

Narenciye Artıklarının Maya Proteini Üretiminde Substrat Olarak Kullanımı

Dr. Mehmet KARAPINAR

Ege Üniv. Müh. Fak. Gıda Müh. Böl.

Portakal artığının karbon kaynağı olarak olarak kullanıldığı çalkalama kültür çalışmalarında farklı maya kültürlerinin üremeleri ve protein sentezleri araştırılmış ve test edilen mayalar içerisinde **Candida utilis** en yüksek protein sentezini sağlamıştır. Bu organizma ile % 6.8 protein içeren 1 Kg. kurutulmuş portakal artığından % 29.6 protein içeren 625 g. kurulu biyomas elde edilmiştir.

1. GİRİŞ

Dünyamızın karşılaştığı sorunlar arasında gıda sorunu, en önemlilerinden bir tanesini teşkil etmektedir. Gıda yetersizliğinin özellikle iyi kaliteli protein yetersizliğinin söz konusu olduğu gelişmekte olan ülkelerde görülen hızlı nüfus artışı, sorunun önemini daha da arttırmakta ve ivedi çözüm yollarının kısa zaman içerisinde bulunarak uygulamaya konulmasını zorunlu kılmaktadır. Değişik tarımsal ve endüstriyel artıkların hatta bunlara ilâveten besin değeri düşük bitkisel ürünler ile üretim fazlası veya ıskarta ürünlerin substrat olarak kullanılmalarını esas alan mikrobiyal protein üretimi çalışmaları, dünya gıda sorununa çözüm getirmek üzere ortaya konan alternatif projeler arasında büyük ilgi toplamış ve bu konudaki çalışmalar giderek hızlı kazanmıştır. Protein üreticisi olarak mikroorganizmalar, protein üreticisi geleneksel kaynaklar bitkiler ve hayvanlara göre bazı avantajlara sahiptirler.

Mikroorganizmalar küçük bir alan üzerine kurulan üretim tesisleri bünyesinde, ekonomik değeri olmayan veya çok düşük olan hammaddelere, iklim koşullarına bağımlı kalmaksızın protein içeriği yüksek bir biyoması hızlı bir şekilde sentezleyebilmektedirler.

Maya hücrelerinin insan beslenmesinde uzun yıllardan beri kullanıldığı bilinmektedir. Ekmek ve bira mayası fermenta gıdalarının içerisinde her zaman bulunan mayalardır. Diğer taraftan besin mayası (**Candida utilis**), insan beslenmesinde kullanılmak üzere ticari boyut

larda üretimi yapılan ilk tek hücre proteindir. Sülfid likörü, odun hidrolizati, şeker melası vb. ürünler besin mayası üretiminde kullanılan substratlardır. **Saccharomyces** maya türlerinden farklı olarak pentoz şekerleri de kullanabilen bu organizma «Symba - Yeast» üretiminde amilolitik aktiviteyesahip **Endomycopsis fibuliger** mayası ile birlikte simbiyotik olarak üretilmektedir (Jarl, 1969).

Bu çalışmada meyve suyu sanayiinin yan ürünü olan portakal artığının maya proteini üretiminde substrat olarak kullanılabilirliği araştırılmış ve dört farklı maya türü ile elde edilen laboratuvar çalışmalarının sonuçları sunulmuştur.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyel

2.1.1. Kullanılan mikroorganizmalar

Araştırmada mikrobiyal kaynak olarak kullanılan **Saccharomyces cerevisiae Vio - 35 - 41**, **Saccharomyces oviformis Vio - 25 - 15** ve **Saccharomyces carlbergensis Vio - 4 - 25** mayaları Dr. E. Minarik (Research Institute for Viticulture and Enology, Bratislava, Matuskava 21, Czesloslovakia), **Candida utilis C 468** mayası Mrs. M. Shih (Forintek Canada Corp., 800 Montreal Rd, Ottawa, Ontaris KIG 325 Canada) tarafından gönderilmiştir. Tüm maya kültürleri Patates Dekstroz Agar besiyeri ile hazırlanmış eğişik agarlar üzerinde üretilerek saklanmıştır.

2.1.2. Substrat

Araştırmada substrat olarak portakal artığı kullanılmıştır (Karapınar ve Okuyan, 1983).

