

1-1-2000

The Effect of Soy Flour on Alcohol and Cell Concentration in Alcohol Fermentation of Molasses

TUNCAY ARI

SEDAT DÖNMEZ

Follow this and additional works at: <https://journals.tubitak.gov.tr/biology>



Part of the [Biology Commons](#)

Recommended Citation

ARI, TUNCAY and DÖNMEZ, SEDAT (2000) "The Effect of Soy Flour on Alcohol and Cell Concentration in Alcohol Fermentation of Molasses," *Turkish Journal of Biology*: Vol. 24: No. 3, Article 17. Available at: <https://journals.tubitak.gov.tr/biology/vol24/iss3/17>

This Article is brought to you for free and open access by TÜBİTAK Academic Journals. It has been accepted for inclusion in Turkish Journal of Biology by an authorized editor of TÜBİTAK Academic Journals. For more information, please contact academic.publications@tubitak.gov.tr.

Melastan Etilalkol Üretiminde Soya Ununun Alkol ve Hücre Konsantrasyonuna Etkisi

Tuncay ARI, Sedat DÖNMEZ

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 27.01.1999

Özet: Melastan etilalkol üretiminde, çeşitli mayalara soya ununun etkisi belirlenmiştir. Araştırmada 6 *Saccharomyces cerevisiae* ve bir *Saccharomyces bayanus* suşu kullanılmıştır. Yapılan çalışmada, fermentasyon ortamlarına ilave edilen belirli oranlardaki soya ununun bütün mayalarda fermentasyon süresi, etilalkol konsantrasyonu ve toplam maya sayısına etkili olduğu, ancak etkinin türden türe değişiklik gösterdiği anlaşılmıştır.

Fermentasyon denemeleri sonunda en yüksek etilalkol konsantrasyonu % 9 soyalı ortamda 63.9 g/l olarak *Saccharomyces cerevisiae* N3'de, en yüksek teorik verim ise % 91.6 olarak % 3 soyalı ortamda *Saccharomyces cerevisiae* W4 suşunda saptanmıştır. Tüketilen şeker ve bundan oluşan etilalkol konsantrasyonları kıyaslandığında en fazla artışın % 12.2 ile *Saccharomyces bayanus* 1A suşunda olduğu belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre, *S. cerevisiae* HD, W4, RXII ve KI suşlarında % 12 soya unu katkısı ile tanık deneyden elde edilenden daha az etil alkol oluştuğu ve yüksek konsantrasyonlardaki soya ununun bazı mayalarda etil alkol fermentasyonunu olumsuz etkilediği belirlenmiştir.

Bütün türlerin fermentasyon sonundaki canlı hücre sayısında soya unu katkısı ile tanığa göre belirli düzeylerde artış belirlenmiş, ancak bu artış türe ve kullanılan soya unu konsantrasyonuna bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Saptanan maksimum hücre sayısına (1.5×10^7 adet/ml) *Saccharomyces cerevisiae* W4 mayasında % 3 ve *S. cerevisiae* N3 mayası ile % 9 soya unlu ortamda ulaşılmıştır.

Bulunan değerlerin istatistiksel analizleri sonucunda alkol konsantrasyonu, alkol verimi ve maya sayısına, kullanılan maya çeşidi ve fermentasyon ortamına ilave edilen soya ununun etkili olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen verilere göre, bütün türlerde, fermentasyon ortamına ilave edilen soya ununun fermentasyon süresinde % 15 oranında azalma sağladığı saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Etilalkol fermentasyonu, *Saccharomyces cerevisiae*, soya unu, melas.

The Effect of Soy Flour on Alcohol and Cell Concentration in Alcohol Fermentation of Molasses

Abstract: The effects of soy flour on alcohol fermentation of molasses by different yeast strains were investigated. Six strains of *Saccharomyces cerevisiae* and one *Saccharomyces bayanus* were used. It was found that soy flour affected fermentation time, alcohol concentration and total cell count in all strains. But the degree of this effect was different among strains.

The maximum ethanol concentration were 63.9 g/l in *Saccharomyces cerevisiae* N3 strains. The maximum theoretical yield, however was 91.6% in *Saccharomyces cerevisiae* W4 strains. Compared with the control, the largest increment in ethanol concentration was in *Saccharomyces bayanus* 1A as 12.2%.

Furthermore, addition of soy flour increased cell counts of all strains and the increment level varied with the concentration of soy flour and strains used. The maximum cell counts were (1.5×10^7 cfu.ml⁻¹) determined by *Saccharomyces cerevisiae* W4 strain at 3% soy flour concentration but the same cell density was reached at 9% soy flour concentration with the *Saccharomyces cerevisiae* N3 strain.

Results of the statistical analysis showed that alcohol concentration, yield and yeast concentration were affected by yeast strains and soy flour concentration, significantly.

The addition of soy flour also resulted in approximately 15% decrease in the fermentation time in all of the strains.

Key Words: Ethyl alcohol fermentation, *Saccharomyces cerevisiae*, soy flour, molasses.

