

BALIN YAPISINDA MEYDANA GELEN DOĞAL BİR OLAY: KRİSTALİZASYON

Fazıl GÜNEY, Gıda Mühendisi
Ordu Arıcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

Türkiye elverişli iklimi, sahip olduğu coğrafyası ve yaklaşık 8.000.000 adetlik koloni varlığı ile önemli bir arıcılık ülkesidir. Ülkemiz yıllık 114.000 tonu bulan bal üretimi ile de dünyada ilk sıralarda yer almaktadır (1). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde bal; bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı tarafından toplanıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün olarak tanımlanmaktadır (2). Balın bileşiminde ise; şekerler (% 79.7-80.5), su (% 17.2-16.3), mineraller (% 0.2-0.9), aminoasitler, proteinler (% 0.3-0.6) ve asitler (% 0.5-1.1) bulunmaktadır (3). Ancak balın içeriği; çevre şartları, flora, iklim, arıcının yaptığı uygulamalar gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilir. İçeriği bu kadar farklılık gösteren balın yapısında zamanla bazı değişimlerin meydana gelmesi de doğaldır. Bu değişimlerden bir tanesi de kristalizasyon; halk arasındaki adıyla balın şekerlenmesi veya donmasıdır.

Yanlış bir algının sonucu olarak kristalize balların sahte veya kalitesiz olduğu düşünülmekte ve tüketiciler tarafından tercih edilmemektedir. Diğer yandan kristalizasyon, balların akışkanlığını azalttığı ve işleme esnasında sorun oluşturduğu için endüstriyel üretimde de istenmeyen bir durumdur (4). Oysa ki kristalizasyon balın yapısında zamanla meydana gelen doğal bir süreçtir. Kristalize olmuş balların besin içeriğinde herhangi bir değişiklik meydana gelmez ve tüketilmesinde de bir sakınca yoktur. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde kristalizasyon; "süzme çiçek balının akışkan olmayan kıvamda, kontrollü koşullarda kristalize edilmesi halinde "krem bal", kendiliğinden kristalize olması halinde ise "kristalize bal" adıyla piyasaya arz edilebilir" şeklinde ifade edilmiştir (2).

Kristalizasyon Nedir?

Kristalizasyon, balın sıvı ve akışkan yapıdan yarı katı hale dönüşmesi ile gerçekleşen bir olaydır. Kristalizasyon doğal bir olaydır ve ballar hasat edildikten sonra kristalize olma eğilimindedir. Sadece bu süreç bazı ballarda hızlı, bazılarında ise yavaş ilerler. Kristalize olan ballar kalitesiz veya hileli anlamına gelmez. Kristalizasyon olayı balın kalitesini değiştirmez veya azaltmaz (5).

Ballar Niçin Kristalize Olur?

Balın yapısında % 70'den fazla karbonhidrat (şekerler) ve % 20'den az su vardır. Bu haliyle bal çok konsantre bir şeker çözeltisidir ve balın içerisinde çözebileceğinden çok daha fazla şeker bulunmaktadır. Baldaki ana şekerlerden olan glukozun çözünürlüğü diğer şekerlere göre daha düşüktür. Kristalizasyon esnasında, glukoz ilk önce granül hale geçerek sudan ayrılır ve kristalize olmaya başlar. Glukozun kristalleşmesi ile su serbest hale geçer ve baldaki su aktivitesi artar (4). Balın akışkanlığı azalarak yarı katı-sıvı şeklinde faz ayrılması oluşur. Böylece kristalizasyon olayı gerçekleşmiş olur.