2.2. Metod

2.2.1. Kültürel Metodlar

2.2.1.1. İnokulum hazırlanması

10 ml Malt Extract Broth (MEB, Oxoid) besi yeri içeren 50 ml'lik erlenmayerlerde çalkalama kültür olarak geliştirilen 24 saatlik ma-

ya kültürlerinin her birisi ayrı ayrı santrifüj edildikten ve 10 ml steril destile su ile yıkanıldıktan sonra alt kısımda toplanan maya hücreleri 10 ml steril destile su içerisinde süspansiyon edilmiştir. Hazırlanan süspansiyonlar kültür erlenlerine % 2 oranında inokulum olarak ilave edilmiştir.

2.2.1.2. Çalkalama Kültür

Çalkalama kültür çalışmaları, içerisinde 50 ml üreme ortamı içeren 250 ml'lik erlenmaye içerisinde üçlü paraleller halinde gerçekleştirilmiştir (Karapınar ve Okuyan, 1982). Test organizmaları ile aşılama kültür erlenleri dakikada 200 devir yapan çalkalayıcı su banyosunda (Kotterman 3047) 30°C de 3 gün süre ile inkübe edildikten sonra her bir erlen muhtevası santrifüj edilmiş ve filtrat atılarak dip kısımda toplanan çökelek destile su ile yıkanmıştır. Yıkanmış olan ürün 105°C deki fırında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur.

2.2.2. Analitik Metodlar

Santrifüj edilerek sabit ağırlığa kadar kurutulan ürünlerde toplam azot tayininde semi-micro kjeldahl yöntemi (Pearson, 1970) kullanılmış ve bulunan azot değeri 6.25 faktörü ile çarpılarak toplam protein miktarı hesaplanmıştır. Selüloz miktarı tayininde ise Updegraff (1969) yöntemi kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Toplam ürün miktarı ile elde edilen ürünün protein içeriği ve bunlara bağımlı olarak birim hacimden sağlanan protein miktarı gibi parametreler sabit sıcaklıkta yürütülen fermentasyon çalışmalarında mikrobiyal gelişmeyi ve protein sentezini takip etmek üzere kullanılan kriterler olarak dikkate alınmıştır. Çalışmada kullanılan substrat katı artık olduğu için fermentasyon sonunda elde edilen ürün, mikrobiyal kütle ile birlikte mikroorganizmanın kullanamadığı substrat bileşenlerini de içerir. Bu nedenle mikrobiyal gelişmenin daha iyi ölçülebilmesini sağlamak üzere denemelere kontrol erlenleri de ilave edilmiş ve sonuçların irdelenmesinde bunlar da dikkate alınmıştır.

Tablo 1'de görüldüğü gibi mikrobiyal kaynak olarak kullanılan mikroorganizmaların ta-

mamı portakal artığını karbon kaynağı olarak kullanabilmiş ve protein verimlerinde kontrole göre önemli artışlar sağlanabilmişse de - meselâ *C. utilis* mayası ile yaklaşık % 403 lük protein verimi artışı sağlanmıştır. Elde edilen ürünlerin protein içerikleri *C. utilis* dışında % 20'nin üzerine çıkmamıştır.

Tablo 1. Mineral besin elementleri ile zenginleştirilmiş protokal artığı üzerinde farklı maya türlerinin üremeleri.

Organizmalar	Ürün miktarı (g/l)	Protein (%)	Protein verimi (g/l)
<i>S. cerevisiae</i>	6.83	18.06	1.23
<i>S. oviformis</i>	6.96	19.19	1.33
<i>S. carlbergensis</i>	6.85	16.25	1.11
<i>C. utilis</i>	7.58	24.56	1.86
Kontrol (inokule edilmemiş)	5.98	6.15	0.37

Diğer bir ifade ile mikroorganizmaların protein sentezleri düşük seviyelerde gerçekleşmiştir. Böyle bir sonucun alınmasında herşeyden önce substratın katı materyel oluşunun ve yaklaşık % 40'nin suda çözünmemesinin etkisi büyüktür. Bununla beraber protein miktarı % 6.8 olan substrattan protein miktarları yaklaşık % 18 ile % 24 arasında değişen maya biyomasları elde edilmiştir. Diğer bir ifade ile protein oranında yaklaşık % 165 - % 253'lük artışlar sağlanmıştır.