Giriş

Etanol zamanımızda bile endüstriyel hammadde olarak önemini korumakta gıda, tıp eczacılık v.b. alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (1). Mayalarla etanol üretimi yıllardır önemli bir endüstri olarak önemini korumuş, son yıllarda alternatif enerji kaynağı olarak yeni ve yenilenebilir kaynaklardan fermentasyonla etanol üretimine olan ilgi artmış, yapılan araştırmalar ve teknolojiye bağlı olarak, etilalkol üretimi yeni bir boyut kazanmıştır. Yenilenebilir kaynaklardan etilalkol üretimine olan bu ilgiye son yirmi yıldır yaşanan enerji krizi yanında tüketicinin çevre ve doğal kaynaklar konusunda bilinçlendirilmesi de etkili olmuştur (2, 3, 14).

Fermentasyonla etil alkol üretimi ile ilgili çalışmalarda, genellikle fermentasyon koşullarını değiştirerek verim artırılmaya çalışılmış, genetik modifikasyonlarla yüksek konsantrasyonlarda etil alkol üretebilen mayalar henüz elde edilememiştir (4). Etilalkol fermentasyonunda kullanılan mayaların etil alkol toleransının, fizyolojik durumundan bağımsız genetik bir özellik olduğu düşünülmüş, yapılan çalışmalarda besiyerinin bileşiminin değiştirilmesi ile etilalkol veriminin artırılacağı ve aynı yöntemle yüksek alkol konsantrasyonlarında fermentasyon yapabilen daha stabil mayaların sağlanabileceği bildirilmiştir (5).

Alkol fermentasyonunda, ortama ilave edilen maya özütü veya diğer besinlerin etki mekanizmaları uzun süre tartışılmış maya özütü yanında, kasamino asitler (casamino acids), diğer azot kaynakları ve bazı minerallerin fermentasyonu teşvik ettiği gözlenmiştir (5, 6, 22). Son yıllarda, fermentasyon ortamlarına ilave edilen protein-lipit karışımlarının alkol verimi ve konsantrasyonunu arttırdığı belirlenmiş, bu konuda yapılan bir çalışmada, soya fasulyesi unu ve amino asitlerin, alkol verimi yanında hücre konsantrasyonunda önemli artışlara neden olduğu, ayrıca fermentasyon süresini % 15-50 oranlarında kısalttığı bildirilmiştir (7, 8, 9, 10, 11, 12). Glikozlu besin ortamlarına ilave edilen bazı sterol ve doymamış yağ asitlerinin, mayaların membran geçirgenliğini arttırdığı, gliserin oluşumunu azaltarak alkol konsantrasyonu ve verimliliği belli düzeylerde arttırdığı, ayrıca fermentasyon süresini de kısalttığı açıklanmıştır (4, 7, 9, 13). Fermentasyon ortamlarına ilave edilen amino asit karışımlarının ya da glutamik asit gibi bir amino asidin maya gelişimini hızlandırdığı, fermentasyon süresini kısalttığı ve etilalkol verimini arttırdığı saptanmıştır (6, 14). Her amino asitin aynı etkiyi göstermediği; lizin ve arjinin gibi temel amino asitlerin maya çoğalması ve hücre bölünmesini, glisin'in ise fermentasyonu

engelleme etkisi gösterdiği belirtilmiş, bu engellemenin mayanın glisinden türeyen iki karbonlu glikoksilat'ı kullanamamasından kaynaklandığı açıklanmıştır (14, 15).

Bu araştırmada ülkemiz koşullarında fermentasyonla etilalkol üretimi için uygun bir hammadde olan şeker pancarı melasından bazı *Saccharomyces* mayaları ile etilalkol üretiminde ortama ilave edilen soya ununun fermentasyon süresi, etilalkol konsantrasyonu ve verim üzerine etkileri belirlenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu araştırmada kullanılan melas Ankara Şeker Fabrikasından, soya ise piyasadan sağlanmış, öğütülerek un haline getirildikten sonra kullanılmıştır. Mikroorganizma olarak A.Ü. Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonlarında bulunan *S. cerevisiae* KI, *S. cerevisiae* KII, *S. cerevisiae* HD, *S. cerevisiae* N3, *S. cerevisiae* W₄, *S. cerevisiae* RXII, *S. bayanus* 1A mayaları kullanılmıştır. Bunlardan *S. cerevisiae* RXII ve *S. cerevisiae* W₄, dışındaki mayalar, bölümümüzde yapılan araştırmalarda çeşitli örneklerden izole edilerek tanımlanmışlardır (3). Fermentasyon denemeleri, 500 ml'lik kahverengi şişelerde 300 ml substrat kullanılarak yürütülmüştür (16, 17).

Metot

Mayaların çoğaltılması

Mayaların çoğaltılmasında; toplam şeker oranı damıtık su ile 120 g/l (24 Bx°) düzeyine kadar seyreltilmiş melas çözeltisine 10 g/l maya özütü (Yeast Extract), 1 g/l (NH₄)₂SO₄ ve 0.5 g/l KH₂PO₄ ilave edildikten sonra pH'sı % 25'lik H₂SO₄ ile 4.5'a ayarlanıp 121°C'de 30 dakika sterilize edilerek hazırlanan besiyeri kullanılmıştır (16, 17).

