) küflerden elde ettikleri THP içinde methionine dışındaki amino asitlerin FAO proteini amino asitleriyle benzer olduğunu açıklamaktadırlar. Mitsuda ve arkadaşları (12) alglerden elde et-

tikleri THP içinde % 67.1 oranda protein olduğunu, bu proteinin hazmedilme oranının % 74.4 olduğunu ve NPU değerinin % 77-79 olduğunu belirtmektedirler. Skupin ve arkadaşları (18) propionobacteria cinsi bakterilerden elde ettikleri THP amino asit bileşimini FAO proteinine benzer bulmuşlar ve lysineden çok zengin olduğunu göstermişlerdir. Schlingmann ve Präve (19) bakteri, maya ve küflerden elde ettikleri THP karışımının protein değerinin kazeine eşit olduğunu saptamışlardır.

Mayalardan elde edilen THP nin buğday, mısır ve pirinç gibi tahıllara çeşitli miktarlarda ilavesi sonucu protein etkinlik derecesi (PER) önemli oranda artmıştır. Buğdayın PER değeri 1.81 den 2.29 a, mısırın PER değeri 1.23 den 2.06 ya ve pıncin PER değeri 1.87 den 3.29 a yükselmiştir. Böylece % 8 oranında Torula mayası proteini katılan pıncunu içindeki protein karışımının besin değeri, kazeinin besin değerine eşit bir duruma getirilmiştir (15).

THP Güvenilirlik Durumu :

Mayalardan yüzyıllar boyu insan beslenmesinde yararlanılmasına rağmen daha değişik mikroorganizmalardan elde edilen protein konsantratlarının tüketiminde insan sağlığı açısından şüpheli davranmak ve bu ürünlerin her yönden güvenilir olduğunu kanıtladıktan sonra tüketilmesini önermek akılcı bir yoldur. Bu amaçla THP nin hayvan ve insanlar üzerinde;

a) Akut ve kronik toksisite durumları, alerjik etkisi

b) Üreme yeteneği (reproductive performance) üzerindeki etkisi

c) Teratojenik olup olmadığı

d) Karsinojenik etkisinin olup olmadığı

e) Yaşam süresi üzerindeki etki durumu konularının araştırılma zorluğu duyulmuştur (20, 22, 23). Bu konuda oldukça çok sayıda araştırma olmakla beraber henüz son söz söylenmiş değildir. Mayalardan elde edilen THP nin hayvanlar üzerinde yapılan incelemelerinde toksik, karsinojenik, teratojenik ve mutajenik özellikleri olmadığı; protein, lipid, vitamin ve mineral metabolizmasında değişikliklere yol açmadığı; enzim bulgularının da normal düzeyde olduğu bazı araştırmalarda belirtilmektedir (21, 23). Pseudomonas üretilerek elde edilen THP nin hayvanlar üzerinde toksik etki yapmadığı Dey (24) tarafından açıklanmaktadır. Bu bulguların yanında Gatunel ve Shacklady (25, 26) THP yedirilen hayvanlarda toksik etkiler gördüklerini, böbrek ve karaciğerde patolojik lezyonlar oluştuğunu, büyüme ve gelişmenin geri kaldığını, ayrıca Ca/P dengesinin de bozulduğunu belirttiklerini gördüklerini bildirmektedirler. Owen ve Dock (27) % 5-30 oranında THP içeren yemlerle beslenen piliçlerde karaciğerde harabiyet ve büyüme geriliği saptadıklarını açıklamaktadırlar.

Toksisite belirtilerinin özellikle doku bozulmalarının iki nedenle oluşabileceğine işaret edilmektedir. Birinci neden, THP elde etmek için kullanılan substratların proteinden çok iyi bir şekilde ayrılabilenmiş olması, böylece bu maddelerin zararlı etki yapması, ikinci neden ise THP içinde nükleoprotein-nükleik asit miktarının yüksek olmasıdır (3, 4, 5, 15, 22, 26, 28, 29).

