

Keyifli Okumalar Dileriz

Binlerce kategoride milyonlarca PDF e-kitap, ders kitapları, dergiler ve romanlara platformumuz üzerinden ücretsiz ulaşabilirsiniz.

RESMİ WEB SİTEMİZ

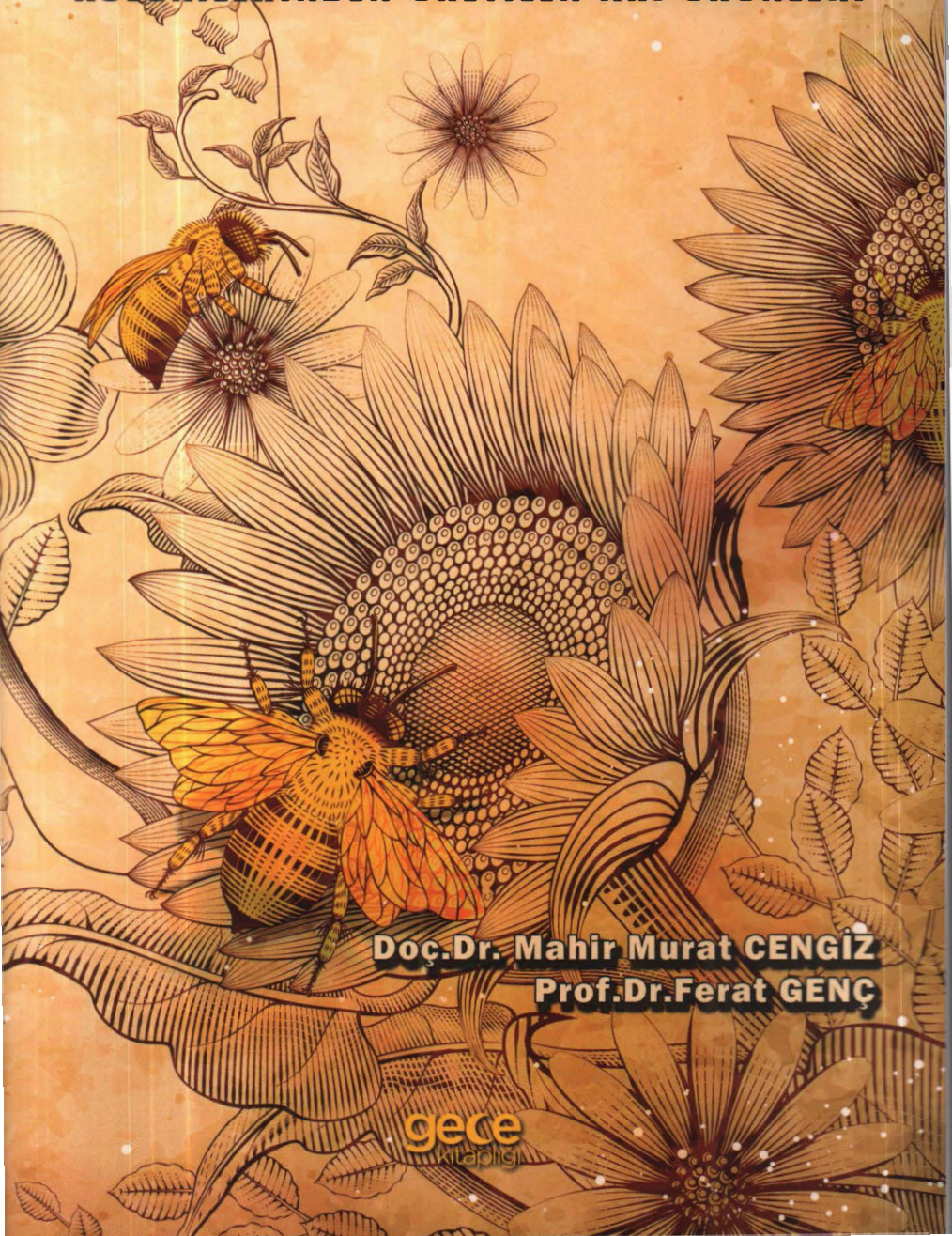
<https://rantey.org>

Yedek ve Duyuru Kanallarımız

Sitemize erişim engeli gelmesi veya adres değişikliği durumunda aşağıdaki kanallardan güncel giriş adresine erişebilirsiniz:

- Telegram: <https://t.me/birkitapbir>
- WhatsApp Kanalımız : <https://whatsapp.com/channel/0029VbDHv8uE50Us4lvMoc0Y>

BAL ARISI (*Apis mellifera* L.) KOLONİLERİNDEN ÜRETİLEN ARI ÜRÜNLERİ



Doç.Dr. Mahir Murat CENGİZ
Prof.Dr.Ferat GENÇ

gece
kitaplığı

**BAL ARISI (*Apis mellifera* L.)
KOLONİLERİNDEN ÜRETİLEN ARI ÜRÜNLERİ**

Doç.Dr. Mahir Murat CENGİZ

Prof.Dr.Ferat GENÇ

İmtiyaz Sahibi / Publisher • Yaşar Hız
Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • Eda Altunel
Editör / Editor • Prof. Dr. Murat Tosun
Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Devrim Seçen

Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2021
ISBN • 978-625-8449-47-1

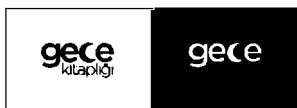
© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Gece Kitaplığı'na aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin
almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Gece Kitaplığı.
Citation cannot be shown without the source, reproduced in any
way without permission.

Gece Kitaplığı / Gece Publishing
Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1.
Sokak
Ümit Apt. No: 22/A Çankaya / Ankara / TR
Telefon / Phone: +90 312 384 80 40
web: www.gecekitapligi.com
e-mail: gecekitapligi@gmail.com



Baskı & Cilt / Printing & Volume
Sertifika / Certificate No: 47083

**BAL ARISI (*Apis mellifera* L.)
KOLONİLERİNDEN ÜRETİLEN ARI ÜRÜNLERİ**

Doç.Dr. Mahir Murat CENGİZ

Prof.Dr.Ferit GENÇ

ÖNSÖZ

Arıcılık, ancak uygun iklim ve bitki örtüsünün bulunduğu doğal koşullarda başarıyla yapılabilir. Çünkü arılar besin madde ihtiyaçlarını doğadaki bitkilerden kendileri sağlarlar. Türkiye'nin önemli bir arıcılık ülkesi olmasını sağlayan en etkili faktör sahip olduğu floral zenginliktir. Üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde rakım batıdan doğuya ve sahillere iç kesimlere doğru gidildikçe artmakta ve çayır-mera ve yaylalar, derin vadiler, geniş düzlükler ve ovalar birbirini izleyerek engebeli bir topografik yapı oluşturmaktadır. Bu durum Türkiye'yi floral çeşitlilik bakımından dünyanın en önemli merkezlerinden birisi kılmaktadır.

Türkiye'de ise arıcılık öteden beri daha çok bal üretimi için yapılmaktadır. Fakat son yıllarda arı sütü ve polen üretimi de artarak gelişmekte ve hatta propolis ve arı zehiri üretiminde ciddi çabalar gözlenmektedir. Türkiye, dünyada propolis üretimine en yatkın Kafkas ve Anadolu arı ırklarına sahiptir ve aynı zamanda diğer arı ve arıcılık ürünlerinin üretimi için uygun bir ülkedir.