Fermentasyon denemeleri

Fermentasyon denemelerinde toplam şekeri 140 g/l (28Bx°) olan, 1 g/l (NH₄)H₂PO₄ ilave edilmiş ve pH'sı % 25'lik H₂SO₄ ile 4.5'a ayarlanmış melas çözeltileri kullanılmıştır. Melas çözeltisinin fermentasyon şişelerine alınmış 280 ml'sine, 20 ml damıtık suda çözünmüş değişen oranlarda (% 1, % 3, % 6, % 9, % 12) soya unu ilave edilmiş, 110 °C'de 30 dakika süre ile tutulmuş, soğuduktan sonra soyasız ortamda çoğaltılmış 48 saatlik kültürle % 5 oranında aşılılarak 28±2 C'de inkübe edilmiştir. Fermentasyonun gidişi şişelerden belirli zaman aralıklarından alınan örneklerde ölçülen etilalkol konsantrasyonundaki değişim ile izlenmiştir (7, 9, 10, 11).

Analiz yöntemleri

İndirgen şeker miktarı dinitrosalisilik asit (DNS) kullanılarak spektrofotometrik olarak (18), etilalkol konsantrasyonu gaz kromatografisi (Shimadzu GC 14B) ile (19), hücre konsantrasyonu ise % 1.5 maltoz (Merck), % 1.5 malt ekstraktı (Merck) ve % 1.5 agar (Oxoid) içeren katı besiyerine yayma yöntemi ile belirlenmiştir (20).

Şeker miktarı ve verim hesapları

Bu çalışmadaki şeker ve verim hesaplamaları aşağıdaki gibi yapılmıştır (21).

Buna göre:

- Toplam şeker (Sakkaroz) = [Toplam indirgen şeker] x 0.95
- Alkol verimi (%) = [Alkol konsantrasyonu/Tüketilen substrat] x 100
- Teorik verim (%) = [Alkol verimi / 53.8] x 100
- Substrat Tüketimi (%) = [Tüketilen substrat miktarı / Başlangıç substrat miktarı] x 100

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Belli oranlarda soya unu içeren melaslı ortamların çeşitli mayalarla 7 gün (168 saat) süren fermentasyon sonucu elde edilen bulgular Tablo 1 de toplu olarak verilmiştir. Tablo 1'den anlaşılacağı gibi fermentasyon ortamına % 9 oranına kadar ilave edilen soya unu, denenen tüm maya suşlarında fermentasyonu olumlu olarak etkilemiş ancak etki düzeyi suşa ve ilave edilen soya unu konsantrasyonuna bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Örneğin, *S. cerevisiae* HD ve W4 suşlarında % 3; *S. bayanus* 1A ve *S. cerevisiae* RXII suşlarında % 6; *S. cerevisiae* N3, KI ve KII suşlarında ise % 9 oranındaki soya katkısı şeker kullanımı, alkol konsantrasyonu ve teorik verim yanında canlı maya sayısında da tanığa göre artışa neden olmuştur. Buna karşın *Saccharomyces cerevisiae* HD, W4, RXII ve KI suşlarında % 12 soya unu katkısı ile tanık değerden daha az etilalkol oluşmuştur. *S. cerevisiae* amonyum tuzları ve üre gibi azot kaynaklarından yararlanabildiği ancak diğer mayalardan farklı olarak nitratı kullanmadığı buna karşın amino asitleri, purin ve primidinleri azot kaynağı olarak kullanabildiği belirtilmiştir (23). *S. cerevisiae* mayalarının gelişmelerinin ortama ilave edilen kazein hidrolizatı gibi amino asit karışımları ile arttığı da bildirilmiştir (23). Mayaların mutlak anaerobik koşullarda doymamış yağ asitleri ve sterollerini sentezleyemediği ve bu nedenle mutlaka ortama ilave edilmesi gerektiği açıklanmıştır (24).

Elde edilen veriler tesadüf blokları deneme düzeninde varyasyon analiz tekniği ile değerlendirilmiş, buna bağlı olarak farklı maya türleri ve soya unu oranlarını belirlemek amacıyla Duncan testi uygulanmıştır. Değerlendirme sonuçlarının verildiği Tablo 2'de görüldüğü gibi, maya çeşitleri fermentasyon sonundaki pH değişimi, şeker kullanımı, alkol konsantrasyonu, buna bağlı olarak alkol verimi ve maya sayısına etkili olmuş ve mayalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Şeker kullanım oranı en yüksek olan *S. cerevisiae* N3, HD ve W4 türleri arasındaki fark önemli değilken bu türlerle *S. bayanus* 1A ve *S. cerevisiae* KI, KII, ve RXII arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

İstatistik analiz sonucunda, soya unu ilavesinin fermentasyon parametrelerini etkilediği anlaşılmıştır. Tablo 3'de görüldüğü gibi tanık deney ve % 1 soya unu içeren koşullardaki fermentasyon sonucunda, ortam pH değerleri arasındaki fark önemli değilken, % 3, 6, 9 ve % 12 soya içeren ortamların fermentasyon sonundaki pH değerleri arasındaki fark önemli

Tablo 1. Değişen oranlarda soya unu içeren melas çözeltilerinde çeşitli maya suşları ile yapılan fermentasyon denemelerinden elde edilen sonuçlar.