Hangi mikroorganizma kullanılırsa kullanılsın THP içinde nükleik asit miktarı oldukça yüksek orandadır. N içeren maddelerin genel olarak % 20 si nükleik asitler ve diğer non proteik maddelerle ilişkilidir. Nükleik asit miktarı çeşitli faktörlere, suş cinsine bağlı olarak 100 gram THP içinde 8 ila 25 gram arasında değişmektedir. Bu nükleik asitlerin yoğunluğunu RNA oluşturmaktadır. Nükleik asit maksimum günlük tüketim miktarı yetişkin kişi için 4 gram olarak belirtilmektedir (5, 29). Optimum olarak günde 2 gramdan fazla nükleik asit tüketilmesi önerilmektedir (15). Normal koşullarda üretilen mikroorganizmalardan elde edilen THP

içindeki nükleik asit, bu durumda yüksek ve önerilenden fazla düzeydedir. Bu nedenle son yıllarda nükleik asit içeriği azaltılmış THP üretilmeye başlanmıştır (19, 24, 29, 30, 31, 32).

Nükleik asit miktarı fazla olan THP ile beslenenlerde kanda ürik asit miktarı artmaktadır. Nükleik asit içeriğini düşürmek için beş ayrı yöntem uygulanması önerilmektedir (29) :

a) Fermantasyon süresinde nükleik asit (NA) sentezini sınırlamak,

b) Proteini izole ve konsantre ederken hidroliz ve ekstraksiyon yolu ile NA miktarını düşürmek,

c) Kimyasal işlemler uygulanarak, proteini NaOH ve NH₄OH ile muamele ederek NA miktarını düşürmek,

d) Eksojen enzimler kullanarak NA miktarını azaltmak,

e) Endojen enzimler ile hücrelerde NA yapımını azaltmak.

Ribonuclease enzimi ilave ederek THP asit vasatta ısıtılmak suretiyle NA miktarı % 75 oranında azaltılabilmektedir (30). Böylece bazı araştırmacılar % 4.3-5.6, bazıları ise çok daha az % 0.5-1.2 oranda NA içeren THP elde ettiklerini bildirmektedirler. Böylece nükleik asit miktarının fazla olmasından ileri gelen sakıncaları ortadan kaldırmak olanağı elde edilmektedir.

Günde 90-135 gram oranda torula mayası yiyen kişilerin yarısında deride pullanma şeklinde dermatozlar görülmüş ve maya yenmesi terkedilince deri bozuklukları kaybolmuştur. Gene günde 12-20 gram bakteri kaynaklı THP yiyen kişilerin % 20 sinde baş dönmesi, bulantı ve ishal şeklinde belirtiler görüldüğü ve bunun substrata bağlı olduğu anlaşılmıştır (6).

Maya kaynaklı THP ile beslenen hayvanların süt, et ve yumurta gibi ürünlerinde toksikolojik açıdan herhangi bir değişiklik olmadığı, ayrıca bu gıdaların tad ve diğer organoleptik özelliklerinin kontrol grubuna kıyasla ayrıcalık göstermedikleri belirtilmektedir (5, 21).

Diğer çeşitteki mikroorganizmalardan elde edilen THP ile beslenen hayvanların süt, et ve yumurta ürünlerinin toksisite ve tad yönünden özellikleri ile ilgili bulgular elde edilememiştir.

Bu konularda uzun süreli araştırmalar yapılmasına gerek vardır.

THP Akseptabilite Durumu :

THP nin yalnız başlarına yenilmeleri düşünülemez. Bunlar ancak bazı gıdalarımızı protein yönünden takviye etmek amacıyla kullanılabilirlerdir. THP katılma oranı karışımının kabul edilebilirlik durumuna etki yapacaktır. Ayrıca saf olup olmamaları ve renkleri akseptabilite açısından çok önemlidir. Substratlardan kesinlikle arındırılmış olmaları, algların yeşil renklerinin giderilmesi çok önemlidir. Akseptabilite durumunu belirlemek için THP mamulünün katıldığı gıdalara her uygulamadan önce test paneller ve uygun bir şekilde hazırlanmış yedirme

denemeleri yapmak gerekir. Psikolojik yönden bu maddeleri benimsetmek özel önem taşır.

