**DİASTAZ RAKAMI İLE BAL KALİTESİ ARASINDA İLİŞKİ**

**Levent AYDIN**

*Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı Bursa TÜRKİYE*

Bal; bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün olarak tanımlanmıştır.

Arı, çoğunlukla çiçek nektarından bal üretmektedir. Bunun dışında arılar, bazı böceklerin yaşadıkları bitkinin canlı kısımlarını kullanarak ürettikleri tatlı sıvıyı da bala çevirir. Nektar, çeşitli şekerlerden oluşan oldukça sulu bir karışımdır. Arılar genellikle şeker oranı yüksek nektarları tercih ederler. Nektarın şeker oranı genellikle %50 civarındadır.

İşçi arılar binlerce çiçekten topladıkları nektarı bal keselerinde depolar, sonra salgı ve tükürük bezlerinde üretilen sıvıyla bal keselerindeki nektarı midesinde karıştırarak enzimlerle birleştirir. Arı, kovana ulaştığında bal kesesindeki nektarı kovandaki bir veya birden fazla arıya paylaştırır. Nektarı paylaşan arılar kovan içinde bir veya birden fazla kez daha arıdan arıya aktardıktan sonra nektar petek gözlerine bırakılır. Nektarın aktarıldığı her arının eklenen salgılarıyla nektarın bala dönüşme hızı artar. Balın su oranı düşürülmeden petek gözleri sırlanmaz. Yarı olgunlaşmış bal kovan içinde petek gözlerinde taşınarak, hava ile teması sağlanır ve suyunu kaybeder. Balın su oranı %20’nin altına indiğinde petek gözleri sırlanır. Nektar akım döneminde hem nektarın kovana taşınması hem de taşınan nektarın hızlı bir şekilde olgunlaştırılarak bala dönüşmesi güçlü ve sayıca çok kolonilerle mümkündür.

**Balın Sınıflandırılması**

Ballar; arıların faydalandıkları kaynağa göre “gruplara”, elde ediliş şekillerine veya pazarlama şekillerine göre “tiplere” ayrılır.

1. Gruplarına Göre Ballar (Arıların yararlandığı kaynağa göre);

a- Çiçek Balı: Arıların çeşitli zararsız bitkilerin çiçeklerinden elde ettikleri ballardır (ıhlamur,narenciye, kekik, püren, okaliptüs, pamuk, yonca balı vb.).

b- Salgı Balı: Arıların çeşitli bitkiler veya bazı böceklerin salgılarından elde ettikleri ballardır (çam balı, yaprak balı).

2. Tiplerine Göre Ballar (Pazarlama şekillerine göre);

a- Petekli Ballar: Petek halinde tüketime arz edilen ballardır (Peteğin arılar tarafından yapılışına göre “tabii petekli bal, suni oluşuna göre “ suni petekli bal” olarak sınıflandırılır).

b- Süzme Ballar: Petekteki balın oda sıcaklığında santrifüj edilmesiyle veya hiçbir işlem yapılmaksızın kendiliğinden ayrılmasıyla elde edilen ballardır.

c- Pres Balı (Baskı Balı): Peteklerin 45°C‘ye dek ısıtılarak veya ısıtılmadan mekanik yöntemlerle elde edilen ballardır.

d- Fitre Edilmiş Bal: Yabancı organik ve /veya inorganik maddelerin filtrasyon yolu ile uzaklaştırılması sırasında polen içeriği önemli ölçüde azalmış baldır.

e- Fırıncılık Balı: Kendine özgü doğal koku ve tada sahip olmayan veya fermantasyona başlamış, fermente olmuş veya yüksek sıcaklıkta işlem görmüş, endüstriyel amaçlı kullanıma uygun ballardır.

**Balın Bileşimi**

Balların bileşimine etki eden değişkenlik çok fazla sayıdadır. Nektarın yapısı, iklim koşulları ve analiz yöntemlerinin değişkenliği nedeniyle, balın bileşime ilişkin yapılan tüm çalışmalar bağımsız ve doğru sonuçlar olarak değerlendirilir.

