

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

3.HAFTA

Açık malt, koyu malt: Maltlar, açık ve koyu malt olarak ikiye ayrılır. Açık maltlar Pilsen tipi açık biralardan; koyu maltlar Münih tipi koyu ve aromatik biralardan üretiminde kullanılırlar.

Açık malt üretiminde çimlendirme çok ileri götürülemez. Danelerin % 76-80 kadarında yaprakçığın dane boyunun 1/2 - 2/3 oranında olması sağlanır. Koyu maltların üretiminde ise; çimlenme daha ileri götürülerek yaprakçık boyunun danelerin % 75-80 kadarında dane boyunun 3/4 - 4/4'ünü bulması sağlanır. Bu durumda, doğal olarak danede oluşan küçük molekülü nişasta ve protein parçalanma ürünleri (şekerler ve aminoasitler) daha fazla olur.

Münih tipi koyu malt üretiminde ise; maddelerinin daha fazla parçalanmasını sağlamak amacıyla yığın yüksekliği artırılır ve karıştırma daha seyrek yapılır. Böylece, yığında sıcaklığın bir miktar yükselmesi sağlanmış olur. Bu durumda daha kuvvetli olarak gelişen kökçükler birbirine karışır ve kitle adeta "keçeleşir".

Çimlenme odasında geniş bir yüzey oluşturacak şekilde serilen hububatın %45'i bulmuş olan su miktarı, kuruma nedeniyle azalabilir. Bunun için çimlendirme mahzenindeki nisbi nemin %90'ın üzerinde olması gerekir. Bazen, çimlenme süresinin sonuna doğru çimlenmekte olan malt üzerine ince zerreler halinde su püskürtülür.

100 kg. arpadan 150 kg yeşil malt elde edilir. Biracılıkta çimlenme sıcaklığı 15-18 °C olup, ortalama 6-9 gün sürer.

Çimlendirme yöntemleri :

- Serme yöntemi ile çimlendirme,
- Pönomatik çimlendirme.

4. Yeşil maltın kurutulup kavrulması

Malt ve bira endüstrisinde çimlendirilmiş arpaya “yeşil malt” adı verilir. 100 kg. temizlenmiş ve kalburlanmış temiz arpadan 140-150 kg yeşil malt elde edilir. Elde edilen yeşil maltın kurutulup kavrulması gerekir.

Kurutma; filizleri yok edip, enzimlerin etkisini önleyerek, renkli ve kokulu bileşiklerin oluşumunu kolaylaştırır. Bu amaçla; 45 °C – 50 °C’de ısıtma uygulanır. Açık renkli malt üretiminde ısıtma işlemi 80 °C – 85 °C’ye, koyu malt üretiminde (siyah bira) 100 °C – 150 °C’ye kadar çıkartılır.

Kurutma ve kavurma işleminin amacı şu şekilde özetlenebilir :

- Yeşil maltın su miktarı % 42-46 olduğundan depolanması olanaksızdır. Kurutma ve kavurma ile malt dayanıklı duruma getirilir.
- Yeşil maltın kokusu hoş değildir. Kavrulma ile hoş bir tat ve aroma alır. Bu da, kaliteli bir bira elde etmek için önemlidir. Kavurma, aynı zamanda biranın karakterini de oluşturur.
- Kurutma ve kavurma ile danedeki enzim aktivitesi, dolayısıyla çimlenme ve erime de durdurulmuş olur.
- Kavrulma ile kökçükler de gevrekleşerek malttan kolayca ayrılacak bir hale gelirler.

Yeşil maltın kurutulmasında ilk aşama, su miktarının % 18-20 ve hatta % 8-10’a indirilmesi aşamasıdır. Böylece, yeşil malt suyunu kolaylıkla verir. Su miktarı % 8-10’a düştükten sonra ise; malt dane içindeki kılcal ve kolloid kuvvetlerin etkisi ile suyu daha güç bir şekilde vermeye başlar.

Açık maltharda su miktarı % 3-4, koyularda ise % 1.5-2.0 düzeyine kadar düşürülür.