Maya	Soya unu (%)	Toplam Şeker1 (g/l)	Son Şeker1 (g/l)	Son PH	Alkol kon. (g/l)	Alkol verimi (%)	Teorik verim (%)	Maya sayısı (adetx10 ⁵ /ml)
S. cerevisiae N3	0	131.3	3.4	4.9	59.8	46.8	87.0	117
	1	131.3	3.2	4.9	60.2	47.0	87.4	121
	3	131.3	2.9	4.8	61.1	47.6	88.5	136
	6	131.3	2.0	4.8	63.0	48.7	90.5	141
	9	131.3	1.5	4.8	63.9	49.2	91.4	150
	12	131.3	2.1	4.8	62.5	48.4	90.0	134
S. cerevisiae HD	0	131.3	1.5	4.9	60.7	46.8	87.0	108
	1	131.3	1.4	4.9	61.2	47.1	87.5	128
	3	131.3	1.1	4.8	63.6	48.8	90.7	145
	6	131.3	1.3	4.8	62.1	47.8	88.8	120
	9	131.3	4.2	4.8	58.6	46.1	85.7	101
	12	131.3	5.6	4.8	55.1	43.8	81.4	94
S. cerevisiae W4	0	130.4	2.0	4.9	59.8	46.6	86.6	121
	1	130.4	1.7	4.9	62.4	48.5	90.1	130
	3	130.4	1.5	4.9	63.5	49.3	91.6	150
	6	130.4	1.6	4.8	63.3	49.1	91.3	120
	9	130.4	1.7	4.8	62.3	48.4	90.0	118
	12	130.4	3.3	4.8	58.9	46.3	86.1	101
S. cerevisiae KII	0	129.4	11.0	4.8	54.1	45.7	85.0	96
	1	129.4	10.6	4.8	54.8	46.1	85.7	119
	3	129.4	9.9	4.7	56.5	47.3	87.9	124
	6	129.4	8.7	4.7	58.7	48.6	90.3	124
	9	129.4	7.7	4.7	59.7	49.1	91.3	131
	12	129.4	9.7	4.7	56.1	46.9	87.2	108
S. bayanus 1A	0	129.9	9.5	4.9	53.9	44.8	83.3	90
	1	129.9	7.5	4.9	55.2	45.1	83.8	97
	3	129.9	6.1	4.9	57.3	46.3	86.1	111
	6	129.9	3.6	4.9	61.4	48.6	90.4	124
	9	129.9	4.3	4.9	59.9	47.7	88.7	101
	12	129.9	6.3	4.9	57.9	46.8	87.0	92

Tablo 1'in devamı

Maya	Soya unu (%)	Toplam Şeker ¹ (g/l)	Son Şeker ¹ (g/l)	Son PH	Alkol kon. (g/l)	Alkol verimi (%)	Teorik verim (%)	Maya sayısı (adetx10 ⁵ /ml)
S. cerevisiae RXII	0	129.9	9.3	4.9	53.4	44.3	82.3	99
	1	129.9	8.3	4.8	54.6	44.9	83.4	118
	3	129.9	7.1	4.8	57.3	46.7	86.8	121
	6	129.9	6.1	4.8	59.9	48.4	90.0	130
	9	129.9	7.9	4.8	56.0	45.9	85.3	114
	12	129.9	10.3	4.8	50.8	42.5	79.0	101
S. cerevisiae KI	0	129.4	11.9	4.8	48.1	40.9	76.0	98
	1	129.4	11.3	4.7	48.6	41.2	76.6	101
	3	129.4	10.8	4.7	49.3	41.6	77.3	109
	6	129.4	9.7	4.7	50.7	42.4	78.8	114
	9	129.4	8.2	4.7	51.9	42.8	79.6	128
	12	129.4	14.4	4.7	42.7	37.1	69.0	81

¹ Şeker sakkaroz cinsinden verilmiştir.

Tablo 2. Maya çeşitine bağlı olarak fermentasyon parametrelerindeki değişim.

MAYA	Son Şeker (g/l)	Son pH	Alko kon. (g/l)	Alkol verimi (%)	Teorik verim (%)	Maya sayısı (adetx10 ⁵ /ml)
S. cerevisiae N3	2,517 d*	4,8333 b	61,750 a	47,950 a	89,133 a	133,17 a
S. cerevisiae HD	2,517 d	4,8333 b	60,217 ab	46,733 ab	86,850 ab	116,00 abc
S. cerevisiae W4	1,967 d	4,8500 b	61,700 a	48,033 a	89,283 a	123,33 ab
S. cerevisiae KII	9,600 ab	4,7333 c	56,650 c	47,283 ab	87,900 ab	117,00 abc
S. bayanus 1A	6,217 c	4,9000 a	57,600 bc	46,550 ab	86,550 ab	102,50 c
S. cerevisiae RXII	8,167 bc	4,8167 b	55,333 c	45,450 b	84,467 b	113,83 bc
S. cerevisiae KI	11,050 a	4,7167 c	48,550 d	41,000 c	76,217 c	105,17 bc