**Su**

Balın içeriğindeki nem, balın olgunlaştırılmasından sonra arta kalan kısmıdır. Balın elde edildiği bal merasının iklim koşulları balın nem içeriği üzerinde önemli bir etkendir. Kuru bir iklime sahip bölgelerden elde edilen balların su içeriği %16-18 ve hatta daha düşük olduğu saptanmıştır. Yüksek nemli bölgelerde elde edilen ballarda ise nem oranının %17-20 arasında olduğu tespit edilmiştir. Balın higroskopik özelliği ile havadaki nem dengesi arasında bir ilişki vardır. Nemli bölgelerde bal havadan nem çekerek, nem içeriğini arttırır. Nem içeriği yüksek bal, depolama sürecinde maya faaliyetleri sonucu fermente (ekşime) olabilir.

Olgunlaşmış bir balda nem içeriğinin %20 düzeyinde olması beklenmektedir. Ancak depolama süresince yüksek nemden kaynaklanan olumsuz etkilerle karşılaşmamak için balın nem miktarının %17-18 düzeyinde olması gerekir.

**Karbonhidratlar**

Balın kuru maddesinin %95-99’u şekerlerden oluşur. Balın fiziksel özellikleri, enerji değeri, higroskopik özelliği ve kristalizasyonundan şekerler sorumludur. Ancak balın tat, aroma ve rengi gibi balı tanımlayıcı özellikleri şekerler değil, çok daha az miktarda bulunan amino asitler, diğer asitler (Glukonik asit), prolin, fenolik bileşiklerin varlığı belirler.

Balın toplam şeker miktarının %95’i glikoz ve früktoz olarak bilinen monosakkaritlerdir. Kalan %5’lik kısmı ise sakarozdan oluşur. Balda glikoz ve fruktoz dışında kesin olarak bulunan monosakkaritler; riboz, 2-deoksiriboz’dur. Sakkaroz dışında bulunan disakkaritler; laktoz, maltoz ve izomatoz’dur. Bunların dışında yüksek şekerlerden dekstrinler bulunur. Balın şeker içeriğinin tespiti, balın köken ve kalitesini belirlemede önemlidir.

Bala uygulanan hilelerin tespiti önemli bir sorundur. Hilelerin tespitinde balın şeker profili analizi fikir vermektedir. Ancak geleneksel analiz yöntemleri ile bala yapılan hileleri tespit etmek oldukça güçtür. Sahte bal; tamamen yapay yöntemlerle boya, aroma, polen, enzim eklenen şeker şurubundan veya bal üretme döneminde arıları şeker şurubu ile besleyerek üretilmektedir. Sahtecilikte kullanılan şeker şurupları balın doğal yapısına çok benzer özelliktedir. Sahte bal ucuz olan mısır ve şeker kamışı (karbon-4 (C4) bitkilerinin) şurupları ile üretilmektedir. Bu hilenin tespitinde kullanılan izotopik teknik; bitkilerde doğal olarak fotosentez nedeniyle bulunan C3 ve C4 arasındaki izotop oranı farklılıklarına dayanır. Genellikle C4 bitkileri, örneğin mısır, 13C/12C izotop oranı % -8 den -20 ye değişiklik gösterirken, şeker pancarı, buğday, pirinç gibi C3 bitkilerinde bu oran % –22 ve –35 değerleri arasındadır. İzotop oranına dayanan prosedürde, saf baldan ekstrakte edilen protenin 13C/12C (δ13C) değeri standart olarak kabul edilir ve test edilecek olan balın 13C/12C değeri bu standartla kıyaslanır. Bal ve protein arasındaki δ13C değeri (-1) veya daha negatif ise bu durum bala C4 şekerlerle hile yapıldığını gösterir. Fakat bu yöntem tüm hile amaçlı şeker gruplarının belirlenmesinde yeterli olmamaktadır. Örneğin C3 bitkilerinden elde edilen şekerler bu yöntemle saptanamamaktadır.

**Mineral Maddeler**

Balda bulunan mineral madde miktarı değişkenlik gösterir. Çiçek ballarında %0,1-0,5, salgı ballarında ise % 0,6 - 2 arasında tespit edilmiştir. Balın rengi ile mineral madde içeriği arasında bir ilişki vardır. Genellikle koyu renkli balların mineral madde içeriği diğer ballardan daha fazladır. Rengi koyu balların demir, bakır, mangan içeriği arasında bir ilişki bulunmuştur. Balın mineral maddeleri arasında potasyum tuzları büyük bir kısmı oluşturur. Bunun dışında balda, sodyum, kalsiyum bileşikleri, magnezyum, demir, bakır, mangan, klor, fosfor, kükürt, silisyum bulunur. Çam balının kalsiyum içeriği diğer ballardan daha yüksektir. Bu özelliğinden dolayı çam balı kristalize olmaz.

