

**UYARI** : Prof.Dr.R.Ertan ANLI'nın ders notlarının büyük bölümü yazarın Anadolu Üniversitesi Yayınlarından (ISBN 978-975-1970-0-Anadolu Üniversitesi Yayınları- İçecek Bilgisi, 2016, Editör :Yard.Doç.Dr.Hilmi Rafet YÜNCÜ, 6,7 ve 8. Bölümler ) Alınmıştır. Ayrıca, KAYNAKLAR kısmında gösterilen şekil ve literatürlerden yararlanılmıştır. Bu nedenle, ilgili bilgiler hak sahiplerinin izni olmaksızın kullanılamaz.

## FERMENTASYON TEKNOLOJİSİ DERS NOTLARI ( Prof.Dr.R.Ertan ANLI)

### FERMENTASYON TEKNOLOJİSİ DERS NOTLARI (ZİRAAT FAKÜLTESİ)

Prof.Dr.R.Ertan ANLI

#### 5.HAFTA

#### 4. Fermantasyon

Dünyada biracılıkta genel olarak “alt fermantasyon” ve “üst fermantasyon” olmak üzere iki tip fermantasyon uygulanır. Ülkemizde ve dünyada yaygın olan “alt fermantasyon”dur.

Alt fermantasyon iki aşamada gerçekleşir:

1. Asıl fermantasyon
2. İkinci fermantasyon (dinlendirme)

##### *1. Asıl Fermantasyon*

Şıra, belli koşulları içeren, iyi izole edilmiş, soğutma ve karbondioksit gazının uzaklaştırılmasına olanak tanıyan fermantasyon mahzenlerindeki kontrollü fermantasyon tanklarına alınır. Fermantasyon tankları, soğutma ve karıştırma düzeneği olan, paslanmaz çelikten üretilmiş, hammadde ve su girişine uygun sistemleri bulunan, kolaylıkla temizlenebilen kontrollü sistemlerdir. Bira üretiminde temizlik ve hijyen koşullarının sağlanması çok önemlidir. Ayrıca, kaliteli bira üretebilmek için fermantasyon koşulları iyi kontrol edilmelidir.

**Mayalama:** 5-7 °C'ye kadar soğutulan şıra, fermantasyon mahzenindeki tanklara doldurularak mayalanır. Kullanılan maya, saf bir “*Saccharomyces cerevisiae*”dir. Bunun alt ve üst fermantasyon yapan tipleri vardır.

Alt fermantasyonda şıra 5-7 °C, üst fermantasyonda ise; 10-15 °C'de mayalanır. Alt fermantasyon

mayaları 10 °C'nin altında çalışırlar ve fermantasyon sırasında, özellikle de fermantasyonun sonuna doğru dibe çökerek sıkı bir tabaka oluştururlar. Üst fermantasyon mayaları ise; 10-20 °C'ler arasında çalışırlar ve sıvının üstünde toplanırlar. Alt fermantasyon birası ile üst fermantasyon birasını bu farklılık oluşturur. Üst fermantasyon birası İngiltere'de çok yaygındır.

Alt fermantasyonda 2 aşama vardır :

- Floatasyon (çöktürme)
- Asıl fermantasyon

### ***Floatasyon***

Floatasyon biracılıkta çöktürme işlemi olup, amacı ölü maya ve soğuk tortunun dibe çökmesini, şerbetçiotundan gelen bazı istenmeyen maddelerin yüzeye çıkmasını sağlamaktır. Soğutmadan gelen şıra, floatasyon havuzlarına gitmeden önce fermantasyon için mayalanır. Floatasyon evresinde, istenilen derecede soğumuş olarak soğutulmadan gelen şıra, çöktürme tanklarına alınarak burada 3-5 saat bekletilir. Oluşan tortu dışarıya alınır.

Floatasyon havuzlarının kapasitesi, en uygun olarak mayşelemede bir seferde elde edilen şıra hacminin %20 fazlası olmalıdır. Çünkü köpüğün taşmaması için % 20 fazla hacim gerekir. Havuzların derinliği genellikle 1-2 m'dir. Paslanmaz çelikten yapılmışlardır ve içlerinde soğutucu borular bulunmaktadır. Ancak soğutma işlemi burada yapılmamaktadır.

Floatasyon tamamlandıktan sonra, mayalanmış şıra fermantasyon tanklarına pompalanır. Floatasyon işleminin amacı; ölü mayanın dibe çökmesi, şerbetçiotundan gelen bazı istenmeyen maddelerin yüzeye çıkması ve soğuk tortunun dibe çökmesidir. Bundan sonra ikinci evre esas fermantasyon evresidir.