Bal, polen, propolis, arı sütü, arı ekmeği ve apilarnil esas olarak içerdikleri karbonhidratlar, çeşitli asitler, amino asitleri, mineral maddeler, enzimler ve vitaminler, bazı renk, tat ve aroma maddeleri ile sadece birer gıda olmayıp; aynı zamanda antimikrobiyal, antioksidan ve antikanserojen etkiye sahip çeşitli bileşenleri de barındırmaktadırlar. Arı ürünlerinin bu farmakolojik özellikleri çoğunlukla bünyelerindeki flavonoidler ve fenolik asitlerden oluşan fenolik biyoaktif maddelerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle arı ürünleri sadece gıda olarak değil, tedaviye yardımcı ve destekleyici olarak da önem kazanmaktadırlar.

6 • *Mahir Murat Cengiz & Ferat Genç*

Bu eserde Türkiye arıcılığının gelişmesi için son derece önemli olduğunu düşündüğümüz, bal, polen, propolis, arı sütü, balmumu, arı zehiri gibi ürünlerin üretimi, işlenmesi ve muhafaza metotları etraflı bir şekilde incelenmiştir. Gerek bu eserin ortaya çıkmasında gerekse bizim gibi birçok akademisyen ve mühendisin yetişmesinde çok emekleri olan Prof. Dr. Ferat GENÇ hocamızın anısına ithaf edilmiştir. Ayrıca eserlerinden ve görüşlerinden yararlandığımız tüm bilim insanlarına şükranlarımı sunar; bu eserin öğrencilerimize, meslektaşlarımıza, arıcılarımıza ve tüm okuyuculara yararlı olmasını dilerim.

Erzurum/Aralık, 2021

Doç.Dr. Mahir Murat CENGİZ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	5
BAL ARISI (<i>Apis mellifera</i> L.) ÜRÜNLERİ, ÖZELLİKLERİ VE ÜRETİMİ	9
1.1. Bal.....	9
1.1.1. Balın Tanımı.....	9
1.1.2. Balın Sınıflandırılması	10
1.1.2.1. Elde Edildiği Kaynağa Göre Ballar.....	10
1.1.2.2. Üretim ve Pazarlama Şekline Göre Ballar ...	12
1.1.3.1. Su.....	15
1.1.3.2. Karbonhidratlar	16
1.1.3.3. Asitler ve pH.....	17
1.1.3.4. Proteinler.....	18
1.1.3.5. Mineraller.....	18
1.1.3.6. Enzimler	19
1.1.3.7. Vitaminler	20
1.1.3.8. Antioksidanlar	20
1.1.3.9. Hydroxymethyl Furfural (HMF)	22
1.1.3.10. Mikroorganizmalar.....	23
1.1.3.11. Diğer Yabancı Maddeler ve Kalıntılar	24
1.1.4. Balın Özellikleri.....	24
1.1.4.1. Fiziksel Özellikler	24
1.1.4.2. Biyolojik Özellikler.....	28
1.1.5. Balın Niteliğini Etkileyen Uygulamalar	35
1.1.5.1. Bal Hasadı Aşamasında Uygulanan İşlemler	35
1.1.5.2. Balın Filtrasyonu.....	36
1.1.5.3. Isıtma	37
1.1.5.4. Depolama	39
2. Polen (Çiçek Tozu)	40
2.1. Polenin Yapısı.....	40
2.2. Polenin Bileşimi ve Özellikleri	41
2.3. Polenin Üretimi ve Hasadı	44
2.4. Polenin Saklanması	46
2.4.1. Polenin Dondurması İşlemi.....	47
2.4.2. Vakumlu Dondurma	47
2.4.3. Açıkta Kurutma	47
2.4.4. Fırında Kurutma	48

2.4.5. Şekerle Muhafaza	48
2.5. Polenin Kullanımı	48
3. Propolis	50
3.1. Propolisin Yapısı	50
3.2. Propolisin Bileşimi ve Özellikleri	51
3.3. Propolisin Üretimi.....	52
3.4. Propolisin İşlenmesi	54
3.5. Propolis Kullanımı	55
4. Arı Sütü	56
4.1. Üretiminin Tarihsel Gelişimi.....	56
4.2. Arı Sütünün Yapısı, Bileşimi ve Özellikleri.....	57
4.3. Arı Sütü Üretimi	61
4.4. Arı Sütünün Saklanması ve Kullanımı	63
5. Bal Mumu	64
5.1. Bal Mumunun Yapısı, Bileşimi ve Özellikleri	64
5.2. Bal Mumu Sızdırma Yöntemleri	66
5.2.1. Solar Sızdırma	66
5.2.2. Kaynatarak Basınç Altında Sızdırma	66
5.2.3. Santrifüj Yöntemi	67
5.3. Bal Mumu İşlenmesi	67
5.4. Bal Mumunun Kullanımı	68
6. Arı Zehiri (Apitoksin).....	68
6.1. Arı Zehirinin Yapısı	68
6.2. Arı Zehiri Bileşimi ve Özellikleri	69
6.3. Arı Zehiri Üretimi	72
6.4. Arı Zehirinin Saklanması ve Kullanımı	74
7. Arıcılıktan Sağlanan Diğer Ürünler	76
7.1. Arı Ekmeği (Perga)	77
7.2. Apilarnil	79
7.3. Kovan Havası (Apiair)	81
8. Apiterapi.....	81
KAYNAKLAR.....	83

BAL ARISI (*Apis mellifera* L.) ÜRÜNLERİ, ÖZELLİKLERİ VE ÜRETİMİ

1.1. Bal

1.1.1. Balın Tanımı

Bal, bal arısı (*Apis mellifera* L.) tarafından çeşitli kaynaklar kullanılarak üretilen doğal tatlı bir gıda maddesidir. Bal çok eskiden beri gıda maddesi olarak kullanılmaktadır. Balın doğal bir gıda maddesi olması ve kendine has tadı, kokusu ve besleyici özelliğinden dolayı günümüzde de oldukça fazla miktarda tüketilmektedir. Bal, kahvaltılık olarak, gıda sanayinde, ilaç sanayiinde ve daha birçok farklı alanda değerlendirilebilen çok yönlü bir gıda maddesidir.

Çeşitli kaynaklarda değişik tanımlamalar yapılmıştır.

ABD 'de yapılan bir tanımlamada bal, "bitkiler tarafından üretilen nektar ve diğer tatlı sıvıların bal arıları tarafından toplanarak değişikliğe uğratılması ve petek gözlerine depo edilmesi ile su oranı % 25 'ten, mineral madde miktarı % 1'den ve sakkaroz miktarı % 8'den fazla olmayan bir madde" olarak ifade edilmiştir.

Kodeks Alimentarius Komisyonu (Codex Alimentarius Comission-CAC) Bal Standardı'na göre bal; bitkilerin nektarlarından veya bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından veya bitkilerin canlı kısımlarındaki bitki emici böceklerin salgılarının bal arıları tarafından toplanması ve kendi bünyelerinde bazı maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğratmaları, su içeriğini azaltmak ve olgunlaştırmak için petek gözlerine depoladıkları doğal tatlı maddedir.

Avrupa Birliği Komisyonu Bal Direktifine (2001/110/ECC, 2001) göre bal, bitkilerin nektarından veya bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından veya bitkilerin canlı kısımlarındaki bitki emici böceklerin salgılarının bal arıları tarafından toplanması kendi özel maddeleriyle birleşerek değişikliğe uğratarak, suyunu uzaklaştırmak ve olgun-

laştırmak amacıyla petek gözlerine biriktirdiği doğal tatlı maddedir.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre 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, doğası gereği kristalleşebilen doğal ürün” olarak ifade edilmektedir.