Balda; lityum, nikel, kalay, kurşun, çinko, berilyum, osmiyum, vanadyum, zirkonyum, gümüş, altın, alüminyum, baryum, galyum, bizmut, germanyum, stronsiyum, bor, kobalt, molibden, titanyum gibi eser miktarda iz elementler bulunur.

**Asitler ve Ph**

Bal, yapısındaki asidik tuzlar ve organik asitlerin varlığı nedeniyle asidik karakter gösterir. Balın şeker içeriği asidik lezzetini örtmektedir. Balın pH değeri 3,5-5,5 değerleri arasındadır. Çiçek ballarının pH değeri, salgı ballarından daha düşüktür. Çiçek balları asit karakter gösterir ve pH değeri 3,3-4,6 aralığındadır. Salgı ballarının mineral madde miktarının yüksekliği nedeniyle pH değeri 5,5 düzeyindedir.

**Protein ve Aminoasitler**

Bal düşük düzeyde protein içerir. Protein içeriği bala az miktarda karışan polenlerden, bitki öz sularında düşük düzeyde bulunan azotlu maddelerden oluşmaktadır. Balın aminoasit içeriği, balın kaynağı ve doğal olup olmadığı hakkında fikir verir. Balda 17 farklı aminoasit tespit edilmiştir. Balda bulunan aminoasitlere; prolin, lisin, histidin, treonin, sistin, fenilalanin, alanin, arginin, glutamin, serin, glutamik asit ve aspartik asit örnek olarak verilebilir.

Balda en çok bulunan aminoasit prolindir. Prolin çiçekli bitkilerin nektarında belli oranlarda bulunur. Bal Tebliğine göre balda bulunması gereken prolin değeri 300 mg/kg’dır. Prolin değeri, arıların şeker şurubu ile beslenerek elde edilen ballar ile doğal çiçek kaynaklarından elde edilen ballarının ayrılmasında kullanılan bir kalite kriteridir. Balın protein içeriği ne kadar az ise rengi o oranda açık olur. Yüksek depo ısılarında saklanan ballarda, 12 ayın sonunda prolin değerinde kayıplar olduğu saptanmıştır.

**Enzimler**

Balda, bir kısmı bitkilerden bir kısmı da arının salgı bezlerinden kaynaklanan protein tabiatlı enzimler bulunur. Balın en değerli bileşenleri enzimlerdir. Balın süzülmesi ve ambalajlanması sırasında uygulanan ısının, enzimler üzerinde oluşturduğu harabiyet balın biyolojik değerine zarar verir. Balın ısıtıldığı oranda enzim içeriğinde kayıplar olur. Balın enzim içeriği, doğal ve yapay bal olarak sınıflandırılmada önemli bir kalite kriteridir. Nektarın bala dönüştürülmesinden sorumlu olan invertaz enzimi sakkarozu, glukoz ve fruktoza; diastaz enzimi nişastayı küçük şekerlere dönüştürür, β- glukozidaz, glikojeni glukoz ve maltoza indirger ; glukoz oksidaz enzimi, glukozu glukonik asit ve hidrojen peroksite, katalaz ise hidrojen peroksiti oksijen ve suya dönüştürür.

Diastaz sayısının analizle belirlenmesinde ki kolaylık, balın yüksek sıcaklıkta işleme tabi tutulup tutulmadığının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Dizastaz sayısı; 100 gr balın dizastaz enzimlerinin, bir saat içerisinde 38-40 oC’de parçalayabildiği nişasta miktarıdır. Yüksek ısıl işlem diastaz enzimini geri dönüşsüz bir şekilde inaktive eder. Bal tebliğine göre diastaz sayısı en az 8, ancak enzim içeriği zayıf turunçgil balları gibi ballarda en az 3 olmalıdır.