Fermantasyon aşamasında, şıra silindirik-konik formdaki fermantasyon tanklarına aktarılır ve maya tankından şıraya maya ilavesi yapılır. Biracılıkta şıra; mayşeleme ve kaynatma suretiyle elde edildiğinden içinde mikroorganizma bulunmaz. Fermantasyon tamamen kullanılan maya tarafından yapılır. Alt fermantasyon biralarında *Saccharomyces carlsbergensis* kültür mayası kullanılır. Kullanılan maya çeşidinin bira kalitesi üzerindeki önemi büyüktür. Onun için iyi, denenmiş, fermantasyon kalitesi bilinen mayalar kullanılır. Biracılıkta kullanılan, özellikleri ön denemelerle laboratuvar koşullarında belirlenmiş saf mayalara "kültür mayası" adı verilir. Maya %5'ten fazla ölü maya içermemeli, yabancı mikroorganizmalar bulundurmamalıdır. Diğer mayalar ise; "yabani maya" olarak adlandırılır. Aslında, kültür mayaları "topak maya" ve "toz maya" olarak da iki farklı formda bulunabilir.

Mayalanma, kontrollü fermantasyon yürüten işletmelerde hektolitreye (100 litre) 25-30 gram düzeyinde kuru aktif maya verilerek başlatılır. Bu amaçla, kuru aktif maya, maya tankında ılık su-şıra ile karıştırılarak aktive edilir. Tanktaki şıraya maya dozlanmadan önce alttan hava verilerek homojen hale getirilir. Maya dozlama süresi maya kıvamına göre ayarlanır. 1 hl şıraya 1 lt maya oranını sağlayacak şekilde dozaj pompası ile maya dozlanır. Maya verilirken eş zamanlı olarak tanka hava da pompalanır. Çünkü kullanılan maya oksijenli ortamda üremektedir.

### ***Asıl Fermantasyon***

Bu evrede, 12 °C'de mayalanmış şıra fermantasyon tanklarına gönderilir. Fermantasyon sonucunda genç bira 5.5 °C'ye soğutulur. Buradaki işlemi glikol soğutma ünitesinden gelen -4 °C'deki glikol ile gerçekleştirilir. Propilenglikol fermantasyon tanklarının üzerinde bir sargı şeklinde dolaşan serpantinlerden geçerek genç biranın ısısını alır. Kendisi de -1 °C'de tekrar soğumak üzere glikol soğutma ünitesine geri döner.

Mayalanmayı izleyen ilk 24 saat sürecinde hafif bir gaz çıkışı ve ince bir köpük tabakası görülür (birinci devre). İkinci gün köpükler artar ve karnıbahar başı kadar olur. Bu devre 2-3 gün sürer ve bu süre

esnasında günlük balling (şeker miktarı) düşmesi 0.5-0.8 balling kadardır (ikinci devre). Köpükler gittikçe büyür ve kayaya benzer bir şekil alır. Bu devre, fermantasyonun en kuvvetli olduğu devredir. Bu süre esnasında günlük balling düşmesi 1 balling kadardır (üçüncü devre).

Fermantasyon esnasında sıcaklığın 9-10 °C'yi geçmemesi lazımdır. Dördüncü devrede fermantasyon hızını kaybetmiştir. Köpükler yavaş yavaş sönmeye ve inmeye başlar ve nihayet sıvı yüzeyinde şerbetçiotu reçineleri, azotlu maddeler ve maya hücrelerinden meydana gelen esmer renkli ve acı bir tabaka kalır.

Fermantasyon süresi 7 gündür. Hergün her tank için balling ve sıcaklık kontrolü yapılarak fermantasyon grafikleri çizilir. Fermantasyon tankları üç bölüme ayrılmıştır. Her bölümde sıcaklık hissedici sensörler bulunur. Her üniteye de ayrı ayrı glikol gidiş geliş hattı sarıdır. Sıcaklık istenilen değerin altına düştüğünde veya yükseldiğinde glikol hattı vanaları otomatik olarak kapanır ve açılır.

Asıl fermantasyon sonunda maya dibe çöker. Böylece genç bira berraklaşır. Genç bira yüzeyinde kalan koyu renkli, acı, ince tabaka alınır. Bundan sonra fermantasyon kabının musluğu açılarak genç bira dinlendirme kaplarına pompalanır.

