

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

2.Hafta

MALT ÜRETİMİ

Malt ve bira üretiminin genel ilkelerini kısaca incelemek, konunun anlaşılması bakımından önemlidir. Özellikle biranın hammaddesi olan maltın nasıl üretildiğini anlamadan birayı anlamak olası değildir.

Malt Nedir ?

Belirli ve kontrollü şartlar altında çimlendirilmiş hububata “malt” veya “yeşil malt” adı verilir. Biracılıkta elde edilen ve içinde % 40-45 su içeren yeşil maltın kurutulup kavrulması gerekir. Ancak, bu işlemde sonra uygun bir kullanım hammaddesi haline gelir. Aslında, bazı kaynaklarda sadece çimlendirilen hububata “yeşil malt”; çimlendirilen ve kurutulup, kavrulan hububata ise; “malt” adı verilir. Biracılıkta çoğunlukla arpa maltı kullanılır. Ancak, başka hububat maltları da bira hammaddesi olarak kullanılabilirler.

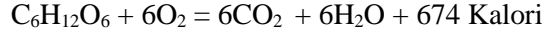
Biracılıkta malt yapılmasının amacı; hububat danesinde mevcut bulunan enzimlerin miktar ve aktivitelerini artırmak ve olmayanları da aktif hale getirmektir.

Malt yapılmasını 4 aşamada inceleyebiliriz:

1. Hububatın saklanması, temizlenmesi ve sınıflara ayrılması;
2. Hububatın ıslatılması;
3. Hububatın çimlendirilmesi;
4. Kurutma-kavurma.

1. Hububatın saklanması, temizlenmesi ve sınıflandırılması

Hububat danesinin canlı bir varlık olduğunu, onun da diğer canlılar gibi aşağıdaki formül gereğince solunum yaptığını bilmek gerekir :



Bu formülden şu gerçekler ortaya çıkmaktadır:

Hububat danesi solunum yaparken bünyesinde bulunan şekeri yakar; yani dane ağırlığından biraz kaybeder. Saklama koşulları normal ise; yani ambar ve hububat rutubetsiz ve serinse, solunum az ve dolayısı ile denenin madde kaybı, yani “fire” az olur. Danenin su miktarı ve ortam sıcaklığı madde kaybı üzerine olan etkisi Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 3. Farklı nem ve sıcaklıkta hububatta madde kaybı

Danenin su içeriği (%)	Sıcaklık (°C)	Madde kaybı (g/Kg -10 gün)
11	18	0.21
14-15	18	0.96
17	18	83.9
20	18	224.8

Çizelge 3’te görüldüğü gibi; danenin su miktarı % 14-15 i geçince, solunum şiddeti ve dolayısı ile madde kaybı (fire) artış göstermektedir. Örneğin; danenin su miktarı % 15’ten % 17’ye çıktığı zaman madde kaybı 85-90 misli olmaktadır. Buna göre; depolama sırasında danenin su miktarı % 14-15’i geçmemelidir.

Sıcaklığın yüksek olması solunumun da hızlı olmasına neden olur. Aşağıdaki çizelgede, 100 kg hububatın 10 gün boyunca uğradığı kayıplar görülmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Danede sıcaklık artışına bağlı olarak gelişen madde kaybı

Danenin Su Miktarı (%)	Sıcaklık (°C)	Madde. Kaybı (g/kg)
14 – 15	10	0.27
14 – 15	18	0.96

Buna göre; depolanacak hububatın su miktarı olabildiğince az, ortamın sıcaklığı da düşük olmalıdır. Ayrıca, ortamda yeterince oksijen bulunmalıdır. Aksi durumda; oksijensiz solunum başlar ve hububatta; esterler, alkoller ve organik asitler gibi istenmeyen metabolizma ürünleri oluşur. Diğer taraftan solunumla şekerin parçalanması sonucu karbondioksit (CO₂) oluşur. Bunun yanında da, yukarıdaki tepkime gereği 674 Kalori ortaya çıkar ve sıcaklık artar. Oluşan karbondioksit gazının yığınların üzerinden uzaklaştırılması ve sıcaklığın da dengelenmesi gerekir.