Kavrulma esnasında malta hacim azalması olmamalıdır. Diğer bir deyimle kuru maltın hacmiyle, bu maltın elde edildiği arpanın hacmi arasında büyük bir fark olmamalıdır. Ancak bu şekilde gevrek bünyeli kolayca ufalanabilir ve dolayısıyla kaliteli bir malt elde edilmiş olur.

Kurutmanın ilk saatlerinde, 45 °C’ye ulaşana kadar yaprakçık büyür. Danenin su miktarı ne olursa olsun, yaprakçığın gelişmesi 45 ° C’de durur.

Eğer malta yeteri kadar su varsa, solunum 50-60 °C’ye kadar devam eder. Her ne kadar ruşeymin gelişmesi durup solunum sona ererse de; maltın bir kaç saat 80 °C’de kavrulması halinde bile ruşeym ölmez. Ruşeym ancak 85-90 °C’de ölür.

Enzimler için 45-60°C ideal sıcaklıklardır ve bu optimum şartları çimlenme sırasında bile bulamazlar. Kavrulma ile enzim aktivitesi durur.

Açık maltharda nişasta ve proteinlerin şeker ve aminoasitlere kadar daha fazla parçalanması ve sonradan şekerle aminoasitlerin reaksiyona girmesiyle fazla miktarda melanoidin meydana gelmesi önlenir. Halbuki koyu maltharda kuruma daha yavaş ilerlediğinden, meydana gelen şeker ve aminoasit miktarı daha fazla olur ve dolayısı ile yüksek ısı ve nem etkisiyle meydana gelen melanoidinlerin miktarı daha fazla olur.

Şeker ve aminoasitlerin nem ve ısının etkisiyle birbirleriyle reaksiyona girmesi ile meydana gelen melanoidinler çok hoş kokulu, karakteristik aromalı, esmer kırmızı renkte maddelerdir. Suda, koloidal bir şekilde erirler, indirgeyicidirler ve reaksiyonları da asittir. Buna göre; melanoidinlerin bu özellikleri koyu maltharda daha belirgin olarak hissedilir.

Şekerler, glikokol ve alaninle nisbeten daha düşük derecelerde ve kolaylıkla reaksiyona girerek koyu renkli melanoidinleri meydana getirirler. Eğer sıcaklık yüksek olursa (100 °C’nin üzerinde) şeker, valin ve leucin ile çok daha aromatik olan melanodinleri meydana getirir ki bunlar özellikle koyu malthar, Bavyera maltharı için karakteristiktirler. Açık renkli maltharda da yeteri kadar melanoidin meydana gelmesi için sıcaklığın 3-5 saat 80 derece civarında kalması gerekir. Koyu maltharda ise; fazla ve çok

aromatik melanoidinleri meydana getirmek üzere, sıcaklığın en az 5 saat 100-105 °C civarında kalması gerekir.

BİRA ÜRETİMİ

Bira üretimi temel olarak 7 aşamada gerçekleşir :

1. Maltın öğütülmesi,
2. Mayşeleme,
3. Süzme, kaynatma ve soğutma,
4. Fermantasyon,
- 5- Dinlendirme (ikinci fermantasyon),
- 6- Filtrasyon,
- 7- Şişeleme, fiçılama ve pastörizasyon.

Sıra Sizde 3: Bira üretim basamaklarını sıralayınız. Bira şirasının şerbetçiotu ile kaynatılmasındaki amaçları belirtiniz.

1. Maltın Öğütülmesi

Bira yapılmasında, malttaki besin maddeleri enzimlerin yardımı ile erir hale getirilip sıcak suya alınacağına göre, su ile temas edecek malt yüzeyinin geniş ölçüde artırılması gerekir. Yüzeyin artırılması için de maltın parçalanması, yani öğütülüp ufalanması gerekir.

Malttan bira elde etmek için, önce malt öğütülür sonra su ile karıştırılarak mayşelenir. Maltın öğütülmesindeki amaç; malt nişastasının, köpük aktif maddelerinin (peptidler), renk maddelerinin malttan suya daha çabuk geçebilir hale getirilmesidir. Malt öğütme, vals aralıkları belli olan silindirler ve elekler yardımıyla yapılır.