**Vitaminler**

Balın vitamin içeriğinin çok düşük olduğu ve beslenme açısından büyük bir önem taşımadığı söylenebilir. Balın vitamin içeriği nektar ve polen kaynaklarına göre değişir. Balın ambalajlanmadan önce filtrelerden geçirilmesi sırasında vitamin değerlerinde kayıplar meydana gelir. Balın başlıca vitaminleri; tiamin (B1), riboflavin (B2), nikotinik asit (B3), askorbik asit (C), niasin, pantotenik asit, folik asit, pridoksin, biotin, retinol, kalsiferol, tokaferol ve K vitaminleridir.

**Hidroksimetilfurfural (HMF)**

Hidroksimetilfurfural, früktozun bazı asitlerin etkisiyle parçalanması sonucu oluşur. İçeriğindeki yüksek orandaki fruktoz varlığı ve çeşitli asitlerce zenginliği nedeniyle bal, HMF oluşumu için çok uygun bir kimyasal yapıya sahiptir. HMF oluşumunu; bala uygulanan ısının derecesi, süresi, balın metal kaplarda depolanması ve ışığa maruz kalması gibi nedenler hızlandırmaktadır. Depolama sırasında balda, asidik pH ve sıcaklığın etkisine bağlı olarak farklı oranlarda HMF oluşur. Kavanozlama öncesinde yüksek ısıl işleme (50-70oC) tabi tutulan, yüksek sıcaklıkta depolanan ballarda HMF miktarının arttığı tespit edilmiştir. HMF balda en çok 40 mg/kg olmalıdır.

**Uçucu Bileşikler**

Balın lezzet, koku ve aroması üzerinde çok büyük etkisi olan karbonil bileşikleri, alkoller ve esterler uçucu özellikte olduklarından, baldaki miktarları yüksek sıcaklık uygulamaları ve yanlış depolama tercihleri nedeniyle zamanla azalmaktadır. Uçucu bileşikler, balın nektar kaynağından ve bal içerisinde meydana gelen reaksiyonlar sonucunda meydana gelmektedir. Balda bulunan uçucu bileşiklerin bazıları şunlardır:

Alkoller; metanol, etanol, propanol, isopropanol, bütanol, 2-bütanol, pentanol, 2-pentanol, 3-metil, izobutanol ve benzil alkol,

Ketonlar; diasetil, asetoin, dimetilketon ve metiletilketon,

Aldehidler; formaldehid, asetaldehit, piropionaldehid, bütiraldehit, valeraldehit, izovalerilaldehit, isobütiraldehit, furfurol, benzaldehit ve kapronaldehit,

Esterler; formik asit esterleri, asetik asit esterleri, propiyonik asit esterleri, bütirik asit esterleri, valerianik asit esterleri, isovalerianik esterleri, benzoik asit esterleri ve fenilasetik asit esterleridir.

**Balın Fiziksel Özellikleri**

Balın fiziksel niteliklerinin tespiti görece daha kolaydır. Bu nedenle balın saflığı ve sınıflandırılmasında önemli parametrelerdir. Balın kırılma indeksi, rengi, özgül ağırlığı, elektriksel iletkenliği, optik rotasyon özellikleri ile tat ve aroma ölçülebilen fiziksel özellikleridir.

**Renk**

Balın rengi su beyazından, koyu amber rengine kadar değişiklik göstermektedir. Bala rengini veren maddeler klorofil, karoten, ksantofil ve bileşimi bilinmeyen sarı ve yeşil rengi meydana getiren bitki pigmentleri, polende bulunan flavonoid pigmentlerinden meydana gelen melanoidin bileşiğidir. Balların; polen tanelerinin rengi, mineral oranı yüksekliği, flavonoid içeriği zenginliği ballar arasındaki renk farklarına etki eden diğer faktörlerdir. Bal rengini belirlemede Lovibond bant renk skalası kullanılmaktadır.

**Tat ve Aroma**

Balın lezzetine elde edildiği nektar kaynağına, iklim koşullarına, süzülmesinden sonra maruz kaldığı ısılar ve depolama koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Balın elde edildiği kaynağın monofloral veya polifloral olmasına göre de bal lezzetinde farklılıklar meydana gelir. Akasya, kestane, ıhlamur, kekik balı gibi monofloral ballarda tat ve aroma spesifiktir. Birden fazla çiçekten elde edilen ballarda (polifloral bal) ise tat ve aromada değişkenlikler söz konusudur. Bu tür ballar elde edildiği bölgenin ismi ile anılır (Erzincan Balı, Anzer Balı, Kars Balı gibi).