Her çeşit mikroorganizmadan elde edilen SCP ürünlerinin available (kullanılabilir) lysine ve methionine durumu, çeşitli koşullarda bu ürünlerin depolanması hallerinde kontamine olmaları, enzimatik ve non-enzimatik bozulma durumları, ağır metaller yönünden bileşimleri çok dikkatle incelenmeli ve analizlerle araştırılmalıdır. Bu konularda yeterli sayı ve nitelikte veriler henüz elde mevcut değildir.

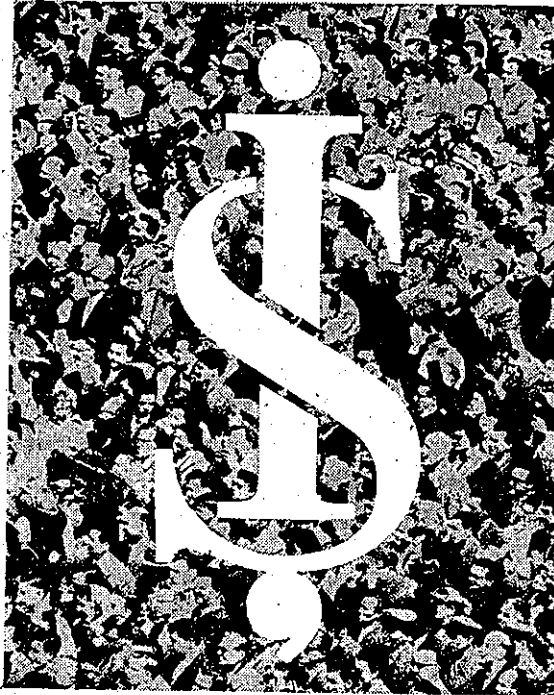
Önümüzdeki yıllarda ve gelecek yüzyılda insan beslenmesinde yararlı olabilecek uygulamalar arasında THP yüksek bir potansiyel ve umut kaynağı olarak görülmektedir.

REFERANSLAR :

1. Türk-İş Yayınları, Dünya Gıda Durumu, Birleşmiş Milletler III. Dünya Gıda Konferansı Raporları - FAO, Roma 1974, Türk-İş Yayınları No : 87.
2. Köksal, O. «Nüfus Artışı ve Beslenme» Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi 2 : 54-61. 1979, Ankara.
3. Protein Advisory Group (PAF) of UN System. 1970 No : 6 «Guideline for Pre-clinical Testing of Novel Sources of Protein» New York.
4. PAG Guideline No : 12, 1970. New York.
5. Debry, G., Poulain, B. «Valeur Nutritionnel des Protéines non conventionnelles, destinées a l'alimentation humaine», Cahiers de Nutrition et de Diététique. Vol. X., 29-35, 1975.
6. Scrimshaw, N. S. «Single-Cell Protein Introduction». (ed. Mateles and Tannenbaum) The M. I. T. Press, 1968, London.
7. Lord Ritchie-Calder, PAG Bulletin Vol. VI. No : 3, 2-7, 1976, New York.
8. Bunker, H. J. «Sources of Single-Cell Protein» : (ed : Mateles and Tannenbaum) The M. I. Press, 1968.
9. Vander Wal, Ir. P. Experience with SCP in Animal Feeding in Europe. PAG Bulletin Vol. 6 No : 3, 1976.
10. Vrignaud, Y. «Advanced French Method for the Whey Yeast». Technique Laitier No : 912, 31-35, 1977.
11. Gupta, R. P. Ajit Singh, Kalra, M. S., Sharma, V. K., Gupta, S. K. «Single-Cell Protein Production from Sugar Beet Pulp». Indian J. of Nutrition and Dietetics Vol. 14., 302, 1977.
12. Mitsuda, H., Higuchi, M., Yamamoto, A and Nakajima, K. «Studies on Protein Foods. IX. Protein Concentrate from Blue-Green Algae». Journal of the Japanese Society of Food and Nutrition, 30 : 23-28, 1977.
13. Petrovskii, K. S., Sukhanov, B. P., Rorozhin, S. V. «Study of the Biological Value of Yeast Isolates». Voprosk Kikaniya, in FSTA. 1978 11. G. 714.
14. Kuzela, L., Ruzickova, J., Masek, J., Kejmer, J., Frankova, S. «Chemical and Biological Evaluation of the Nutritive Value of Protein Concentrate from Candida Utilis». Baroda J. of Nutrition 5 : 25-29 1978.
15. Brassani, R. «The Use of Yeast in Human Foods» (ed. Mateles and Tannenbaum) The M. I. T. Press 1968.
16. Yang, H. H., Yang, S. P., Thayer, D. W., «Evaluation of the Protein Quality of SCP Produced from Pseudomonas (Mesquite). J. of Food Science 42 : 1247, 1977.
17. Mitsuda, H., Nishikawa, Y., Higuchi, M., Nakajima, K. Kawai, F. «Utilization of Chlorella for Food Material. Effect of Breaking of Chlorella Cells on the digestibility of Protein». Journal of the Japanese Society of Food and Nutrition 30 : 93-98 1977.
18. Skupin, J., Pedziwiek, F., Giec, A., Nowakowska, K., Trojanowska K., Jaszewski, B., Alford, J. A. «Nutritive Value of Propionibacteria and lactose fermenting Yeast grown in Whey». J. of Food Processing and Preservation 1 : 207-216, 1977.