Mikrobiyal çevrimi ve dolayısıyla protein sentezini iyileştirmek üzere ikinci bir deney dizisi düzenlenerek üreme ortamına % 0.5 oranında maya ekstraktı ilave edilmiştir. Bilindiği üzere maya ekstraktı, mikroorganizmaların üreme ve gelişmeleri için gereksinim duydukları amino asitler, vitaminler - özellikle B grubu kompleks vitaminleri - vb. üreme faktörlerince zengindir ve bu nedenle de kültür ortamlarında yaygın olarak kullanılır. Tablo 2 de görüldüğü gibi fermentasyon ortamına maya ekstraktının ilave edilmesi sonucu tüm maya türlerinin protein sentezlerinde yükselmeler olmuş, protein içeriği en yüksek biyomas ile en yüksek protein verimini yine *C. utilis* mayası sağlamıştır. Bu maya, *Saccharomyces* türlerinin kullanılması

dıkları pentoz şekerlerini de kullanabildiğinden diğer bir ifade ile substrat spektrumu geniş olduğundan daha iyi bir mikrobiyal çevirim gerçekleştirmiştir. Üreme ortamına maya ekstrak-

Tablo 2. Portakal artığı üzerinde üretilen farklı maya türlerinin ürün miktarları ve protein sentezleri üzerine maya ekstraktının etkisi:

Organizmalar	Ürün		Protein verimi (g/l)
	miktarı (g/l)	Protein (%)	
<i>S. cerevisiae</i>	8.06	25.00	2.01
<i>S. oviformis</i>	8.03	26.62	2.15
<i>S. carlbergensis</i>	8.84	27.56	2.44
<i>C. utilis</i>	9.38	29.62	2.78
Kontrol (İnokule edilmemiş)	6.14	6.16	0.38

tının katılması ile *S. cerevisiae*, *S. oviformis*, *S. carlbergensis* ve *C. utilis* maya biyomalarının protein miktarlarında kontrole göre sırasıyla yaklaşık % 306, % 339, % 347, % 381 oranında artışlar olmuş protein verimlerindeki artışlar da yine kontrole göre sırasıyla yaklaşık % 429, % 466, % 542 ve % 631 düzeylerinde gerçekleşmiştir. Aynı parametrelere her bir organizmanın maya ekstraktı içeren ve içermeyen fermentasyon ortamlarında üremeleri açısından bakıldığında protein miktarı olarak *S. cerevisiae* ile *S. oviformis* de yaklaşık % 38, *S. carlbergensis* de % 69, *C. utilis* de % 20 artış olmuş iken protein verimlerinde sırasıyla yaklaşık % 63, % 61, % 120, % 49 gibi artışlar meydana gelmiştir. Bu sonuçlara göre protein sentezi yönünden maya ekstraktının olumlu etkisi en iyi şekilde *S. carlbergensis* üzerinde gözlenmiştir.

Portakal artığının mikrobiyal protein üretiminde değerlendirilmesini amaçlayan bu çalışmalarımızda, mikrobiyal kaynak olarak kullandığımız mayaların herbirisi araştırmamızda kullandığımız diğer bir mikrobiyal kaynak *Sporotrichum pulverulentum* küfüne göre daha fazla protein verimi sağlamış olmakla birlikte substratta mevcut selülozun yıkımında selülitik aktiviteden yoksun olmaları nedeniyle etkin olamamışlardır (Tablo 3).

Tablo 3. Portakal artığında sağlanan mikrobiyal çevirim.

	Verim (g/100 g sbustrat)		
	Ürün	Protein	Selüloz
Portakal artığı	100	6.80	18.30
<i>S. cerevisiae</i> *	53.73	13.43	17.08
<i>S. carlgensis</i> *	58.93	16.24	17.91
<i>C. utilis</i> *	62.53	18.52	17.20
<i>S. pulverulentum</i> **	33.91	10.25	6.66

*. Mineral besin maddeleri ve maya ekstraktı ile zenginleştirilmiş substrat üzerinde