Sıcak su içindeki ekstraksiyonun en iyi bir şekilde olabilmesi için, maltın gayet ince un haline getirilmesi gereklidir. Ancak bu, iki bakımdan istenmez. Ana neden; maltın kavuz ve kabuk kısımlarının mayşelemeden sonra “süzme materyali” olarak görev alacak olmasıdır. Bu nedenle, bu kısımların pek ince öğütülmesi istenmez. Diğer açıdan; kavuz ve kabuklarda, şıra ve dolayısı ile biraya geçmesi istenmeyen kaba tat ve renk maddeleri vardır. Bu kısımlar da ince öğütülecek olursa, bu maddeler mayşeye daha geniş ölçüde geçer.

Buna göre; malttan olabildiğince fazla ekstrakt elde etmek, kavuz ve kabukların şıraya geçmesini sağlamak, istenmeyen unsurların az erimesini sağlamak için ve bu kısımların ileride süzme görevini iyi bir şekilde yerine getirmesi amacıyla, öğütme esnasında maltın endospermi ince öğütülür. Ancak, kavuz ve kabuklar kaba olarak bırakılır.

2. Mayşeleme

Bu işlem sonrasında malt mayşeleme tankları veya diğer adı ile “lapa fiçısı” adı verilen silindirik formulu kapalı tanklarda sıcak su ile karıştırılır. Bu aşamada maltın içerisindeki maddelerin neredeyse tümü şekere (maltoza) dönüşür. Maltoz ile beraber bazı maddeler de suda bir miktar çözünür. Elde edilen bu çözeltiye “mayşe” adı verilir. Başka bir anlatımla; nişastanın mayalanabilir, yani mayalar tarafından parçalanabilir, şeker formlarına ayrılmasına “mayşeleme” denir. Aksi durumda, mayalar nişastayı doğrudan parçalayamazlar.

“Mayşeleme” işleminde maltta eriyebilir durumda olan maddeler (bunların miktarı % 10-15 kadardır) doğrudan doğruya suya geçerler. Ancak, endospermin başlıca maddesi olan nişastanın büyük bir kısmı, proteinler ve diğer maddeler, ancak maltta bulunan enzimlerin etkisiyle parçalanarak suda eriyebilir hale

gelir ve ancak ondan sonra suya geçebilirler. Buna göre mayşelemenin amacı; malt ve malta katılan çığ hububattan, olabildiğince iyi özellikte, kaliteli, fazla miktarda ekstrakt elde etmektir.

Malt nişastası pahalıdır. Biranın maliyetini düşürmek için; mısır veya pirinç “nişastalı katkı maddeleri” kullanılabilir. Ülkemizde çoğunlukla pirinç kullanılır. Burada önemli olan nokta; malt mayşesinin ve pirinç mayşesinin ayrı kazanlarda hazırlanıp, daha sonra karıştırılması ve sıcaklığın yükseltilmesidir. Mayşeleme işleminin şartları olarak; zaman, sıcaklık, pH değeri ve katkı maddelerinin fiziksel durumları gösterilebilir. Zaman doğrudan olmasa bile, belli bir ölçüde enzimatik reaksiyonlara etki eder. Her enzimin etkinlik sıcaklığının farklı olmasından dolayı, sıcaklık büyük önem taşır. Ayrıca aktive edici koenzimlerin varlığı da enzimatik reaksiyonu etkiler. Bu kazanlar paslanmaz çelikten yapılmış olup silindirik formdadır.

“Malt mayşe kazanı” ve “pirinç mayşe” kazanları paslanmaz çelik, genellikle birbirinden farklı kapasitede, sıcaklık kontrollü, buhar düzenekli kazanlardır. Her iki kazanın da alt ve yan bölümlerinde ısıtma alanları bulunmaktadır. Burada kanatların arsından geçen taze buhar içerideki karışımı ısıtmaktadır. Ayrıca alt bölümünde homojenliği sağlamak için bir karıştırıcı bulunmaktadır. Malt mayşe kazanında, yaklaşık 48 °C sıcaklıktaki su, malt ve pirinç mayşesi karışımı yaklaşık 150 dakika süre ile ısıtılmaktadır.