**Viskozite**

Balın su miktarı arttıkça akışkanlığa gösterdiği direnç (viskozite) azalmaktadır. Bu nedenle balın viskozitesi, balın nem miktarı hakkında bilgi verir. Viskozite; balın nektar kaynağına sıcaklığa, içeriğindeki şeker kompozisyonuna, hava kabarcıkları varlığına ve nem oranına göre değişir.

**Kırılma İndeksi**

Balın hasat edilmeden önce nem tayini için kullanılabilecek en basit yöntemlerden birisidir. Kırılma indeksine dayanan prensiple ölçüm yapan, el refraktometreleri ile balın nem miktarı ölçülebilir.

**Özgül Ağırlık**

Balın özgül ağırlığı; belirli bir sıcaklıkta, balın birim hacimdeki ağırlığının, aynı hacimdeki suyun ağırlığına oranıdır. Balın özgül ağırlığı; içerisindeki su miktarı ve sıcaklığa bağlı değişkenlik gösterip, 20 °C’de 1,41- 1,45 gr/cm3 arasındadır.

**Elektriksel İletkenlik**

Balın mineral içeriğine göre değişkenlik gösteren elektriksel iletkenlik değeri, çiçek balı ile salgı balı ayrımını yapmada kullanılan bir fiziksel özelliktir. Çiçek balı ile salgı balı karıştırılarak yapılan tağşişin belirlenmesinde de yararlanılır. Çiçek ballarında değer en fazla 0,8 mS/cm, salgı ballarında ise en az 0,8 mS/cm olmalıdır.

**Kristalleşme (Granülasyon)**

Balın kristalizasyonu yani halk dilinde şekerlenmesi, içindeki glikozun tanecikler haline gelmesi sonucu balın akıcılığını az veya çok kaybetmesi sonucu oluşan doğal bir olaydır.Balın şekerlenmesi bir bozulma değildir, doğal bir şekil değişimidir. Tüketicilerin çoğu için hileli şüphesi uyandıran baldaki bu görüntü, yeterince bilgi sahibi olunmamasından kaynaklanmaktadır. Kristalizasyon birçok saf ve kaliteli balda, üretimden tüketime her aşamada karşılaşılabilen zararsız bir değişimdir.

Genellikle sıvı ballarda kristalleşme istenmezken, kontrollü bir kristalizasyonla arzu edilen sürülebilir kıvamda yeni bir bal oluşturmakta mümkündür. Balın kendiliğinden kristalleşmesi kaba ve kumlu bir yapı oluşturur. Kontrollü kristalleşme düzgün, yumuşak, hoş, yayılabilen kıvam ve yoğunlukta bir ürün oluşturur.

**Bal Neden Kristalleşir?**

Bal, suda çözünmüş şekerlerden oluşan aşırı doymuş bir solüsyondur. Bal toplandığı kaynağına ve bal özünü bala çeviren arıların salgı bezlerinin faaliyetlerine bağlı olarak yaklaşık 15 çeşit şeker içerir. Bu şekerler içerisinde büyük çoğunluğunu fruktoz ve glikoz meydana getirir. Bazen bal içindeki sıvı kısmın ayrılması sonucu, bal şekerleri su kaybederek kristalleşme gerçekleşir. Baldaki glikozun monohidrat partikülleri, kristalleşme için başlangıç kaynağı oluşturabilir.

Balın kristalleşmesinde birçok faktör etkilidir. Balların bir kısmı süzme işleminden hemen sonra kristalleşirken, bazen hiç kristalleşme gerçekleşmez. Süzme balın kristalleşme eğilimi daha fazladır. Balın kristalleşme eğilimi içerdiği su ve glikoz oranına bağlıdır. Glikoz su oranı 1,7’den daha düşük ballar hiç şekerlenmezken, 2,1’den daha yüksek orana sahip balların ise kısa sürede şekerlendiği belirtilmiştir.