Kristalizasyonu Etkileyen Faktörler

Kristalizasyonda en önemli etkenlerden birisi balın içeriğidir. Balın karbonhidrat bileşiminde fruktoz ve glukoz olmak üzere iki ana şeker türü vardır. Balın içerisindeki bu iki temel şeker arasındaki denge, kristalizasyonun başlıca nedeni olup balların hızlı veya yavaş kristalize olmasına neden olur. Glukozun çözünürlüğü fruktoza göre daha düşüktür. Bu nedenle sudan ayrılır ve baldaki içeriğinde küçük kristaller oluşturur. Genelde glukoz içeriği daha yüksek olan ballar çabuk kristalize olur. Balların kristalizasyon süresi ve eğilimi çoğunlukla Fruktoz/Glukoz (F/G) oranı ile ilişkilidir. Yonca, pamuk ve kanola gibi Fruktoz/Glukoz oranı düşük olan ve glukoz şekerini yüksek olan ballar daha çabuk kristalize olur. Diğer yandan akasya, kestane, çam gibi yüksek Fruktoz/Glukoz oranına sahip olan ve % 30'dan daha az glukoz içeren ballar oldukça yavaş kristalize olur hatta uzun yıllar akışkanlığını koruyabilir.

Farklı bal örnekleri ile yapılan çalışmada poliflorallardaki F / G oranının daha yüksek olduğu ve kristalizasyonun daha yavaş olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada kanola poleninin baskın olduğu bal örneklerinde ise hızlı bir kristalizasyon gözlenmiştir (4). Diğer bir çalışmada uzun süre kristalize olmayan bal örneklerinin F / G oranının 1.33 ve üzerinde olduğu, hızla kristalize olan ballarda ise bu oranının 1.11 'den düşük olduğu bildirilmiştir (6). Escuredo ve ark. (2014), tarafından balın baskın olan polen türü ve şeker bileşimi arasında kuvvetli ilişki olduğu belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlar, botanik kaynağın baldaki şekerlerin oranını belirlediği ve dolayısıyla kristalizasyon olayı üzerinde de etkili olabildiğini göstermiştir (7).

Kristalizasyonu etkileyen diğer bir faktör de su içeriğidir. Glukoz ne kadar yüksekse ve balın su içeriği ne kadar düşükse, kristalizasyon o kadar hızlı olur. Suyu nazaran daha az glukoz içeren balların ise kristalizasyonu daha yavaştır. Yüksek su içeriğine sahip ballar genellikle homojen olmayan bir şekilde kristalize olur. Baldaki Glukoz/Su (G/S) oranı 1.7'den daha düşük ballar kristalize olmazken, 2.1 den daha yüksek su oranına sahip ballar kısa sürede kristalize olmaktadır (3). Benzer şekilde Escuredo ve ark. (2014), tarafından G / S oranı 1.7'den az olduğunda balın yavaş kristalleştiği ve oran 2.0'dan büyük olduğunda balın hızlı ve tam olarak kristalize olduğu bildirilmiştir (7). Depolama sıcaklığının da kristalizasyon üzerinde önemli bir etkisi vardır. Genelde 10 °C ve altındaki sıcaklıklar, balın viskozitesini artırır, kristallerin oluşumunu ve yayılmasını geciktirir. 10-21 °C arasında balın kristalizasyonu hızlanır. Özellikle 10-15 °C'de kristalizasyon için çok uygun bir ortam oluşur ve bu sıcaklıklarda en hızlı kristalizasyon görülür (8). 25-27 °C'den daha yüksek sıcaklıklarda balın kristalizasyonu gecikir ancak bu sıcaklıklar balın yapısındaki bazı değerli bileşimlerin kaybına ve fermentasyona neden olabilir. Sıcaklık 40 °C olduğunda kristalizasyon engellenir fakat balda geri dönüşü olmayan bozulmalar meydana geldiği ve bala zarar verdiği için bu sıcaklıklardan uzak durulmalıdır (9).