Yapılan bu tanımlamaların her birinin diğerlerine göre üstünlükleri veya eksiklikleri bulunmaktadır. Daha önce yapılan tanımlamaları da dikkate alarak balı şu şekilde yeniden tanımlamak mümkündür. Bal arılarının çiçek nektarlarını, bitkilerin canlı kısımlarının veya bu kısımlar üzerinde yaşayan bazı böceklerin şekerli salgılarını toplayarak vücutlarında yapısını değiştirip içerisine bazı maddeler ilave ettikten sonra, petek gözlerine depolayıp suyunu uzaklaştırarak olgunlaştırdıkları; çoğunlukla fruktoz ve glikozdan oluşan ve diğer bazı kompleks karbonhidratları da içeren, ayrıca bileşiminde polen, enzimlerin, vitaminlerin, mineral maddelerin, renk ve aroma maddelerinin de bulunduğu tatlı bir gıdadır.

1.1.2. Balın Sınıflandırılması

Balın sınıflandırılmasında çok değişik parametreler esas alınarak farklı sınıflandırmalar yapılmıştır. Bu sınıflandırma şekillerinin bazıları aşağıda verilmiştir.

1.1.2.1. Elde Edildiği Kaynağa Göre Ballar

a. Çiçek Balı: Arıların çeşitli bitkilerin çiçeklerinden topladıkları nektarlardan yaptıkları ballardır. Ağırlıklı olarak tek bitki türüne dayalı olarak elde edilen çiçek balları tek çiçek (monofloral) bal olarak bilinir. Buna karşılık çok değişik bitki türlerinden elde edilen çiçek ballarına ise çok çiçek (multifloral) bal denilmektedir. Monofloral ballara, akasya balı, kestane balı, püren balı, ayçiçeği balı,

üçgül balı, kekik balı, ıhlamur balı, pamuk balı, narenciye balı, yonca balı örnek olarak verilebilir. Polen analizlerine göre en az % 45 hangi bitki poleni var ise o bitkinin adıyla anılır. Karahindiba, ada çayı, okaliptüs, kestane ve kekik balı gibi tıbbi önem taşıyan ve ilaç üretiminde kullanılan bazı monofloral ballar ise aynı zamanda tıbbi bal olarak tanımlanmaktadır.

b. Salgı Balı: Arıların bitkilerin veya bitkiler üzerinde yaşayan bazı böceklerin salgılarını kullanarak elde ettikleri ballardır (çam balı, yaprak balı gibi).

b.1. Çam balı: Bazı çam ağaçları üzerinde yaşayan *Marchalina hellenica* (Basra böceği)'nin çam ağaçlarının tatlı öz suyunu kullanarak ürettikleri bal çiğinin, bal arıları tarafından toplanıp bazı bileşenler katıp değişikliğe uğratarak petek gözlerine depolayıp olgunlaştırılmasıyla üretilen baldır. Ülkemizde Akdeniz ve Ege bölgesinde özellikle Muğla'da doğal şartlarda üretimi yapılmaktadır. Dünyadaki çam balı üretiminin büyük bir kısmı ülkemizde üretilmektedir.

c. Deli Bal: Nektarı, poleni ya da hem nektarı ve hem de poleni arılar veya insanlar için zehir etkisi gösteren ve acı olan bitkilerden elde edilen ballardır. Bu tür bitkilere dünyanın her yerinde rastlamak mümkündür. Zehir etkisi bala karışan alkaloidlerden (andromedotoksin) kaynaklanmaktadır. At kestanesi, zakkum, datura, orman gülü türleri, sütlegən, azalea, defne, dağ mürveri, sarı yasemin ve yabani biberiye bu tür etkiye sahip bitkilerdir. Ülkemizde orman gülü, zakkum, datura ve tütün acı veya zehirli bal veren bitkilerdir.

Kaliforniya at kestanesinin arılar için zehirli olduğu ve zehirli etkinin polenden ileri geldiği, dağ defnesi balının ise sadece insanlar için zehir etkisi gösterdiği ve bu etkinin bünyesindeki alkaloidlerden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Avrupa ülkelerinde de yetişen ve yüzlerce türü bulunan orman gülüne Karadeniz Bölgesi'nde Hopa'dan Adapazarı'na kadar olan sahil şeridinde; zakkuma daha

çok güney bölgelerimizde ve daturaya ise özellikle İzmit ve Adapazarı yörelerinde rastlanılmaktadır. Orman gülü poleni içerisinde de andromedotoksin bulunmaktadır. Datura balı orman gülünden elde edilen bal kadar tehlikeli değildir. Kestane gibi bazı ağaçların balları ise zehirli olmamakla beraber hafif acıdır.

Deli balların fazla tüketilmesi halinde kalp-damar, solunum, sindirim ve sinir sistemiyle ilgili bir takım olumsuz etkiler ortaya çıkmakta; karın ağrısı, terleme, bulantı, kusma, baş dönmesi, bulanık görme, şuur kaybı ve tansiyonda düşme gibi yaşamsal öneme sahip belirtiler görülmektedir. Bu nedenle bu tür balların tüketilmesine dikkat edilmelidir.

1.1.2.2. Üretim ve Pazarlama Şekline Göre Ballar

a. Petekli Bal: Çerçevesiz veya çerçevesiz olarak fakat petekle birlikte pazarlanan ballardır. Kovandan çıkarıldığı gibi çerçevesiyle birlikte satışa sunulan petekli ballar **çerçevesiz petekli bal** olarak adlandırılır. Çerçevesiz petekli ballar için standart boyutta çerçeveler veya değişik boyut ve şekillerdeki özel çerçeveler (seksiyon çerçeve) kullanılabilir. Özel çerçeve ve petekler kullanılarak elde edilen petekli ballara seksiyon balı adı verilmektedir.

Eğer petekli bal, peteği ile birlikte çeşitli ölçülerde çerçeveden kesilip ayrılarak plâstik, teneke kutu veya jelatinli kâğıtlara sarılı durumda pazarlanıyorsa kesilmiş petekli bal adını alır. Parçalar halindeki kesilmiş petekli bal, üzerine süzme bal eklenerek cam, teneke ve plâstik gibi değişik ambalajlarda pazarlanıyorsa karışık bal olarak tanımlanır. Karışık ballarda süzme bal oranının % 50'den fazla olması gerekir. Kesilerek çerçevesinden ayrılan petekli ballardan ısıtılmaksızın oda sıcaklığında veya enzim kaybı olmadan 40-45°C'ye kadar ısıtılıp mekanik presleme yoluyla elde edilen ballara da pres balı adı verilmektedir.

b. Süzme Bal: Petek gözünden santrifüj edilerek, yer-

çekiminden faydalanarak, sıkılarak veya pres kullanarak çıkarılan sıvı ya da kristallenmiş olarak pazara sunulan ballardır. Sıvı ballarda gözle görülebilir kristaller yoktur. Fakat kristalleşmiş ballarda şekerler baldan ayrılmış ve bal katılaşmıştır. Kristallenme tamamen doğal olarak oluşabileceği gibi, özel yöntemler kullanarak sıvı ballardan krem bal elde etmek de mümkündür.

c. Krem Bal: Krem bal, süzme bala bazı özel teknikler uygulanarak elde edilmektedir. Balda kristalleşme 5-7 °C'de başlayıp 14 °C'de en üst düzeye ulaşmaktadır. Krem bal elde etmek için pastörize edilmiş ve sıcaklığı 24 °C'ye düşürülmüş olan süzme bala kristallenmeyi başlatmak için % 5 düzeyinde ince kristal yapısına sahip bal eklenerek bir süre 13-15 °C'de tutulmakta ve sonra da birkaç hafta oda sıcaklığında depolanmaktadır. Bu uygulama ile süzme bal kısa bir süre içerisinde akışkanlığını yitirip adeta krem kıvamını almaktadır. Böylece balda çok ince kristaller oluşmakta ve tüketilirken kristaller hissedilmektedir.

d. Organik Bal: Organik bal, her türlü kirlilikten arı organik tarım alanlarında veya doğal dokusu bozulmamış bir çevrede yapay besleme yapılmadan ve herhangi bir yapay girdi ve kimyasal kullanmadan, üretimden tüketime kadar her aşaması yetkili bir sertifikasyon kuruluşunun gözetiminde ve kontrollü koşullarda yapılan arıcılıkla elde edilen ballardır.