Arıların balı elde ettikleri kaynağa bağlı olarak baldaki glikoz ve fruktoz oranlarında farklılıklar meydana gelir. Baldaki glikoz oranı arttıkça balın kristalleşme ihtimali yükselirken, fruktoz oranı arttığında ise kristalleşme daha yavaş meydana gelir. Glikoz miktarı %30’dan daha az olan ballar, örneğin adaçayı balı kristalleşmeye dayanıklıdır, yıllarca şekerlenmeden saklanabilir. Ayçiçeği, yonca, karahindiba, kavun, pamuk balları kısa sürede şekerlenirken akasya, hardal, orman gülü ve salgı balları geç kristalleşir. Bir diğer deyişle, balın ne kadar sürede kristalleştiği kalitesinin değil, kaynağının ne olduğunun göstergesidir.

Balın ısısı kristalleşmeyi tetikleyen bir diğer faktördür. Ballar genellikle 14 oC’de kristalleşir. Kristalleşmeden korunmak için 10 oC’nin altındaki ısılar idealdir. Kristalleşmeye genellikle orta dereceli ısılarda rastlanır (10-21 oC). Daha yüksek ısılarda, 21-27 oC’de kristalleşme engellenir ancak balda değer kaybı söz konusudur. Sıcaklığın 27 oC’nin üzerine çıktığı ısılarda kristalleşme gerçekleşmez ancak bal fermantasyonla bozulabilir. İşlenmiş balın 18-24oC’ler arasında depolanması önerilir. İşlem görmemiş balın 10 oC veya daha altındaki ısılarda saklanması iyi olur. Balın, 0 oC’de 5 hafta sıvı formunu koruyabildiği ve daha sonra 14 oC’de depolanabileceği belirtilmiştir.

Balın saklandığı kaplar, depolama ortamındaki nem, ısı ve ışık depolama süresince kristalleşmeye etkilidirler. Bunun dışında baldaki hava kabarcıkları, polen, toz, çöp, bal mumu, propolis ve diğer parçalar da kristalleşme için başlangıç oluşturabilir.

**Kristalleşme Bir Tercih Nedeni midir?**

Ülkemiz dışında, kontrollü bir kristalleşme gerçekleştirilerek krema kıvamı kazandırılmış ballar tüketiciler tarafından daha çok tercih edilmektedir. Dünyada tüketicilerin bu yöndeki tercihleri nedeniyle bal üreticileri tarafından kristalleştirme yöntemleri geliştirilmiştir. Dyce yöntemi olarak bilinen kristalleştirme yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yöntemin aşamaları özetle şöyledir;

1. %17-18 rutubette istenilen renk ve lezzete sahip bal seçilerek bir tankta karıştırılır,
2. Bal ilk olarak 49 oC’ye kadar ısıtılır ve içindeki büyük partiküller ile balmumu parçalarını uzaklaştırmak için süzülür. Ardından, ekşimeye neden olan maya hücrelerini öldürmek amacıyla 65 oC’de 15 dakikalık ikinci bir ısıl işlemle pastörize edilir. Bundan sonra çok küçük partikülleri uzaklaştırmak amacıyla 40 mesh/ cm’lik eleklerde süzülür.
3. Pastörize bala şekerlenmeyi başlatacak kriztalize balı ilave etmeden önce, sıcaklık en hızlı şekilde 16- 24 oC arasına düşürülür. Balın sıcaklığının hızla düşürülmesi yapısına zarar vermemek için yapılmalıdır.
4. Pastörize balda kristalleşmeyi başlatabilmek için daha önce şekerlenmiş bir bal kullanılır. Kristalleşmeyi başlatıcı bu bal öğütülerek kristallerinin boyutu küçültülür. Daha sonra üzerine 10-20 kat pastörize bal ilave edilir ve hava kabarcıkları oluşturmayacak şekilde iyice karıştırılır. Daha sonra 13 oC’de bir hafta bekletilir. Başlangıçta kullandığımız şekerlenmiş bal, kristalize edeceğimiz toplam bal miktarının %5 ile 10’u arasında olmalıdır.
5. Bir hafta sonunda balın ısısı 13 oC’den 21 oC’ye yükseltilir. Bal karıştırılarak kristal boyutları küçültülür. Sonra yine ağırlığının 10-20 katı kadar pastörize edilmiş bal ilave edilerek tekrar karıştırılır. Ambalajlama bu aşamada yapılmalıdır, aksi takdirde satışa sunmak için uygulanan bir sonraki aşamada ambalajlama imkansızdır. Bal ambalajları daha sonra 13 oC’de 1 hafta bekletilir. Bir hafta sonra tercihen 10oC’de depolanır.