Mayşeleme tekniği :

Mayşeleme; öğütülmüş olan maltın sıcak su ile ekstraksiyonu işi olarak tanımlanabilir. Mayşeleme yöntemleri başlıca şu üç grup altında toplanabilir:

- a) Dekoksasyon;
- b) Enfüzyon;
- c) Çift mayşe (her ikisinin karışımı)

a) Dekoksasyon yöntemi: Dekoksasyon yönteminde öncelikle, enzimlerin en uygun çalışma sıcaklıklarının dikkate alınması, mayşe sıcaklığının bu sıcaklıklara göre kademeli olarak yükseltilmesi ve böylelikle her enzimin optimum koşula alışmasını sağlamak gereklidir.

Bu yöntemde mayşenin bir kısmı kaynatma kazanına alınarak bir süre kaynatılır ve tekrar ana mayşe üzerine geri verilerek ana mayşenin sıcaklığı yükseltilir. Bu işlem sırasında şu noktalara dikkat edilir:

- Kaynatma kazanına alınan mayşe birden değil, sıcaklığı yavaş yavaş yükseltilerek mayşedeki enzimlere her sıcaklık aşamasında çalışma olanağı verilmelidir.
- Sıcaklık 75 °C’yi bulduktan sonra sıcaklık hızla yükseltilir ve mayşe bir süre kaynatılmalıdır.

Üçlü kaynatma yöntemi

Üç aşamalı kaynatma olarak tanımlanabilir. Bu yöntemde, mayşenin ilk sıcaklığı 35 °C’dir. Bir süre bu sıcaklıkta bekleyen mayşenin yaklaşık 1/3’ü alınarak mayşe kaynatma kazanına verilir ve yukarıda belirtildiği şekilde kaynatılır. Sonra yine mayşe kazanına yukarıda belirtilen noktalara dikkat edilerek aktarılır. Böylece mayşe kazanındaki sıcaklık 50 °C’yi bulur ve mayşe bu sıcaklıkta belirli bir süre kaldıktan sonra, mayşenin yaklaşık 1/3’ü tekrar kaynatma kazanına alınır. Kaynatıldıktan sonra, asıl mayşe üzerine verilerek sıcaklık bu kez 65 °C’ye çıkarılır. Bu sıcaklıkta yine belirli bir süre kaldıktan sonra mayşenin yine yaklaşık 1/3’ü kaynatma kazanına alınarak kaynatıldıktan sonra asıl mayşe kazanına tekrar verilir. Sıcaklık bu kez 75 °C’ye yükselir ve nişasta tamamen şekerleninceye kadar mayşe bu derecede kalır (şekil..)

→ 1/3-----75 °C

→ 1/3 ----- 65 °C ↑

→ 1/3 ----- 50 °C ↑

Mayşe — 35 °C ↑

Şekil ... Üçlü kaynatma

İkili kaynatma yöntemi

İki aşamalı kaynatma işlemidir. İlk sıcaklık 50 °C'dir. Mayşe bir süre bu sıcaklıkta bekledikten sonra (protein dinlenmesi), yaklaşık olarak yarısı alınarak kaynatma kazanında kaynatılır ve yine kazana geri verilerek sıcaklık 65-70 °C'ye çıkarılır. Sonrasında, yine bir süre bekleyen mayşenin yaklaşık 1/3'ü alınarak kaynatılarak mayşe kazanına geri verilir ve böylece mayşenin sıcaklığı 75 °C'ye çıkarılır ve şekerlenme tamamlanır (şekil).

→ 1/3-----75 °C

→ 1/3 ----- 65-70 °C ↑

Mayşe — 50 °C ↑

Şekil ... İkili kaynatma

Tekli kaynatma yöntemi

Mayşe, kaynatma kazanında ve 50 °C'de hazırlanır. Bir süre bu derecede bırakılır (protein dinlenmesi), sonra kazanın serpantinine buhar verilerek sıcaklık örneğin 62-65 °C'ye çıkarılır.