Bir gıda maddesine organik bal denilebilmesi için üretim, hasat, süzme, durultma, ambalajlama ve depolama aşamalarında özellikle kimyasal ve biyolojik özelliklerinde herhangi bir değişim yapılmamış ve tamamen arıların ürettiği doğal yapısı korunarak soframıza gelmiş bir ürün akla gelmelidir. Balın yapısına herhangi bir ekleme ya da bünyesindeki unsurlardan ve doğal özelliklerinden herhangi bir eksilme, katkı ve değişim söz konusu olmamalıdır. Aksi halde ürün organik bal olarak tanımlanamaz. Bu nedenle;

1. Kolonilerin yemlenmesinde aşırı sakaroz ya da endüstriyel fruktoz veya glikoz şurupları kullanılarak elde edilip satılan katkılı ballar,

2. Balın kendisine özgü tat, koku ve aromasına sahip olmayan, çeşitli düzeylerde fermente olmuş veya 40-45 °C'nin üzerinde sıcaklık uygulanarak doğal özelliklerini yitirmiş ve ancak endüstriyel amaçlı ya da diğer bazı gıdaların üretiminde kullanılabilecek nitelikteki diyastaz sayısı düşük, **hydroxymethyl furfural** (HMF) miktarı yüksek ve sofralık değeri bulunmayan fırıncılık balları,

3. Bal, üretimde arının katkısı olmadan çeşitli şekerlerin ve şeker şuruplarının kaynatılıp içerisine bazı renk, koku ve aroma maddeleri ve petek kırıntıları katılması suretiyle tamamen insan eliyle üretilmiş, diyastaz sayısı düşük ve HMF miktarı yüksek, hiçbir sofralık değeri bulunmayan taklit-tağışli-sahte ürünleri bal olarak tanımlamak doğru değildir.

1.1.2.3. Taşıdığı Nem Oranına Göre Ballar

a. I. Sınıf Ballar: Nem oranı en fazla % 17.8 olan ballardır.

b. II. Sınıf Ballar: Nem oranı en fazla % 18.6 olan ballardır.

c. III. Sınıf Ballar: Nem oranı en fazla % 20.0 olan ballardır.

1.1.3. Balın Bileşimi

Bal; esas olarak su, karbonhidratlar, çeşitli organik asitler, amino asitler, mineral maddeler, enzimler, flavonoidler, fenolik asitler ve vitaminler ile bazı renk, tat ve aroma maddelerinden oluşan bir gıda maddesidir. Bu özellikleri ile bal sağlıklı beslenmede önemli bir gıda maddesi olması, sindirimi kolay, enerji verici ve bazı hastalıklara karşı koruyucu ve tedavi edici etki göstermesi nedeniyle fonksiyonel bir gıda olarak değerlendirilmektedir. Bal oldukça karmaşık bir yapıda olup, balın bileşi-

mi; üretildiği bölgenin iklimi, toprağı, rakımı, üreticinin üretim metodu, hasat zamanı ve en önemlisi nektarın kaynağına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu nedenle balın bileşimiyle ilgili analizler için çok sayıda örnek kullanılmaktadır. ABD’de 490 bal örneğı üzerinde yapılan analizlere göre süzme balın bileşimi Tablo 1.1’de verilmiştir.

Tablo 1. Süzme Balın Bileşimi (White, 1993).

Bileşimine giren unsurlar	%
Su (doğal nem)	17.20
Şekerler	79.59
Fruktoz (levüloz; meyve şekeri)	38.19
Glukoz (dekstroz; üzüm şekeri)	31.28
Sukroz (sakkaroz; çay şekeri)	1.31
Maltoz ve diğer indirgenmiş disakkaritler	7.31
Yüksek şekerler	1.50
Asitler	0.57
Protein (N x 6.25)	0.26
Kül (mineral maddeler)	0.17
Diğer bileşikler	2.21
Pigmentler	
Tat ve aroma maddeleri	
Şeker alkolleri	
Taninler	
Asetil kolin	
Enzimler	
Vitaminler	
Toplam	100.00

1.1.3.1. Su

Balın su miktarı üzerine, iklim, üretim sezonu ve nektarın su içeriğıne bağlı olarak değişmektedir. Balın su içeriğı kalitesi, viskozitesi, kristalleşmesi ve fermantasyonu üzerinde etkili olan ve olgunlaşma düzeyi ile raf ömrünü

gösteren bir kriterdir. Baldaki su miktarı değişiklik göstermekle beraber, tam olgunlaşmış ballarda % 17-18 kadardır. Fazla su içeren ballarda viskozite düşmekte; fakat fermantasyona yatkınlık arttığından raf ömrünü kısaltmaktadır. Glukoz/su oranı yüksek olan ballar ise kristalizasyona daha yatkındır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2020/7) göre çiçek ve salgı ballarında en fazla % 20 olmalıdır.

1.1.3.2. Karbonhidratlar

Balın karbonhidrat içeriği % 70-80 aralığında değişmekle birlikte, içeriğindeki karbonhidratların % 80-90'ını monosakkarit yapıdaki früktoz (levüloz) ve glikoz (deks-troz) şekerleri oluşturmaktadır. Balda bunların dışında sakkaroz (sükroz), maltoz, izomaltoz, mellebioz, erloz, trehaloz, melezitoz ve raffinoz gibi diğer bazı şekerler de mevcuttur.

Balın şeker içeriği elde edildiği kaynağa ve arıların vücutlarından salgılayıp işlenmesi sırasında nektara kat-tıkları enzimlerin aktivitelerine bağlıdır. Baldaki fruktoz ve glikoz miktarı hemen hemen balın indirgenmiş şeker içeriğini oluşturmaktadır. Balın indirgenmiş şeker oranı çiçek balını salgı balından ayırt edici önemli bir özelliktir. Çiçek balı esas olarak indirgenmiş şekerleri içermesine rağmen; salgı ballarında indirgenmiş şeker oranı daha düşüktür. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2020/7) göre fruktoz ve glikoz toplamı çiçek ballarında en az 60 g/100 g (%60) ve salgı ballarında ise 45 g/100 g (%45) olmalıdır.

Fruktoz ve glikoz şekerleri bala tatlılık veren esas şekerlerdir. Fruktoz baldaki en tatlı şekerdir. Tatlılık derecesi bakımından çoktan aza doğru fruktoz sakaroz ve glikoz şekerleri şeklindedir. Bu nedenle fruktoz, bütün dünyada tatlandırıcı olarak ve diyabet hastalarının beslenmesinde çok önemlidir.

Fruktoz, meyve şeker olarak da bilinmekte ve doğal olarak meyve, sebze ve balda bulunmaktadır. Balın fruktoz miktarı genellikle glikoz miktarından daha fazladır.

Fakat bazı bitkilerin nektarında fruktozdan daha fazla glikoz bulunmakta ve glikoz miktarı fruktozdan fazla olan ballar daha çabuk kristallenmektedir.

Sakaroz, balda bulunan bir disakkarittir. Doğal ballardaki sakaroz miktarı en fazla % 5 olmalıdır. Arılar nektarı bala işlerken nektarın bünyesindeki sakaroz şekerini invertaz enzimi yardımıyla fruktoz ve glikoz şekerlerine dönüştürürler. Sakaroz saf olarak en fazla şeker pancarı ve şeker kamışında bulunmakta ve bu bitkilerden elde edilmektedir. Ayrıca bitkilerin nektar salgısı ile bazı meyve ve sebzelerde de bulunmaktadır. Balda bunların dışında az miktarda maltoz, izomaltoz, erloz, trehaloz, melezitöz, dekstrin, izomaltotetroz ve izomaltopentoz gibi başka şekerler de bulunur.