**Bal Kristalleşmeden Korunabilir mi?**

Doğal olarak meydana gelen kristalleşme uygun depolama, ısıtma yada filltrasyonla kontrol edilebilir. Şişeleme süresince bal 40-71oC’e sıcaklıkta muhafaza edildiğinde kristalleşme ihtimali azalır. Ilık su banyosunda bekleterek mevcut kristaller çözülebilir,anlık yüksek ısı uygulamaları (60-71oC’e) kristalleri çözer, ayrıca kristalleşmeye neden olan havayı dışarı atar. Alternatif diğer bir uygulamada balın 0oC‘de en az 5 hafta bekletilip, daha sonra 14oC‘de depolandığında kristalleşmeden korunabildiği gözlenmiştir. Bal, içerisinde bulunan partiküller (toz, çöp, polen v.b.) nedeniyle de kristalleşir. Balı süzerek bu partiküllerden arındırabiliriz.

Kaba, kumlu ve kristalli bal tüketiciler tarafından arzu edilmez. Balı eski formuna getirmek sıvılaştırmak için bal ambalajları sıcak, kuru bir odada veya sıcak su banyosunda bekletilebilir. Sıvılaşma için sıcak su banyosu tercih edilirse, bal kapları 38 oC’yi aşmayan ılık suda bekletilmelidir. Bal 63 oC’den daha yüksek ısıya maruz bırakılamaz. Karabuğday balı 60 oC’de yanabilir. Balın lezzetini kaybetmesi ve renksizleşmesini önlemek için kristaller açılmaya başlar başlamaz soğutulmalıdır.

Balın saklandığı ve depolandığı ambalajların düşük yoğunluklu polietilen kaplar olması halinde de kristalleşme görülebilir. Uzun süreli depolamalarda hava, ışık ve neme dirençli paslanmaz çelikten silindirik kapların kullanılması önerilmektedir. Ballara ait diğer özellikler tabloda verilmiştir.