Sonuç olarak; malt üretiminin ilk aşaması olan hububatın depolarda doğru sıcaklık, nem ve oksijen altında saklanması ürünün, dolayısıyla biranın kalitesi bakımından çok önemlidir. Bu durumda hububat; serin, nem oranı düşük depoda saklanmalı, depo yeterince ve zamanında havalandırılmalıdır.

Dikkat: İyi kalitede bir bira eldesi için, depolanacak hububatın su miktarı olabildiğince az, ortam sıcaklığının düşük ve nem ile oksijen altında saklanması gereklidir.

Kaba temizleme: Ambarlanacak hububatın aspiratörden geçirilerek temizlenmesi gerekir. Bu amaçla, üç kademeli elekler kullanılır. Birinci kalburda, çok büyük yabancı maddeler; ikinci kalburda, yine arpaya kıyasla daha büyük olan yabancı maddeler kalır. Daha sonra hububat üçüncü kalburun üzerine dökülür. Bu kalburdan hububat geçemez; ondan küçük olan kum ve diğer ufak maddeler geçer. Sonrasında hububat bu kalbur üzerinden kaydırılarak dışarı çıkartılır. Sonuç olarak; kaba temizlemede kullanılan aspiratörler “emme” ve “eleme” sistemleri içerirler. Böylece, hububatın ambara girmeden kaba temizliği yapılmış olur.

Saklama şekilleri: Hububatlar; zemine dökme, yani “yığma” olarak veya “silo” adı verilen kuyu depolarda saklanırlar. Günümüzde, çoğunlukla tabanı beton modern depolar kullanılmaktadır.

İnce temizleme: Uygun koşullar altında depolanan hububat, malt yapılmadan önce ince bir temizlemeden geçirilir. Hububat, önce bir aspiratörden, sonra da yuvarlak yabancı ot tohumlarının ayrılması için *triyör* (ayıklayıcı)'den geçirilir. Temizlenecek hububat, içinde yuvarlak tohumların yerleşebileceği cepler bulunan döner bir silindire konur. Silindir döndükçe; hububat içindeki yuvarlak tohumlar bu cepler içine yerleşerek yukarı çıkar ve toplama oluğunun içine dökülerek bir arşimet vidası ile dışarı alınır. Hububat daneleri ise; silindirde kalarak ileri doğru yönlendirilir.

Sınıflara ayırma: Temizlenmiş olan arpa daneleri sınıflara ayrılırlar. Sınıflara ayırmanın amacı; farklı irilikteki daneleri sınıflandırmaktır. Eğer iri ve ufak daneler bir arada bulunursa, bunların su alma hızları farklı olacağından, küçükler çabuk su alıp hızla çimlenirken; büyüklerde çimlenme yavaş ilerler. Sonuçta, farklı erime derecesine sahip maltlar ortaya çıkar. Buna ek olarak; ileride maltın öğütülmesi sırasında da maltların iriliğinin olabildiğince tekdüze olması gerekir.

Bu amaçla; silindir biçimindeki farklı gözenek çapındaki kalburlardan geçirilen maltlık arpalar I. Maltlık, II. Maltlık ve Yemlik (Kalbur altı) olarak üç sınıfa ayrılırlar :

I. Maltlık : 2.5 milimetrelik kalbur üzerinde kalanlar (yani 2.5 ve 2.8 mm toplamı)

II. Maltlık : 2.2 mm üzerinde kalanlar,

III. Yemlik (Kalbur altı) : 2.2 mm'nin altında kalanlar olarak değerlendirilirler.

Aslında bu durum maltın kalitesini de belirler. Örneğin; AB yasalarında elek altının % 3'ü aşması kabul edilmez.