** Karapınar ve Okuyan, 1982.

Oysa ki *S. pulverulentum* substrat selülozunun önemli sayılabilecek miktarını (yaklaşık % 63 ünü) yıkıma uğratabilmiştir. Ancak bu organizma düşük substrat - biyomas dönüşümü sağladığından protein içeriği yüksek biyomas vermiş olmasına rağmen (% 30.21 - % 34.19) protein verimi genelde düşük kalmıştır. Diğer bazı araştırmacılar farklı küf türleri ile portakal artığı üzerinde yapmış oldukları çalışmalarda % 50'nin üzerinde biyomas dönüşümü sağladıklarını belirtmişlerse de elde edilen ürünlerin protein oranları % 20 - 27 arasında değiştiğinden protein verimleri *C. utilis* mayasının veriminden yine de düşüktür (Worgan, 1978; Lequerica ve ark., 1980).

Araştırmada kullandığımız mikrobiyal kaynaklar içerisinde *C. utilis*, çalışma koşulları altında, en iyi protein sentezini gerçekleştirmiş olmakla birlikte bu organizmanın kaynak olarak tercih edilmesinden önce biyolojik teknik ve ekonomik faktörlerin dikkate alınması gerekir. Mayanın kullanılması ile protein eldesinde fermentasyon sisteminin birim hacminden en yüksek verim elde edilmesi ekonomik açıdan avantaj sağlayacaktır. Ancak son ürünlerdeki selüloz miktarının yüksek olması ürünün besin değerini olumsuz etkileyen bir faktör olarak düşünülebilir.

SUMMARY

The growth and protein synthesis of different species of yeast was studied in shake flaks cultures using orange waste as carbon source. Amongst the yeasts examined *Candida utilis* showed the highest protein synthesis by giving about 625 g of dry biomass with 29.6 % of protein content from one Kg of dry orange waste with 6.8 % of protein.

KAYNAKLAR

1. Jarl, K. (1969). Symba - Yeast Process. Food Technol. 23, 1009 - 1013.
2. Karapınar, M.; Okuyan, M. (1982). Composition of fungal biomass grown on citrus waste. Chem. Mikrobiol Technol. Lebenem 7, 134 - 136.
3. Karapınar, M.; Okuyan, M. (1983). Portakal artıklarından fungal protein eldesi. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi. 1 B (Bas-kıda)
4. Lequerica, J.L.; Vila, R.; Feria, M.A. (1980). Aprovechamiento de subproductos citricos III., Rev. Agroquim. Technol. Aliment. 20 (1), 95 - 102.
5. Pearson, D. (1970). The Chemical Analysis of Foods. 6 th ed., J. and A. Churchill, London.
6. Updegraff, D.M. (1969). Semimicro determination of cellulose in biological materials. Anal. Biochem. 32, 420 - 424.
7. Worgan, J.T. (1978). Feeding value improvement of by products by microbiological processes. Paper presented at Symp. on new food sources for animal production, Cordoba, Spain.

Selâmi Bey baba oldu...

Kutlamayacak mısınız? Anneye, "gözün aydın" demeyecek misiniz? Bebeğe "uzun ömürler" dilemeyecek misiniz? Uğrayın bir İş Bankası'na. Alın bir "Mavi Armağan"... yazın duygularınızı. Sunun Selâmi Bey'e.

Selâmi Bey, dilediği gibi değerlendirsün "Mavi Armağan"ını... altın taksin, beşik alsın... nasıl dilerse!

Ya da, hazır gitmişken İş Bankası'na, "Mavi Armağan"ı hesaba dönüştürür... Hem hesap büyür... hem kızı büyür.

Selâmi Bey uçuyor mutluluktan. Paylaşın bu mutluluğu.

"Mavi Armağan", seçkin, saygın bir para armağan etme biçimidir.

İş Bankası'nda hesabı olsun olmasın, herkes "Mavi Armağan" dan yararlanabilir.

Armağan edeceğü parayı Mavi Armağan olarak sunmak isteyen, bir İş Bankası'na uğrar... Sunacağı kimsenin adını, soyadını özel "ödeme çeki"ne yazdırır... Armağan etmeyi düşündüğü parayı yatırır... Özel zarfı içinde Mavi Armağan'ı alır.

Sunulan kimse, Mavi Armağan'la ödeme çekimini dilediği İş Bankası'na getirir... Parasını gönlünce değerlendirir.



TÜRKİYE İŞ BANKASI

"Paranızın, istikbalinizin emniyeti"