19. Schlingmann, M., Präve, P. «Fette Seifen Anstrichmittel» in FSTA. 01. G. 58. 1978.
20. Oser, B. L. «Evaluation of the Safety of New Food Products» (in SCP. ed. Mateles and Tannenbaum) the M. I. T. Press 1968.
21. Pokrovsky, A. A. «Toxicological Studies an Single-Cell Protein (in SCP. ed. Mateles and Tannenbaum) the M. I. T. Press. 1968.
22. PAG, Guideline No : 15, Guideline on Nutritional and Safety Aspects of Novel Protein Sources for Animal Feeding» New York. 1974
23. De Groot, A. P., «Safety Evaluation Studies with SCP. PAG Bulletin Vol : 6, No : 3 41-44, 1976; New York.
24. Dey, B. P. «Production, Nutritional and oxicological Evaluation of Cellulomonos for Protein Source», Dissertation, Abstracts International B. 38, 573, 1977.
25. Gatunel, E., Shacklady, C. A. Medicine et Nutrition, 1972.
26. Gatunel, E., Shacklady, C. A. «Problems with Toxicological Evaluation of SCP» Médecine et Nutrition 13 : 387-394, 1977.
27. Owen, D. A., Book, S. M. A. «Liver Changes Associated with Feeding Bacterial Single-Cell Protein to Birds». Food and Cosmetic Toxicology, 16 : 633, 1978.
28. Stringer, D. A. and Wilson, A. B. «Toxicological Studies with Pruteen» PAG Bulletin Vol : 6, No : 3, 45-49, 1976, New York.
29. Viikari, L., Linko, M. «Reduction of Nucleic Acid Content of SCP». Process Biochemistry 12 : 17-19, 1977.
30. Haid, E., Nähev, G. «Method for obtaining with Low Nucleic Acid Content from Microorganisms». German Fed. Rep. Patent Application 1977.
31. Imperial Chemical Industries Ltd. (ICI) «Treatment of Single-Cell Protein. British Patent 1. 498. 688-1978.
32. Shetty, K. J. and Kinsella, J. E. «Preparation of Yeast Protein Isolate with Low Nucleic Acid» J. of Food Science 44 : 633-678, 1979.

milyonların sevgilisi...



TÜRKİYE İS BANKASI

paranızın... istikbalinizin emniyetidir