1.1.3.3. Asitler ve pH

Bal, bünyesindeki çeşitli organik asitler nedeniyle asidik karakterdedir. Fakat bal aşırı tatlı olduğundan asidik özelliği fark edilmez. Balın pH değeri 4-5 arasında değişmektedir. Baldaki asitler mikrobiyal bozulmalara karşı etkili olmaları ve balın lezzetine katkıda bulunmaları bakımından önem arz etmektedir.

Balın asidik özelliği esas olarak balda en çok bulunan glukonik aside dayanır. Balda formik asit, asetik asit, sitrik asit, laktik asit, bütirik asit, malik asit ve suksinik asit gibi organik asitlerle fosforik ve hidroklorik asit gibi inorganik asitler de mevcuttur. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2020/7) göre balarda serbest asitlik değeri en fazla 50 meq/kg olmalıdır. Bal, antibakteriyel etkiye sahip olup, yara ve yanık tedavisi ile enfeksiyonların ve diğer bazı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Balın antibakteriyel etkisi üzerine içeriğindeki yüksek şeker konsantrasyonu ve pH derecesi önemli bir rol oynamakta ve asitler balın antibakteriyel ve antioksidan kapasitesini artırmaktadır. Arıların yavru salgı bezlerinden salgılanan glukoz oksidaz enzimi glukozu oksitleyerek glukonik asit ve hidrojen peroksit (H_2O_2) dönüştürür ve ortaya çıkan H_2O_2

bala antimikrobiyal etki kazandırır.

1.1.3.4. Proteinler

Balın protein içeriği çok düşük (genellikle % 1'den az)'tür. Baldaki proteinler bitki veya arı kaynaklı olup, bitki kaynaklı amino asitlerin çoğu polenden gelmektedir. Balın bünyesinde çeşitli amino asitler mevcuttur. Balın amino asit kapsamı ve kompozisyonu kaynağına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Salgı balları amino asitler bakımından daha zengindir. Balın amino asit miktarı azaldıkça rengi açılır.

Farklı kaynaklardan elde edilen ballarda 15 farklı amino asidine rastlamak mümkündür. En fazla bulunan amino asitler prolin, histidin, arginin, treonin, serin, glisin, valin, metiyonin, lösin, alanin ve fenilalanin'dir. Balın amino asit içeriği arttıkça arılar ve insanlar için besin değeri de artar.

Baldaki en önemli ve fazla olan amino asit prolindir. Prolin, nektarın bala dönüştürülmesi sırasında arılar tarafından bala katılan tek aminoasittir. Balın protein içeriği genellikle prolin miktarı ile değerlendirilir. Çünkü baldaki amino asitlerinin % 50-85'ini prolin oluşturmakta ve prolin miktarı onun olgunlaşma düzeyi ile saflığını göstermektedir. Saf çiçek ballarındaki prolin miktarı, kolonilere aşırı sakaroz yüklenerek elde edilen, katkılı ballara göre daha fazladır. Bu nedenle balın prolin düzeyi çiçek ballarını sakarozdan elde edilen katkılı ballardan ayırmada önemli bir kriterdir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2020/7) göre prolin miktarı çiçek ve salgı ballarında en az 300 mg/kg, kanola, ıhlamur, narenciye, lavanta, okaliptüs ballarında en az 180mg/kg, biberiye, akasya ballarında en az 120 mg/kg, kestane ballarında en az 500 mg/kg olmalıdır.

1.1.3.5. Mineraller

Balın mineral madde miktarı % 0.2 ile % 1.0 arasında oldukça geniş bir varyasyon gösterir. Balda en çok bu-

lunan mineraller kalsiyum ve fosfordur. Bu iki minerali potasyum, sodyum, klor ve magnezyum izler. Bunların dışında balda demir, bakır, çinko, manganez, silisyum, alüminyum, krom, nikel ve kobalt gibi mineraller de eser miktarda bulunmaktadır.

Balın mineral kapsamı ile bitki ve topraktaki mineral madde miktarı ve kompozisyonu birbiriyle yakından ilgilidir. Balın mineral madde kompozisyonu bünyesindeki biyokimyasal faaliyetleri doğrudan etkiler. Genel olarak koyu renkli ballar mineraller bakımından daha zengindir. Nitekim salgı balları(çam balı) çiçek ballarına göre daha koyu renkli ve mineral maddelerce daha zengin olup, salgı ballarının mineral madde miktarı % 2'ye kadar çıkmaktadır.

1.1.3.6. Enzimler

Enzimler, spesifik reaksiyonları katalize eden ve ısıya duyarlı olan protein yapısındaki maddelerdir. Bal, enzimler bakımından oldukça zengindir. Yapılan çalışmalar balda başta invertaz, diyastaz (amilaz), glukoz-oksidad, α -glukozidaz, katalaz, fosfotaz olmak üzere birçok enzimin bulunduğunu ortaya koymuştur. Baldaki enzimler nektar, polen ve arı orijinlidir.

Balda bulunan en önemli enzim şüphesiz nektardaki sakarozu fruktozfruktoz ve glikoz şeklindeki invert şekerlere dönüştüren invertaz enzimidir. Invertaz enzimi, depolamaya ve ısıya karşı çok duyarlı olduğundan balın tazeliğinin göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Balın invertaz enzimi kaybı 35 °C'de başlamakta ve 55 °C'deki kayıp oranı % 50'ye ulaşmaktadır.

Baldaki diğer önemli bir enzim ise nişastayı parçalayan diyastaz (amilaz) enzimidir. Diyastaz enzimi de ısıya karşı aşırı duyarlıdır. 100 gr baldaki diyastaz enzimlerinin 38-40 °C'de ve bir saatte parçalayabildiği nişasta miktarı diyastaz sayısı olarak tanımlanır. Tek tür bitkiye dayalı monofloral balların diyastaz sayısı birçok bitkiye dayalı

multifloral ballarınkinden daha düşüktür.

Balın diyastaz sayısı 8'in altına düşmemelidir. Uygun koşullarda uzun süre depolanan ve ısı işlem uygulanan balların diyastaz sayısı önemli ölçüde azalır. Diyastaz sayısı, oda sıcaklığında tutulan ballarda bile hızla azalarak 1 yıl içerisinde 4'ün altına düşmektedir. Bu nedenle balın diyastaz sayısı onun tazeliğinin ve ne ölçüde ısıtıldığının ölçüsü olarak kullanılmakta ve uygun koşullarda tutulmuş ve ısı uygulanmamış taze ballar tercih edilmektedir.

Glukoz oksidaz enzimi, ısıya ve ışığa karşı duyarlı olup, su ve oksijenin varlığında glukoz şekerinin glukonik asit ve hidrojen peroksit'e dönüşmesini sağlamaktadır. Böylece yükselen asitlik balın fermantasyona karşı direncini artırır. Katalaz enzimi ise ortaya çıkan hidrojen peroksiti O_2 ve suya katalize eder.

1.1.3.7. Vitaminler

Bal, düşük miktarlarda bazı vitaminleri de ihtiva etmektedir. Balda tespit edilebilen başlıca vitaminler, tiamin (vitamin B_1), riboflavin (vitamin B_2), nikotinik asit, pantotenik asit, pridoksin (vitamin B_6), askorbik asit (vitamin C), folik asit ve biotin dir.

Balın vitamin içeriği bala kaynak teşkil eden bitki türlerine, tazeliğine, işleme ve depolama koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Multiflora ballarının vitamin içeriği daha zengindir. Özellikle uygun olmayan şartlarda uzun süreli depolama ve uygulanan ısı işlemler balda vitamin kaybını artırmaktadır.