* Değişik harfler taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir (p>0,01).

bulunmuştur. Tablodan anlaşılacağı gibi soya unu ilavesi ile alkol veriminde soya unu konsantrasyonuna bağlı olarak önemli değişimler olmuştur. Örneğin, tanık ve % 6 soyalı ortamdaki alkol konsantrasyonu arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiş, buna karşın tanık

yanında % 1 ve % 3 soya unu içeren koşullardaki alkol konsantrasyonları arasındaki farkın önemli olmadığı saptanmıştır. Alkol verimi esas alındığında, tanık ve soya ilaveli koşullardaki alkol verimi arasındaki farkın önemli olduğu anlaşılmıştır.

Yedi maya suşu ile yapılan fermentasyon denemelerinde, soya unu katkısı ile şeker tüketim oranı ve etanol konsantrasyonu arasındaki ilişki, Tablo 4’de verilmiştir. Anlaşılabileceği gibi % 3 soya unu ilavesi ile toplam şeker tüketiminde tanık değere göre *S. cerevisiae* HD ve W4 suşlarında % 3, % 6 soya ilavesi ile *S. bayanus* 1A’da % 4.5 ve *S. cerevisiae* RXII’de % 2.5 oranında artış olduğu belirlenmiştir. *S. cerevisiae* N3’de fermentasyon ortamına ilave edilen % 9 oranındaki soya unu şeker tüketiminde tanığa göre % 1.5; KII’de % 2.5 ve KI’de % 2.9 oranında artışa neden olmuştur.

Soya unu ilavesi ile ulaşılan alkol konsantrasyonları tanık değerler ile kıyaslandığında en yüksek artışın % 12.2 ile % 6 soya unu içeren ortamda *S. bayanus* 1A’da olduğu, bunu % 6 soya unu içeren ortamdaki % 10.8 artışla *S. cerevisiae* RXII, % 9 soyalı ortamda ki % 9.3 artışla KII ve % 9 soyalı ortamdaki % 7.3 etilalkol artışı ile KI suşu izlemiştir.

Elde edilen değerlerden anlaşılabileceği gibi denenen tüm maya suşlarında melas çözeltilisine ilave edilen en fazla % 9 oranındaki soya unu alkol konsantrasyonu, şeker tüketim oranı ve maya sayısında artışlara neden olmuş ancak % 12 soya unu ilavesi bazı suşlarda olumsuz etki göstermiş ve etilalkol konsantrasyonu tanık değerlerden daha düşük düzeylerde kalmıştır. Yapılan bir çalışmada, fermentasyon ortamlarına ilave edilen soya yağının etanol konsantrasyonu ve fermenter verimliliğini artırdığı (7), bir başka çalışmada ise fermentasyon ortamına ilave edilen soya, pamuk ve keten tohumu yağlarının fermentasyon süresini 72 saatten 48 saate indirmediği, ayrıca soya yağı ilavesi ile 24 saatte etanol konsantrasyonunun % 2.5 (ag/h)’den % 2.9-3.0 (ag/h) yükseldiği bildirilmiştir (22).

Soya unu içeren melas çözeltilisi ile yapılan fermentasyon verilerinden saptanan teorik verim değerleri incelendiğinde (Tablo 1), soya unu içermeyen tanık koşullarda % 76-87 arasında değişen teorik verimin, soya katkılı ortamlarda % 79.6-91.4 arasında değiştiği belirlenmiş buna

Tablo 3. İlave edilen soya unu oranına bağlı olarak fermentasyon parametrelerindeki değişim.

Soya Oranı (%)	Son Şeker (g/l)	Son pH	Alko kon. (g/l)	Alkol verimi (%)	Teorik verim (%)	Maya sayısı (adetx10 ⁵ /ml)
0	6,9429 ab	4,8714 a	55,686 cd	45,129 cd	83,886 cd	104,14 b
1	6,2857 abc	4,8429 a	56,714 bcd	45,700 bcd	84,929 bcd	116,29 ab
3	5,6286 abc	4,8000 b	58,371 abc	46,800 abc	86,986 abc	128,00 a
6	4,7143 c	4,7857 b	59,871 a	47,657 a	88,586 a	124,71 a
9	5,0714 bc	4,7857 b	58,900 ab	47,029 ab	87,429 ab	120,43 a
12	7,3857 a	4,7857 b	54,857 d	44,543 d	82,814 d	101,57 b

* Değişik harfler taşıyan gruplar arasındaki fark önemlidir (p>0,01).

Tablo 4. Soya katkısının şeker tüketimi ve etil alkol konsantrasyonuna etkisi.