Bir süre bu sıcaklıkta kalan mayşe, kendi haline bırakılarak kaba kısmın dibe oturması sağlanır. Üstte kalan ve enzim bakımından zengin olan ince kısım mayşe kazanına pompalanır ve kaynatma kazanında kalan kaba kısım karıştırılarak dikkatle kaynatılır ve sonra mayşe kazanındaki ince kısım üzerine verilerek sıcaklık örneğin 70 °C'ye çıkarılır ve şekerlendirilir. Bundan sonra mayşenin sıcaklığı serpantine buhar verilerek 75-77 °C'ye çıkarılarak mayşeleme son verilir.

b) Enfüzyon yöntemi

Bu yöntemde mayşenin bir kısmının kaynatılması söz konusu değildir. Örneğin; İngiltere'de üst fermantasyon birası yapılması için şöyle bir enfüzyon usulü uygulanır :

Malt kırması 77-78 °C'deki sıcak su ile karıştırılarak yaklaşık 70 °C'lik bir mayşe elde edilir ve mayşe şekerleninceye kadar bu sıcaklıkta kendi halinde bırakılır. Şekerlenme 1-2 saat sürdüğünden ve ayrıca kazanda ısıtılmadığından, sıcaklık kendiliğinden 65 °C'ye kadar düşer.

c) Çifte mayşe yöntemi

Bu yöntem malta, maltlanmamış çığ hububat karıştırılacağı durumlarda uygulanır. Çığ hububattaki nişasta, hiçbir ön parçalanmaya tabi tutulmadığı için, bunun amilazla sulandırılıp şekerlendirilmesi çok güç olur. Bu nedenle çığ hububat, önce bir kısım maltla karıştırılarak mayşelenir; yavaş yavaş ısıtılarak enzimlerin çalışmaları sağlanır ve sonra kaynatılarak nişastasını çirşlendirilir. Örnek verilecek olursa; bu yöntem Amerika'da şöyle uygulanmaktadır.:

Malt mayşesi: 200 kg malt 38 °C'deki 630 litre su ile 10 dakika karıştırılır, sonra 50 dakika bu sıcaklıkta dinlendirilir.

3. Mayşenin süzülmesi, kaynatılması ve soğutulması

Mayşeleme sonunda, malta doğal olarak suda erir durumda olan maddelerle, mayşeleme sırasında enzimlerin etkisi ile parçalanıp suda eriyebilir duruma gelmiş olan maddeler mayşeye geçmiş durumdadır. Maltın arta kalan erimemiş kısmına bir "posa" gözü ile bakılabilir.

Mayşeleme sona erince bu posa kısmını, mayşenin sıvı kısmından ayırmak gerekir. Bu işleme, “mayşenin süzülmesi” denilir. Bu süzme sonunda “şıra” ve “küspe” elde edilir. Mayşenin süzülmesi süzme kazanlarında ve mayşe filtrelerinde olmak üzere iki şekilde yapılır.

Mayşeleme prosesini tamamlamış olan bulamaç süzme kazanına verilir. Bu kazan mayşenin süzülmesinde kullanılır. Burada malt şırası ile küspe denilen tortu birbirinden ayrılır.

Süzme işlemi dört aşamalıdır. Öncelikle mayşe süzülür ve ön şıra elde edilir. Ardından üç kez yıkama suyundan geçirilir. Bu suyun sıcaklığı 76 °C'dir. Süzme kazanı mayşe kazanı gibi geniş silindirik formda olup, yaklaşık 1.000 hl kapasitededir. Alt kısımları deliklidir. Delikler ince uzun yarıklar halindedir. Delikli tabanın 1 cm altında düz bir taban bulunur. Mayşedeki kavuz ve kapçıklar çökerek delikli taban üzerinde filtre tabakasını oluştururlar. Süzülen şıra delikli tabandan geçerek burada toplanır. Asıl şıranın akması bitince küspede kalan ekstraktı almak için üzerine sıcak su verilir. Daha sonra bu kazanın altından geçen birbirinden yaklaşık 1.2 m aralıkla konulmuş borular vasıtasıyla süzülen şıra, kaynatma kazanına gönderilir.

Süzme sonunda önemli miktarda küspe oluşur ve bu küспенin önemli kısmı hayvan yemi olarak kullanılır.

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.