1.1.3.8. Antioksidanlar

Hücre içinde şekerlerin ve yağ asitlerinin sindirilmesiyle açığa çıkan ve bir kez oluştuğunda hücre zarına zarar verici zincir reaksiyonları başlatan doğal yan ürünler **serbest radikal** olarak tanımlanır. Serbest radikaller, vücudun doğal enerji üretim sürecinde meydana gelebildiği gibi; sigara ve alkol tüketimi, radyasyon, çevre kirliliği, ağır metaller, ilaç, gübre kullanımı ve stres gibi faktörler

de serbest radikal oluşumuna yol açmaktadır.

Serbest radikaller, herhangi bir maddenin hücreye kontrolsüzce girip çıkmasına yol açmakta; protein, nükleik asit ve lipidlerin yapısını bozmaktadır. Hücreler sürekli olarak serbest radikallerin saldırısı (**oksidatif stres**) altında kaldığında hasar görmüş moleküller DNA kodlarını değiştirerek yaşlanmamıza, mutasyona ve hücrelerin kontrolsüz çoğalmasına yani tümör oluşumuna ve yapısı değişen yağlar da damarlarda birikerek damar tıkanıklığına neden olur.

Antioksidanlar, vücuttaki okside edici serbest radikallerle reaksiyona girip onları kontrol altında tutan ve hücrelere zarar vermelerini engelleyen, yıkıcı etkilerini yok eden, bağışıklık sistemini güçlendiren, enfeksiyonları önleyen, yaşlanmayı geciktiren, kanser, kalp-damar ve gastrointestinal hastalıklara karşı etkili olan bileşiklerdir.

Balın antioksidan özelliği yapısında bulunan glikoz oksidaz, katalaz, peroksidaz gibi enzimlerin yanı sıra flavonoidler, fenolik asitler (benzoik, ferulik, kumarik ve kafeik asit) [38] karotenoidler, tokoferoller ve tiamin, riboflavin ve askorbik asit gibi vitaminlerden kaynaklanmaktadır [30]. Balın antioksidan özelliği ile toplam fenolik madde içeriğinin ilişkili olduğu ve toplam fenolik madde miktarının artışı ile balın antioksidan özelliğinin de arttığı belirtilmiştir

Balın doğal yapısında antioksidan özelliğe sahip birçok fenolik bileşik bulunmaktadır. Fenolik bileşikler, balın rengine, lezzetine, koku ve aromasına katkıları ile insan sağlığına olan yararlı etkileri nedeniyle önemli bileşiklerdir. Bunların baldaki düzeyi coğrafik orijine, depolama koşullarına ve bala uygulanan işlemlere göre değişmektedir. Balın antioksidan özelliği toplam fenolik madde içeriği ile ilişkilidir. Koyu renkli balların fenolik madde içerikleri genellikle açık renkli ballara göre daha yüksektir.

Balın antioksidan özelliği; polifenoller (**flavonoidler**),

fenolik asitler, enzimler vitaminler ve karatenoidlerden oluşmaktadır. Bu nedenle flavonoidler, balın antioksidan gücünü göstermektedir. Çünkü baldaki fenolik antioksidanların önemli bir kısmı flavonoidlerden oluşmaktadır. Balda bulunan en önemli flavonoidler krisin, pinosembirin, pinobanksin, kuersetin, kamferol, luteolin, galangin, apigenin, hesperetin ve mirisetin'dir.

Balın antioksidan özelliğine katkıda bulunan önemli fenolik asitler; kafeik, kumarik, benzoik, ferulik, ellagik, klorogenik ve gallik asitten oluşmaktadır. Ayrıca balın bünyesindeki, tokoferoller, tiamin, riboflavin ve askorbik gibi vitaminler ile glikoz oksidaz, katalaz, peroksidaz enzimleri ve lutein, zeaxanthine, α -carotene, β -carotene ve β -cryptoxanthin adlı bazı karotenoidler de antioksidan yapısına katkıda bulunmaktadır.

1.1.3.9. Hydroxymethyl Furfural (HMF)

HMF, baldaki monosakkaritlerin ve ısıya daha duyarlı olması sebebiyle özellikle fruktozun bazı asitler ve ısı etkisiyle parçalanması ve su kaybedip dehidrasyona uğraması sonucu oluşan toksik bir bileşiktir. HMF, sadece arılar için değil, insanlar ve diğer canlılar için de toksiktir.

Taze ballarda HMF miktarı çok düşüktür, bala uygulanan ısı işlemler ve uygun olmayan şartlarda yani yüksek sıcaklıkta uzun süreli muhafaza sonucu miktarı artmaktadır. En çok artıran faktör ise hile amacıyla dışarıdan ilave edilen çeşitli şeker şurupları ile HMF miktarının artmasıdır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2020/7) göre balarda HMF miktarı en fazla 40 mg/kg olmalıdır. HMF, balın tazeliği ile ısı işlem uygulanıp uygulanmadığının göstergesidir. Çünkü taze ve ısı işlem görmemiş ballarda HMF ya hiç bulunmaz ya da çok düşük (10 mg/kg'dan az) düzeydedir. HMF'nin baldaki başlangıç miktarı yörenin iklim özelliklerine, balın şeker konsantrasyonu ve bünyesindeki asitler ile pH değerine bağlı olarak değişmektedir. Fakat bal, hem şekerler ve hem de çeşitli asitlerce zengin olduğundan HMF oluşumu için uygun bir or-

tam oluşturmaktadır. Bu nedenle depolama süresi ve bala uygulanan ısıl işlemin sıcaklığı ile süresine bağlı olarak zaman içerisinde balın HMF miktarı artarak yasal sınırın üzerine çıkmaktadır.

Bala uygulanan her türlü ısıl işlem ile depolama süresi, ışık ve nem gibi depolama koşulları balın HMF değerini artırır. Bal, hava ile teması kesilip ışıktan korunarak 10 °C'nin altında depolanmalı ve depolama yerindeki nispi nem % 60'ı geçmemelidir. Sıcaklıktaki her 10 °C'lik artışın HMF oluşumunu 4 kat hızlandırdığı unutulmamalıdır. Balın HMF değeri arttıkça rengi de koyulaşmaktadır. HMF miktarı bal tebliğinde belirtilen yasal sınırın üzerine çıkması durumunda ya bal ısıl işleme tabi tutulmuş ya da çeşitli şekillerde hilelendirilmiş olabilir.

HMF, arı beslemede kullanılan yüksek fruktoz içerikli endüstriyel şekerlerde de çok yüksek çıkmaktadır. Endüstriyel şekerlerin üretimi sırasında 48 °C'yi aşan ısı uygulamaları HMF miktarını çok ciddi ölçüde artırır. HMF değeri 15 mg/100 g'ı aşan invert şeker şurubu ile beslenen arıların % 58'inin 20 gün içerisinde öldüğü bildirilmektedir. Bu nedenle arı yemlerindeki HMF miktarı 2 mg/100 g değerini aşmamalıdır.

HMF değeri yüksek bal ve şuruplar içeriğindeki HMF düzeyine bağlı olarak arılarda zehirlenme ve hatta toplu ölümlere yol açmaktadır. HMF'nin insan vücudunda üst solunum yolları, göz, deri ve mukoza membranları için tahriş edici olduğu; genotoksik etki göstererek DNA hasarlarına yol açtığı ve tümör oluşumunu artırıcı (tümörijenik) etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

1.1.3.10. Mikroorganizmalar

Bal, elde edildiği bölgedeki toprak, su ve bitkisel kaynaklardan bazı mikroorganizmalarla kontamine olabilmektedir. Balda bulunması olası mikroorganizmaların başında *Colostridium botulinum* bakterisi gelmektedir. *Colostridium botulinum* gram pozitif, çubuk şeklinde,

sporlu, anaerop bir bakteridir. Spor oluşturan ve toprak kökenli bakteri olması nedeni ile toprağa yakın olarak yetiştirilen özellikle sebzelerde bulunur.