Asıl fermantasyondaki ana olay ekzotermik bir reaksiyon olan etil alkol fermantasyonudur. Gay-Lussac eşitliği olarak da adlandırılan aşağıdaki reaksiyon gereği; etil alkol fermantasyonunda 1 mol glikozdan 2 mol etil alkol ve 2 mol karbondioksit ve 28.2 kkal enerji açığa çıkar. Bunların yanı sıra pek çok yan ürün de meydana gelir. Reaksiyonda birçok enzim etkili olur.



Glikoz            Etil alkol    Karbondioksit    Enerji

Fermantasyon ilerledikçe maya yavaş yavaş dibe çöker. Günlük balling düşmesi 0.1-0.2 balling'e inince, asıl fermantasyona son verilir.

**Genç biranın mayadan ayrılması:** Fermantasyon kabında, yüzeyde biriken acı reçine tabakası alınarak genç bira, dibe oturmuş olan maya tabakası üzerindeki bir musluktan alınır ve dinlendirme mahzenindeki dinlendirme kaplarına pompalanır.

## Kaynakça

Altan A, Yağcı S, Maskan M, Göğüş F. 2006. Arpanın Ürün Bazında Değerlendirilmesi. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs, Bolu, s495-498.

Arnold, J. P. 2005. *Origin and History of Beer and Brewing: From Prehistoric Times to the Beginning of Brewing Science and Technology*. Cleveland, Ohio: Reprint Edition by Beer Books. [ISBN 0-9662084-1-2](#)

Barth, R.2013. *The Chemistry of Beer: The Science in the Suds*, Wiley 2013: [ISBN 978-1-118-67497-0](#).

Boulton, C., Quan, D., 2001. *Brewing Yeast and Fermentation*. Blackwell Science Ltd, p. 644, London.

Jadhav, S.J, Lutz, S.E. Ghorpade, V.M, Salunkhe, D.K. 1998. Barley: Chemistry and Value-Added Processing. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 38(2): 123–171.

Jens, G. 2013. [The Global Brewery Industry](#). Edward Elgar Publishing. p. 52.

Kunze, W. 2014. *Technology Brewing and Malting*. 5th revised English Edition, August 2014, 960 Pages, 978-3-921690-77-2

Munroe, J. H., 1995, "Fermentation", In: *Handbook of Brewing*, Ed. W. A. Hardwick. New York: Marcel Dekker, Inc. 86.

Nardini, M. 2004. "Determination of free and bound phenolic acids in beer". *Food Chemistry* 84: 137–143. [doi:10.1016/S0308-8146\(03\)00257-7](#).

Nelson, M. 2005. *The barbarian's beverage: a history of beer in ancient Europe*. London: [Routledge](#). p. 6. [ISBN 978-0-415-31121-2](#). [OCLC 58387214](#).

Nikolic, D., Li, Y., Chadwick, L.R., Grubjesic, S., Schwab, P., Metz, P., Van Breemen, R.B 2004. "Metabolism of 8-prenylnaringenin, a potent phytoestrogen from hops (*Humulus lupulus*), by human liver microsomes". *Drug metabolism and disposition: the biological fate of chemicals* 32 (2): 272–9. [doi:10.1124/dmd.32.2.272](#). [PMID 14744951](#)

Stewart, G. G., Russell, I., 1985. I. Modern Brewing Technology. In: *Comprehensive iotechnology*, Vol. 3, Ed. M. Moo-Young, Oxford: Pergamon Pres, 336-79.

Stewart, G.G., Russell, I., 1993. Fermentation- The Black Box of The Brewing Process. *Technical Quarterly of the Master Brewers Association of America*, 30: 159-168.

Stewart, G. G., Bothwick, R., Bryce, J., Copper, D., Cunningham, S., Hart, C. Rees, E., 1997. Recent Developments in High Gravity Brewing. *Technical Quarterly of the Master Brewers Association of America*, 34: 264-270.

Stewart, G. G., Russell, I., 1998. *Brewers Yeast*. The Institute of Brewing, London.

Yazıcıoğlu, T. 1965. Türk Malt ve Bira Sanayii. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları : 244, Yardımcı Ders Kitabı : 83, 171 s.

Yazıcıoğlu, T., Durgun, T. 1976. Malt ve Bira Teknolojisi Uygulama Klavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları : 574, Uygulama Klavuzu. 192, 149 s.

Zat, V. 1994. Bomonti Bira Fabrikası. Dünden Bugüne İstanbul Ansiklopedisi, Cilt 2.