MAYA	Soya Oranı %	Tüketilen Şeker %	Oluşan Etil Alkol (g/l)	Etil Alkol Artışı (g/l)	Etil Alkol Artışı (%)
<i>S. cerevisiae</i> HD	0	98,9	60,7		
	3	99,2	63,6	2,9	4,6
<i>S. cerevisiae</i> W4	0	98,5	59,8		
	3	98,8	63,5	3,7	5,8
<i>S. bayanus</i> 1A	0	92,7	53,9		
	6	97,2	61,4	7,5	12,2
<i>S. cerevisiae</i> RXII	0	92,8	53,4		
	6	95,3	59,9	6,5	10,8
<i>S. cerevisiae</i> N3	0	97,4	59,8		
	9	98,9	63,9	4,1	6,4
<i>S. cerevisiae</i> KII	0	91,5	54,1		
	9	94,0	59,7	5,6	9,3
<i>S. cerevisiae</i> KI	0	90,8	48,1		
	9	93,7	51,9	3,8	7,3

göre teorik verim değerlerinde tanığa göre % 3.6-4.4 oranlarında artış olmuştur. Glikoz kullanılarak yapılan bir çalışmada fermentasyon, ortamına soya ilavesi ile verimin % 94.7 düzeyine kadar yükselbildiği bildirilmiştir (22).

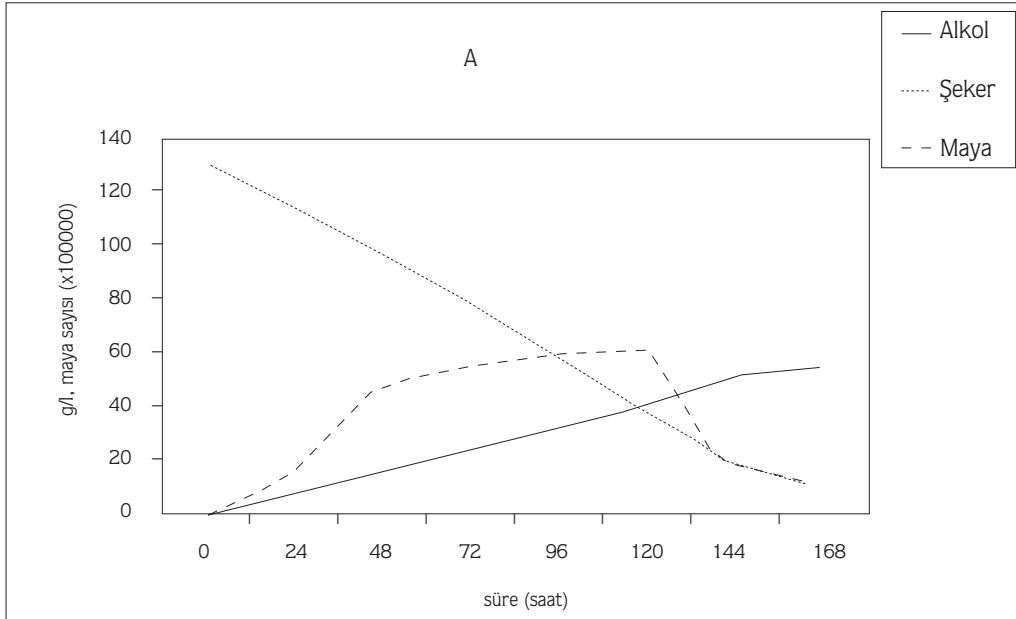
Elde edilen bulgulardan anlaşılacağı gibi fermentasyon ortamlarına ilave edilen soya unu, maya sayısında da artışa neden olmuş, örneğin *S. cerevisiae* W4 suşunda % 3 ve *S. cerevisiae* N3 suşunda % 9 soya katkısı ile maya sayısında tanığa göre sırası ile % 24 ve % 28 artışa neden olmuştur. Maya sayıları arasındaki fark *S. cerevisiae* HD ve KII, RXII ve KI arasında önemli değilken *S. cerevisiae* N3, W4 ve *S. bayanus* 1A türleri arasındaki farkın önemli olduğu hesaplanmıştır (Tablo 2).

Viegas et al (9) glikoz içeren ortamda, bir *S. bayanus* suşu ile yaptıkları çalışmalarında 96 saatlik fermentasyon süresinin ilk 18-24 saatinde maya gelişmesinin tamamlandığını bildirmişlerdir. Bajpai et al (8) yaptıkları çalışmalarda fermentasyon ortamına ilave edilen % 2 soya ile 30°C'de 3 günde 275 g/l şeker kullanılarak % 14 etil alkol elde edilebilirken soyasız koşulda 48 saatlik fermentasyon süresi sonunda 155 g/l şeker tüketilerek % 8 etil alkol elde