Bebeklerin bağırsak florası *C. botulinum* kolonizasyonuna karşı duyarlıdır. Balla birlikte vücuda alınan bu bakterinin sporları çoğalarak toksin üretilip çocuklarda botulizm'e yol açmakta; halsizlik, başın kontrol edilememesi, göz kapaklarının düşmesi ve uyuklama gibi uzun süren ve mutlaka tedavi edilmeyi gerektiren semptomlar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle çok sık karşılaşılmasa da önlem olarak bir yaştan altındaki bebeklere bal ve bal içerikli gıdalar verilmemelidir.

1.1.3.11. Diğer Yabancı Maddeler ve Kalıntılar

Bal, üretim yapılan bölgenin toprak, bitki ve su kaynakları ile diğer çevresel faktörlere bağlı olarak çok çeşitli kalıntı, atık ve artıklarla da kontamine olabilmektedir. Bunlar arasında arıcılıkta kullanılan ve bala geçen antibiyotik, akarisit, insektisit ve fungisit kalıntıları, temel petek üretimi sırasında kullanılan bazı katkı maddeleri, tarımsal ilaçlama kaynaklı kimyasal kirlilik, naftalin kalıntısı ya da civa, kurşun ve kadmium gibi ağır metaller ve zararlı bileşikler sayılabilir. Bal, bünyesinde herhangi bir organik ya da inorganik yabancı madde bulunmamalıdır.

1.1.4. Balın Özellikleri

1.1.4.1. Fiziksel Özellikler

a. Renk: Balın rengi, bileşimini oluşturan çeşitli maddelerin farklı dalga boyundaki ışınları değişik ölçülerde absorbe etmesiyle oluşan optik bir özelliktir. Balların çoğu belirtilen optik özelliklerinin dışında ultraviyole ışınlarına karşı flouresans özelliği (çeşitli renklerde ışık saçma) de gösterirler.

Balın bünyesindeki maddeler çeşit ve miktar olarak büyük bir varyasyon gösterdiği için rengi de su beyazından koyu amber rengine kadar geniş bir yelpaze içeri-

sinde değişir. Hatta tamamen renksiz ballar olduğu gibi mavi ve yeşil renkli ballar bulmak da mümkündür. Balın rengi özellikle üretildiği bölgedeki nektar ve polen kaynağı bitki türlerine göre değişmektedir. Akasya, ıhlamur, üçgül ve yayla balları açık renkli iken, karabuğday, çam ve funda balları koyu renkli ballardır.

Balın rengini, yapısında bulunan karoten, ksantofil, antosiyanin ve klorofil türevleri gibi bitki pigmentleri ile polen taneleri belirler. Mineral içeriği yüksek, amino asitler ve fenolik bileşikler bakımından zengin ve kuluçkalıkta kullanılmış peteklerden elde edilen ballar daha koyu renklidir. Ayrıca balın ısıtılması, uzun süre açıkta tutulması, enzimik olmayan esmerleşme reaksiyonu ve fenolik bileşiklerin demir ile reaksiyonu gibi olaylar ve uygulamalar da balın rengi üzerinde etkili olmaktadır.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2020/7) göre balın rengi su beyazından koyu amber rengine kadar değişebilir. Salgı balının renginin pfund skalasına göre en az 60 olması gerektiği ifade edilmiştir. Balların rengine göre sınıflandırılmasında milimetrik Pfund renk skalası kullanılmaktadır. ABD'de ballar için 7 ayrı renk sınıfı ve her renk sınıfı için belirli sınır değerleri tespit edilmiştir. Balın hangi renk sınıfına girdiği bu sınır değerleri kullanılarak belirlenir.

Balın rengi Pfund skala değeri 8 mm'den düşük ise su beyazı, 9-17 mm ise ekstra beyaz, 18-34 mm ise beyaz, 35-50 mm ise ekstra açık amber, 51-85 mm ise açık amber, 86-114 mm ise amber ve 114 mm den büyük ise koyu amberdir. Akasya balı, 12.9 mm Pfund değeri ile en açık renkli baldır. En koyu ballar salgı balı ve kestane balı olup, salgı balının Pfund değeri 86.6 mm ve kestane balının ise 87.9 mm'dir.

b. Viskozite: Viskozite, akışkanlığa karşı direnci ifade etmektedir. Balın viskozitesi bileşimine, depolama şartlarına, işlenmesine, bileşimine, sıcaklığa, kristallerin varlığına ve özellikle nem içeriğine bağlı bir özelliktir. Vis-

kozite balın petekten süzülmesi, yabancı maddelerden ve hava kabarcıklarından arındırılması, kaplara doldurma ve boşaltma gibi işlemler açısından pratikte önemi olan ve daha çok üreticileri ilgilendiren bir özelliktir. Isıtmayla balın viskozitesini azaltmak ve akışkanlık kazanmasını sağlamak mümkündür. Fakat su oranı % 14 veya daha az olan briksi yüksek balların ısıtmayla akışkanlıklarının artmasının sağlanması oldukça sınırlı, gereksiz ve eğer ısıtmada yüksek sıcaklık uygulanıyorsa zararlıdır.

c. Özgül Ağırlık: Balın özgül ağırlığı, içindeki su miktarı, çözünür kurumadde ve sıcaklığa göre değişmekle birlikte, 20 °C'de 1.4223 ile 1.4420 aralığında olduğu ifade edilmiştir.

d. Kırılma İndisi (Refraktif İndeks): Işığın madde içindeki hızının havadaki hızına oranı refraktif indeks olarak tanımlanmaktadır. Kırılma indisi ve briksin belirlenmesinde refraktometreler kullanılır. Bu amaçla, Abbe refraktometresi en çok kullanılan refraktometredir. Abbe refraktometresinde iki prizmanın yüzeyi arasına bal ince film şeklinde konularak 20 °C'da kırılma indisleri ve °Briks değerleri okunur. Daha sonra kırılma indislerinin karşılığı olan % rutubet oranları bunlar için hazırlanan tablodan belirlenebilir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1. Balın Su İçeriğinin Kırılma Endeksi ile İlişkisi (Bogdanov, Martin ve Lullmann, 2002).

Su Miktarı, g/100 g	Refraktif İndisi 20°C	Su Miktarı, g/100 g	Refraktif İndisi 20°C	Su Miktarı, g/100 g	Refraktif İndisi 20°C	Su Miktarı, g/100 g	Refraktif İndisi 20°C
13.0	1.5044	16.0	1.4966	19.0	1.4890	22.0	1.4815
13.2	1.5038	16.2	1.4961	19.2	1.4885	22.2	1.4810
13.4	1.5033	16.4	1.4956	19.4	1.4880	22.4	1.4805
13.6	1.5028	16.6	1.4951	19.6	1.4875	22.6	1.4800
13.8	1.5023	16.8	1.4946	19.8	1.4870	22.8	1.4795
14.0	1.5018	17.0	1.4940	20.0	1.4865	23.0	1.4790

14.2	1.5012	17.2	1.4935	20.2	1.4860	23.2	1.4785
14.4	1.5007	17.4	1.4930	20.4	1.4855	23.4	1.4780
14.6	1.5002	17.6	1.4925	20.6	1.4850	23.6	1.4775
14.8	1.4997	17.8	1.4920	20.8	1.4845	23.8	1.4770
15.0	1.4992	18.0	1.4915	21.0	1.4840	24.0	1.4765
15.2	1.4987	18.2	1.4910	21.2	1.4835	24.2	1.4760
15.4	1.4982	18.4	1.4905	21.4	1.4830	24.4	1.4755
15.6	1.4976	18.6	1.4900	21.6	1.4825	24.6	1.4750
15.8	1.4971	18.8	1.4895	21.8	1.4820	24.8	1.4745
						25.0	1.4740

e. Polarize Işığı Çevirme Derecesi (Polarizasyon):