2. Hububatin ıslatılması

Su miktarı az (% 15'ten aşağı) olduğu zaman hububat danesi dinlenme durumundadır. Yani, yaşamsal aktiviteler en düşük düzeydedir. Su miktarı bu kadar az olan hububat danesinin çimlenmesi olası değildir. Bu nedenle hububat danesi, belirli koşullar altında suda ıslatılarak su miktarı % 8-15'ten % 42-46 düzeyine çıkarılır.

Islatma sırasında su miktarı gittikçe yükselerek % 40'ın üstüne çıkar ve çimlenme sırasında bu düzey korunur. Danenin su miktarı arttıkça solunum hızlanır. Buna göre; hububata yeteri kadar hava sağlamak ve meydana gelen karbondioksiti, ortamdan uzaklaştırmak gerekir. Islatma işi, eskiden sac ve beton kaplarda yapılırken; günümüzde paslanmaz çelik malzeme kullanılarak yapılmaktadır. Bu kaplar 10-20 ton kapasitede ve kapların üst tarafları silindirik, alt tarafları ise konik şeklindedir. İçlerinde çeşitli havalandırma boruları, dışarılarda da su ve hava veren sistemleri vardır.

Islatma süresi dane iriliğine, ıslatma suyunun sıcaklığına göre 48-120 saat arasında oynarsa da, ortalama olarak 60-75 saattir. Islatma suyunun sıcaklığı 12-15 °C arasında olmalı ve 20 °C'yi kesinlikle geçmemelidir. Su daha sıcak olursa hububat daha çabuk su alır ve zararlı mikroorganizmanın gelişme olasılığı çok artar. Su soğuk olursa; su alma süresi gecikir. Diğer taraftan danelerin küçülmesi ile su alma hızı artar. Bu bilgilere göre; iri daneli hububatin su alması daha yavaştır.

Üç gün kadar süren ıslatma esnasında, hububatin yeteri kadar havalandırılması gerekir. Havalandırma, "kuru" ve "yaş" olarak yapılır. Kuru havalandırmada kaptaki su tamamen boşaltılarak kap, 1-2 saat kadar susuz bırakılır. Su boşaltılınca, kaptaki hububat danelerinin etrafını bu defa hava saracağından hububat 1-2 saat iyice havalanmış olur. Su boşaltılırken aynı zamanda suda erimiş durumda olan metabolizma ürünlerini de (örneğin CO₂) beraberinde götürdüğünden hububatin solunumu da kolaylaşmış olur.

Yaş havalandırmada ise; kaptaki su boşaltılmaz. Ancak kaptaki delikli havalandırma borularına komprime (basınçlı) hava verilerek suyun ve dolayısı ile hububatin havalanması ve aynı zamanda solunumdan meydana gelen CO₂'in dışarı atılması sağlanır.

3.Çimlendirme

Biracılıkta çimlendirmenin amacı; hububat danesinde dinlenme döneminden itibaren var olan enzimlerin miktarını çoğaltmak, aktivitelerini artırmak ve aynı zamanda yeni enzimlerin oluşumunu sağlamaktır. Aslında, bu tarz çimlendirmenin doğal çimlenmeden farkı yoktur. Ancak burada sıcaklık, nem ve hava

koşulları dikkatli bir şekilde ayarlanarak yaprakçık ve kökçüğün gelişmesi, enzimlerin aktivitelerinin artırılması ve endospermdeki besin maddelerinin parçalanması kontrol altına alınmış olur.

Bilindiği gibi çimlenme için neme, sıcaklığa ve havaya ihtiyaç vardır. Nem, arparın ıslatılması ve aynı zamanda çimlenmekte olan arpa üzerine nemle doyurulmuş hava verilerek sağlanır. Nemle doyurulmuş hava verilerek aynı zamanda, çimlenme sırasında yoğunlaşmış olan solunumla harcanan oksijen yerine yenisi verilmiş ve solunumla oluşan karbondioksit dışarı atılmış olur.