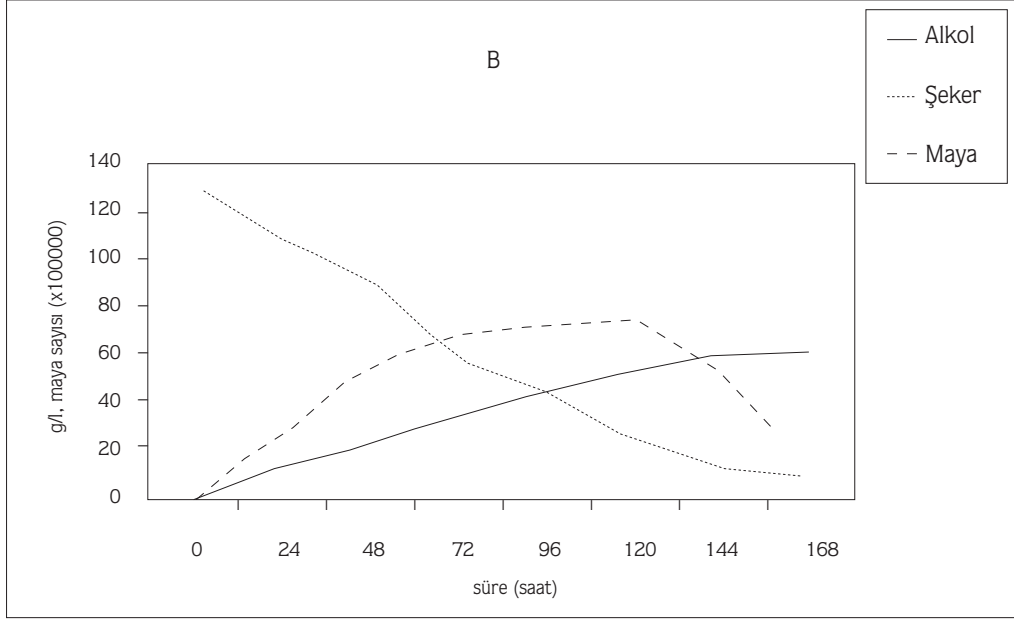
edildiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada fermentasyon süresinin daha uzun sürmesinin nedeninin melas bileşiminden kaynaklanan bir özellik olduğu düşünülmektedir.

Sonuçlara göre, soya içermeyen koşullarda *S. cerevisiae* N3, K1, K11, W4 ve *S. bayanus* 1A suşlarında maksimum etanol konsantrasyonuna fermentasyonun ilk 72. saatinde ulaşılırken *S. cerevisiae* HD ve RXII suşlarında 96-120 saatler arasında ulaşılmış, bütün suşlarda maya çoğalması 120 saatte tamamlanmıştır (Şekil 2).

Şekil 1'den anlaşılacağı gibi % 6 soya unu ilavesi ile alkol konsantrasyonu ve verim artmış daha yüksek soya konsantrasyonunda ise alkol konsantrasyonu ve verimde düşüş gözlenmiştir. Ancak, fermentasyonun ilk 96 saatlik süresi esas alındığında artan soya konsantrasyonu ile birlikte alkol konsantrasyonu ve verimlilik artmış, 168 saatlik fermentasyon süresi esas alındığında ise tanıkta bu süre sonunda saptanan 53.9 g/l alkol düzeyine % 6 soya katkısı ile 144 saatte ulaşıldığı, fermentasyonun 168 saat yerine 144 saatte tamamlandığı ve fermentasyon süresinin % 15 kısaldığı hesaplanmıştır. % 9 ve % 12 soya ilavesi ile yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre fermentasyon süresi sonunda tanık koşullarda ulaşılan değere 120 saatte ulaşılmış ve buna göre fermentasyon süresinde yaklaşık olarak % 30 oranında kısalma olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1. *S. bayanus* 1A suşunda fermentasyonun gidişi.
A. Tanık.



Şekil 1. S. bayanus 1A suşunda fermentasyonun gidişi.
B. % 6 Soya unu katkılı.

Sonuç

Şeker pancarı melasından bazı *Saccharomyces* mayaları ile etilalkol üretiminde; fermentasyon ortamına ilave edilen soya ununun fermentasyon üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bu çalışma sonucunda; etilalkol oranının artırılması ve fermentasyon süresinin kısaltılması için soya ununun etkili bir katkı olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda soya unu ilavesiyle tanığa göre maya sayısında *S. cerevisiae* HD ve W4'de mayası % 48.8 alkol verimi ve % 90.7 teorik verim artışı ile % 49.2 alkol verimi ve % 91.4 teorik verimi olan *S. cerevisiae* N3'den sonra ikinci sırada yer alırken; maya sayısı artışı bakımından sonuncu sırada yer alan *S. cerevisiae* W4 suşu teorik verim artışında dördüncü sırada yer almış; maya sayısı artışında ikinci sırada yer alan *S. bayanus 1A* suşu teorik verim artışında beşinci sırada yer almıştır. Bu farklılıklardan melasın etilalkol fermentasyonunda maya suşu ve türünün de fermentasyon üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlardan anlaşılacağı gibi soya unu maya cins ve türüne bağlı olarak, değişik oranlarda etkili olmuş, etilalkol konsantrasyonu, maya sayısı ve şeker tüketim hızı maya cins ve türüne bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