Ayrıca saklama sıcaklığındaki dalgalanmaların ve ani sıcaklık değişimlerinin de balların kristalize olmasına neden olacağını unutmamak gerekir. Yao ve ark., tarafından yapılan çalışmada 13 °C'de depolanan ballarda oda sıcaklığında saklananlara göre daha hızlı kristalizasyon görüldüğü bildirilmiştir (10). Benzer şekilde diğer bir araştırmada, balın kristalizasyon hızının, yaklaşık 10-15 °C'de en fazla olduğu, bu sıcaklığın altında ve üstünde kristalizasyonun azaldığı bildirilmiştir (11). Enstitümüzde yapılan bir projenin sonucunda; 4°C ve 12°C'de depolanan ballarda kristallenmenin hızlı bir şekilde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada 40 °C'de depolanan ballarda kristalizasyon gözlenmese de uzun süreli depolama şartlarında diastaz sayısı ve prolin miktarlarının düştüğü, HMF miktarı ise yükseldiği için uygun bir depolama sıcaklığı olmadığı ortaya konulmuştur (12).

Kristalizasyonu etkileyen diğer bir etmen de balın içerisinde bulunan yabancı parçacıklardır. Balın içerisinde tohum kristalleri, polen taneleri, bal mumu parçaları ve benzeri maddelerin bulunması kristalizasyonu hızlandırır. Bu küçük parçacıklar kristalizasyon için bir çekirdek görevi görür. Isıtılmamış ve filtre edilmemiş ballarda balmumu, polen ve propolis bulunabileceğinden daha hızlı kristalize olur. Balların uygun sıcaklıklarda ısıtılması ve filtre edilmesiyle şeker kristalleri çözünür, yabancı parçacıklar uzaklaştırılır. Böylece kristalizasyon engellenir.

Kristalize Balların Tüketilmesi

Daha önce de ifade edildiği gibi balların kristalize olması; kalitesiz veya tüketilemeyecek durumda olduğu anlamına gelmez. Kristalize ballar hiçbir işleme gerek kalmadan doğrudan tüketilebilir. Ülkemizde henüz çok yaygın olmasa da diğer ülkelerde kontrollü şartlarda kristalize edilmiş ballar krem bal adıyla piyasada yer almaktadır. Üstelik depolanması, taşınması, kolayca sürülmesi ve kaşıkla yenilebilmesi gibi nedenlerle daha pahalıya da satılmaktadır. Diğer yandan kristalize ballara ısıtılma işlemi uygulanıp tekrar akışkan hale getirilerek de tüketilebilir.

Ancak ısıtma işlemi uygulanırken ısı kaynağının doğrudan bal ile temas etmemesine ve sıcaklığın 40 °C'yi geçmemesine özen gösterilmelidir. Bu amaçla kristalize olmuş balın bulunduğu kavanozlar sıcak su bulunan bir kaba yerleştirilerek benmari usulü ısıtılabilir. Isıtma işlemi uygulanırken süreye de dikkat edilmeli ve bu sıcaklıklarda dahi olsa bal uzun süre ısıya maruz kalmamalıdır. Akışkanlık sağlandığında ısıtma işlemine son verilmelidir. Aksi takdirde balın içerisinde bulunan enzimler, vitaminler ve aroma bileşiklerinde kayıplar meydana gelebilir, HMF gibi zararlı bileşikler oluşabilir.

Sonuç

Sonuç olarak kristalizasyon ballarda meydana gelen doğal bir süreçtir. Ballar zamanla az veya çok kristalize olurlar. Kristalizasyonun sebepleri olarak glukoz, fruktoz ve su içeriğine dayalı farklı mekanizmalar açıklanmıştır. Ancak mevcut yöntemlerin hiçbirisi tek başına balın kristalizasyon davranışını açıklamak için yeterli değildir (10). Kristalize olmuş ballar hileli, bozulmuş veya kalitesiz demek değildir. Ballar kristalize olmuş haliyle tüketileceği gibi uygun şekilde su banyosunda akışkan hale getirilerek de tüketilebilir.



Şekil: Farklı kaynaklardan elde edilmiş balların kristalize ballar