Arpalar için en uygun çimlenme sıcaklığı 14-18 °C arasındadır. 3-5 °C gibi düşük sıcaklıklarda veya 40 °C'nin üzerinde sıcaklıklarda görülebilen yaşamsal aktiviteler durur. Biracılıktaki çimlenme esnasında önce kökçük gelişerek tohum ve meyve kabuklarını ve kavuzları delerek dışarı çıkar. Bundan biraz sonra da, kökçüğün ucundaki koruyucu zar delinerek kökçük çatallanır. Yaprakçık ise; tohum ve meyve kabuklarını delerek kavuzların altından danenin ucuna doğru ilerler. Biracılıkta yaprakçığın fazla gelişip dane ucundan kavuzları delerek dışarı çıkmasına izin verilmez.

Sonuç olarak; çimlenme sırasında danede bazı biyokimyasal değişimler oluşur. Öncelikle enzimler aktif hale gelerek endospermdeki besin maddelerini parçalarlar. Bu sırada, asitlik artarak danenin erimesini ve besin maddelerin parçalanmasını hızlandırır. Özellikle fitaz, amilofosfataz, gliserofosfataz ve sonrasında nişasta molekülünü parçalamaya olanak sağlayacak olan alfa ve beta amilazlar aktif hale gelir. Diğer taraftan, çimlenme ilerledikçe diyastaz enzimin aktivitesi proteinlerin parçalanmasını artırır. Örneğin; diyastatik aktivite arpada 60-90 düzeyindeyken; yeşil malta 500-800'e ulaşır.

Burada, biracılıkta sıklıkla kullanılan "erime" terimini açıklamak gerekir. Arpa danesi hücre selüloz yapıda olup, hemiselülozla da desteklenmiştir. Çimlenme sırasında oluşan "sitaz" enzimi yapıyı parçalayarak "hekzozan" ve "pentozan"lara dönüştürür. İşte bu olaya danenin "erimesi" ya da "gevrekleşmesi" adı verilir.

Üretilen biranın özelliği, köpük durumu, duyu kalitesi ve dayanma süresi üzerinde proteinlerin parçalanmasının önemli rolü vardır. Dolayısıyla çimlenme koşulları proteinlerin parçalanması bakımından çok önemlidir.

Proteinleri parçalayan proteaz enzimi çimlenmenin hemen başında aktif duruma geçer. Ancak, arpa proteinlerinin tümü aynı şekilde ve zamanda parçalanmaz. Danenin "aleuron" tabakasında bulunan proteinler çimlenmede parçalanmadan küspeye geçerler.

Üretilen biranın özelliği ve dayanma gücü, proteinlerin parçalanma durumuna bağlı olduğu gibi; bira fabrikasyonunun bütün aşamalarında da, proteinlerin parçalanması önemli rol oynar. Her ne kadar mayşeleme sırasında mayşeyi belirli sıcaklıklarda tutmak bir kısım protein parçalanmasını sağlasa da; malt yapma sırasında yapılamayan mayşelemede karşılamak olanaksızdır. Ancak, unutulmamalıdır ki biranın köpük durumu ve yapısı bakımından proteinlerin tümünün de uzaklaşması istenmez.

Dikkat: Proteinlerin parçalanması yani çimlenme aşaması, üretilen biranın özelliğini, köpük durumunu, duyu kalitesini ve dayanma süresini önemli derecede etkiler.

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](https://www.amazon.com/Origin-and-History-Beer-Brewing-Prehistoric/dp/0966208412)

Barth, R.2013. *The Chemistry of Beer: The Science in the Suds*, Wiley 2013: [ISBN 978-1-118-67497-0](https://www.amazon.com/Chemistry-Beer-Science-Suds/dp/1118674970).

Boulton, C., Quain, 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](https://doi.org/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](https://doi.org/10.1124/dmd.32.2.272). [PMID 14744951](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/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.