Kaynaklar

1. Dale, B.E. Ethanol Production from Cereal Grains. Food Sci. Technol. Handbook of Cereal Science and Technology. K.J. Lorenz and K. Klup, eds. New York, Marcel Dekker, Inc. 41: 863-870, 1991.
2. Lee, H., Glauber, J.W. and Sumner, D.A. Increased Industrial uses of Agricultural Commodities: Policy, trade and ethanol. Contemporary Economic Policy. 12: 22-3, 3, 1994.
3. Narayan, R. Polymeric materials from agricultural feed stocks. ACS Symposium Series 575. Polymers from Agricultural Coproducts. 575: 2-28, 1994.
4. Castillo, A.L., Obtention of heterothallic mutants from homothallic wine yeast: Application to hybridization for industrial purposes. Curr. Microbial. 11: 261-264, 1984.
5. Casey, G.P., Magnus, C.A. and Ingledew, W.M. High gravity brewing: Effects of nutrition on yeast composition, fermentative ability and alcohol production. Appl. Environ. Microb. 48 (3): 639-646, 1984.
6. Albers, E., Larsson, C., Liden, G., Niklason, C. and Gustaffson, L. Influence of the nitrogen source on *Saccharomyces cerevisiae* anaerobic growth and product formation. Appl. Environ. Microb. 62 (9): 3187-3195, 1996.
7. Damiano, D. and Wang, S.S., Improvements in ethanol concentration and fermenter ethanol productivity in yeast fermentations using whole soy flour in batch and continuous recycle systems. Biotechnol. Lett. 7 (2): 135-140, 1985.
8. Bajpai, P., Sharma, A. and Raghuram, N., Rapid production of ethanol in high concentration by immobilized cells of *Saccharomyces cerevisiae* through soy flour supplementation. Biotechnol. Lett. 10 (3): 217-220, 1988.
9. Viegas, C.A., Correia, I. Sa. and Novais, J.M., Rapid production of high concentration of ethanol by *Saccharomyces bayanus*: Mechanisms of actions of soy flour supplementation. Biotechnol. Lett. 7 (7): 515-520, 1985.
10. Viegas, C.A., Correia, I. Sa. and Novais, J.M., Nutrient enhanced production of remarkably high concentrations of ethanol by *Saccharomyces bayanus* through soy flour supplementation. App. Environ. Microb. 50 (5): 1333-1335, 1985b.
11. Maia, A.B.R.A. and Nelson, D.L., A comparative study of effects of soy and corn flours on the evaluation of alcohol fermentation in successive batches. J. Chem. Technol. Biot. 59: 171-179, 1994.
12. Xianzhen, L., Improvement in ethanol production from beet molasses by soy flour supplementation. Biotechnol. Lett. 17 (3): 327-330, 1995.
13. Janessens, J.H., Burris, N. Woodward, A. and Barley, R.B., Lipid enhanced ethanol production by *Kluveromyces fragilis*. App. Environ. Microb. 45 (2): 598-602, 1983.
14. Thomas, K.C. and Ingledew, W.M., Fuel alcohol production: effect of free amino acid nitrogen on fermentation of very high gravity wheat mashes. App. Environ. Microb. 56: 2046-2050, 1990.
15. Sumrada, R. and Cooper, T., Basic amino acid inhibition of cell division and macromolecular synthesis in *Saccharomyces cerevisiae*. J. Gen. Microbial. 108: 45-56, 1978.
16. Özçelik, F. ve Şahin, I., Melastan alkol üretiminde bazı etkenlerin verime ve has ispiroto bileşimine etkileri üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları: TÜT 4, 1984.

Melastan Etilalkol Üretiminde Soya Ununun Alkol ve Hücre Konsantrasyonuna Etkisi

17. Şahin I. ve Özçelik, F., Melastan etilalkol fermentasyonu sırasında önemli bazı etkenler üzerinde araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, 29. Fasikül 2-3-4'den ayrı basım. 1979, Ankara.
18. Forouchi, E. and Gunn, D.J., Some effects of metal ions on the estimation of reducing sugars in biological media. Biotechnol. Bioeng. 25: 1905-1911, 1983.
19. Dönmez, S., Özçelik, F. ve Pamir, H., Melastan *Clostridium acetabutylicum* ile aseton-butanol üretimi için uygun koşullar. Doğa, Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 14: 71-81, 1990.
20. Nagodawithana, T.W. and Steinkraus, K.H., Influence of the rate of ethanol production and accumulation on the viability of *Saccharomyces cerevisiae* in rapid fermentation. App. Environ. Microb. 31 (2): 158-162, 1976.
21. Fidan, I. ve Şahin, I., Alkol ve alkollü içkiler teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1295, 344 s., 1993, Ankara.
22. Saigal, D. and Viswanathan, L. Effect of oils and fatty acids on molasses fermentation by distillers' yeast. Enzyme Microb. Technol., Vol. 6. February, 78-80, 1984.
23. Berry, D. Growth of Yeast. In Fermentation Process Development of Industrial Organisms. Ed. J.O. Neway. 277-322. Marcel Dekker Inc. New York, Basel. 1989.
24. Aries, V. and Kirsop, B.H. Sterol synthesis in relation to growth and fermentation by brewing yeasts inoculated at different concentration. J. Inst. Brew. 83: 220-223., 1977.