**Ballara Ait Diğer Özellikler (TGK Bal Tebliği 2102/58)**

|  | **Çiçek Balı** | **Salgı Balı** | **Çiçek ve Salgı Balı Karışımı** | **Fırıncılık Balı** |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nem (en fazla)** | % 20 | % 20 | % 20 | % 23 |  |
| % 25  Püren (*Calluna)* kaynaklı fırıncılık ballarında |  |
| % 23  Püren (*Calluna)* ballarında |  |
| **Sakaroz**  **(en fazla)** | 5 g/100 g | 5 g/100 g | 5 g/100 g | 5 g/100 g |  |
| 10g/100g  Yalancı akasya (*Robina psedoacacia*)  Adi yonca (*Medicago sativa)*  Menzies Banksia (*Banksia meziesii*)  Tatlı yonca (*Hedysarum*)  Kırmızı okaliptüs (*Eucalyptus camadulensis*)  Meşin ağacı (*Eucryhia lucida, Eucyrphia milliganii*) ve  Narenciye ballarında | 10g/100g  (Kızıl çam (*Pinus brutia)* ve Fıstık çamlarından (*Pinus pinea)* elde edilen salgı ballarında) |  |
| 15 g/100 g  Lavanta çiçeği (*Lavandula spp., Boraga officinalis)* ballarında |  |
| **Fruktoz +Glukoz (en az)** | 100 g’da 60 g | 100 g’da 45 g | 100 g’da 45 g | - |  |
| **Fruktoz / Glukoz** | 0,9 - 1,4 | 1,0-1,4 | 1,0-1,4 | - |  |
| 1,0-1,85  Kestane (*Castanea sativa*) |  |
| 1,2-1,85  Akasya (*Robinia pseudoacacia*) |  |
| 1,0-1,65  Kekik (*Thymus spp.*) |  |
| **Suda çözünmeyen madde (en fazla)\*** | 0,1 g/100 g | 0,1 g/100 g | 0,1 g/100 g | 0,1 g/100 g |  |
| **Serbest asitlik**  **(en fazla)** | 50 meq/kg | 50 meq/kg | 50 meq/kg | 80 meq/kg |  |
| **Elektrik iletkenliği** | En fazla 0,8 mS/cm  Kocayemiş (*Arbutus unedo*),  Çanotu (*Erica),*  Okaliptus,  Ihlamur (*Tilia spp.)*,  Süpürgeçalı (*Calluna vulgaris)*,  Okyanus mersini (*Leptospermum)*  Çay ağacı (*Melaleuca spp.)* ve  Pamuktan *(Gossipium spp.)* elde edilenler hariç | En az 0,8 mS/cm | En fazla 0,8 mS/cm | En fazla 0,8 mS/cm |  |
| En az 0,8 mS/cm  (Kestane balında) | En az 0,8 mS/cm  (Kestane balı ve salgı balı karışımlarında) |  |
| **Diastaz sayısı**  **(en az)** | 8 | 8 | 8 | - |  |
| 3  (Narenciye balı gibi yapısında doğal olarak düşük miktarda enzim bulunan ve doğal olarak HMF miktarı 15 mg/kg’dan fazla olmayan balda) |  |
| **HMF (en fazla)\*\*** | 40 mg/kg | 40 mg/kg | 40 mg/kg | - |  |
| **Balda protein ve ham bal delta Cl3 değerleri arasındaki fark** | -1,0 veya daha pozitif | -1,0 veya daha pozitif | -1,0 veya daha pozitif | -1,0 veya daha pozitif |  |
| **Balda protein ve ham bal delta Cl3 değerlerinden hesaplanan C4 şekerleri oranı**  **(en fazla)** | %7 | %7 | %7 | %7 |  |
| **Prolin miktarı**  **(en az)** | 300 mg/kg | 300 mg/kg | 300 mg/kg | 180 mg/kg |  |
| 180 mg/kg  (Kanola, ıhlamur, narenciye, lavanta, okaliptüs ballarında) |  |
| 120 mg/kg  (Biberiye, akasya ballarında) |  |
| **Naftalin miktarı (en fazla)\*\*\*** | 10 ppb (µg/kg) | 10 ppb (µg/kg) | 10 ppb (µg/kg) | 10 ppb (µg/kg) |  |

\* Pres balında suda çözünmeyen madde miktarı 0, 5 g/100 g’ı geçemez.

\*\* Üretildiği bölge etiketinde belirtilmek koşulu ile tropikal ülke kaynaklı ballarda HMF miktarı en çok 80 mg/kg olur.

Balarıları, topladıkları nektarı, tükürük ve hipofaringeal bezlerinin salgılarıyla karıştırır; Kovanda nektar, petek gözlerine doldurulmadan önce arıdan arıya aktarılır. Her arıdan diğerine aktarılan balın enzim içeriği artar. Bu enzimler balın olgunlaşmasını sağlar.

**Bu süreç sonucunda eklenen enzim miktarı;**

* + - **Balarılarının yaşı,**
    - **fizyolojik evresi ve beslenmesi,**
    - **koloninin gücü,**
    - **sıcaklık,**
    - **Nektar kaynağı bitki türü ve nektar akışına bağlı olarak değişmektedir.**

Diastaz enzimi nişastayı basit şekerlere parçalar. Nişastanın glikoz ve diğer şekerlere dönüştürülmesinden sorumludur. Diastaz değeri Codex Alimentarius’a göre en az 8 olarak bildirilmektedir. Bu değer Türk Bal Kodeksinde de aynıdır. Diastaz enziminin düşük oluşunun nedeni nektar kaynağına bağlı olabilir. Örneğin **yonca ve narenciye** balarında daha az miktarda diastaz enzimi tespit edilmiştir. Ancak Diastaz enzimi düşük balların, HMF düzeylerinin de düşük( 10 mg/kg’dan fazla olmamalı) olması gerektiğine dikkat edilmelidir. Uzun süre ısıya maruz kalmış veya uzun süre depolanmış ballarda diastaz enzimi miktarı düşer.

|  |  |
| --- | --- |
| **BALDA DİASTAZIN YARILANMA ÖMRÜ** | |
| 20°C | 1480 GÜN |
| 30°C | 200 GÜN |
| 40°C | 31 GÜN |
| 50°C | 5 GÜN |
| 60°C | 1 GÜN |
| 70°C | 5 SAAT |