Balın polarize ışığı sağa veya sola döndürmesi bal çeşitlerine göre değişmektedir. Saf çiçek balı polarize ışığı sola(-) çevirmelerine karşılık, salgı balları sağa(+) çevirmektedirler. Balın bu özelliği şeker analizinde kullanılarak salgı balı olup olmadığı anlaşılabilmektedir. Sakkaroz (çay şekeri)'da polarize ışığı sağa döndürmektedir. Özgül çevirme derecesi(α 20°C), saf çiçek ballarında -6.0 ile -5.50 aralığında, sakkaroz şurubunda +17.5, glikoz şurubunda +57 ve yüksek fruktozlu mısır şurubunda ise -11.5 olarak belirlenmiştir.

f. Elektriksel İletkenlik: Balda elektriksel iletkenlik mineral madde ve asit miktarına bağlı olarak hesaplanan önemli bir özelliktir. Elektriksel iletkenlik değeri çiçek ve salgı ballarını ayırt etmek ve çiçek ballarına salgı balı katılıp katılmadığını belirlemek için kullanılmaktadır. Balın mineral içeriği ile elektriksel iletkenlik değeri arasında pozitif bir korelasyon bulunmakta yani mineral içeriğinin artması iletkenliğini değeri de artırmaktadır. Genellikle çiçek ballarının elektriksel iletkenliği salgı ballarından daha düşüktür.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2020/7) göre elektrik iletkenliği değeri saf çiçek balı ile çiçek balı ve salgı balı karışımı olan ballarda bu değer en fazla 0.8 mS/cm ve

salgı ballarında ise en az 0.8 mS/cm olmalıdır.

g. Balın Higroskopik Özelliği: Çiçek balları ortalama % 17.2, salgı balları ise ortalama % 16.3 su içermektedir. Bal, higroskopik bir gıda olup havadan nem absorbe etme özelliğine sahiptir. Balın havadan nem alması onun özel yapısına, şeker ve su içeriğine bağlıdır.

Nem oranı balın sadece kalitesi veya sınıflandırılması için değil; aynı zamanda kristalize veya fermente olup olmaması bakımından da önem taşır. Havadaki nem oranı % 58 olduğu zaman baldaki nem oranı % 17.4 civarında olmaktadır. Bu oran % 58'den düşük olduğunda bal nem kaybederken; daha nemli atmosfer koşullarında ise bal nem absorbe ederek su içeriği artmaktadır. Bu husus balın depolanmasında oldukça önemlidir.

Balın üst yüzeyi daha çabuk nem alma özelliğindedir. Alt kısımlarında ise nem artışı daha yavaş olmaktadır. Baldaki nem miktarı arttıkça maya sporlarının aktivitele-ri de artmakta ve bu nedenle su içeriği yüksek olan ballar daha çabuk fermente olmaktadır.

1.1.4.2. Biyolojik Özellikler

a. Tat, Koku ve Aroma: Hem üreticiler ve hem de tüketiciler balın tat, koku ve aromasıyla yakından ilgilenirler. Balın tadı, bünyesindeki şekerlerin miktarı, türü ve birbirlerine oranıyla ilgilidir. Diğer taraftan balın kokusu içeriğindeki polenlerin çeşit ve miktarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Balın kokusu nektar kaynağı bitki türlerine göre değişmekle birlikte kendisine kaynak teşkil eden bitkilerin tat ve kokusunda Olmalıdır. Monofloral balların kendisine özgü tat, koku ve aroması mevcuttur. Bu tür ballar akasya balı, kestane balı, kekik balı, püren balı gibi isimlerle tanınır. Multiflora ballarda ise bu özellikler bölgeye göre değişmekte ve bu tür ballar Anzer balı, Kars balı, Munzur balı gibi bölgesel isimlerle anılmaktadır.

Genellikle koyu renkli ballar açık renkli ballara göre

daha ağır tat ve aromaya sahiptir. Balın kokusu ve aromasından bitki kaynaklı ketonlar, aldehidler, alkoller, asitler ve esterler sorumludur. Bunlar arasında en geniş yeri alkoller alır. Bir kısmı uçucu olan bu maddeler bala uygulanan çeşitli işlemlerle uzaklaşmakta ve balın özellikleri değişebilmektedir. Bu nedenle ısıtma, işleme ve depolama gibi işlemlerde balın kendisine özgü tat, koku ve aromasını bozacak yanlış uygulamalardan kaçınmak gerekmektedir.

b. Antibakteriyel Özelliği: Bal; üretimi, işlenmesi, hasadı, ambalajlanması, depolanması ve pazarlaması aşamalarında başta toprak, su ve bitkiler olmak üzere çeşitli kaynaklardan gelen birçok mikroorganizma ile kontamine olabilmektedir. Fakat bal antimikrobiyal etkiye sahip olduğundan bu mikroorganizmaların gelişimi engellenmektedir.

Balın antimikrobiyal etkisi, yüksek oranda şeker içermesi ve su içeriğinin düşük olması su aktivitesinin düşmesi, asidik yapısı ve bünyesindeki hidrojen peroksit ile çeşitli flavonoidler ve fenolik asitlerden kaynaklanır. Balın şeker yoğunluğu ve pH derecesi mikroorganizma gelişimini engellemektedir. Hidrojen peroksit, glukoz oksidaz enziminin glukozu okside etmesi sonucunda meydana gelmekte ve bakteri gelişimini engelleyerek balın antimikrobiyal etkisinde önemli bir rol oynamaktadır. Bünyesindeki flavonoidler, fenolik asitler ve diğer antioksidanlar da balın antimikrobiyal özelliğini artırmaktadır.

Balın antibakteriyel özelliği elde edildiği bitki türlerine göre değişir. Yüksek rakımlı yayla ballarının antibakteriyel etkisi çok daha yüksek olup; sahip olduğu antimikrobiyal özelliği ışıktan ve bala yapılan sıcaklık uygulamalarından olumsuz etkilenmekte ve büyük ölçüde kaybolmaktadır.

Bu özellikleri ile bal insan vücudundaki patojen bakterilerin gelişimini inhibe edici bir ortam oluşturmaktadır. Balın antibakteriyel etkisi hem bakterilerin büyüme

ve çoğalmalarını inhibe edici (**bakteriyostatik**) ve hem de bakterileri öldürücü (**bakterisidal**) etki göstermektedir.

Diğer taraftan bal sadece bakterilere karşı değil; aynı zamanda virüsler, mantarlar, mayalar ve parazitlere karşı da etkilidir. Literatürde balın aerob ve anaerob özellikteki 60 bakteri türüne, bir kısım mantarlara ve parazitlere karşı antimikrobiyal etki gösterdiği ifade edilmiştir. Bunlardan bazıları; *Bacillus brevis*, *Bacillus anthracis*, *Cornebacterium diptheriae*, *Haemophilus influenzae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Proteus* türleri, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter spp.*, *Salmonella diarrhea*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Helicobacter pylori* ve *Streptococcus mutans* gibi bakteri türleri ile *Candida albicans* ve *Rhodotorula rubra* türü mantarlar ve *Echinococcus granulosus* parazitidir. Bal, bu bakteri ve mantarlara karşı gelişmelerini önleyici; *Echinococcus granulosus* parazite karşı ise öldürücü etki göstermektedir. Balın asidik yapısı ve yüksek şeker konsantrasyonunda maya sporları da çoğalamamaktadır.

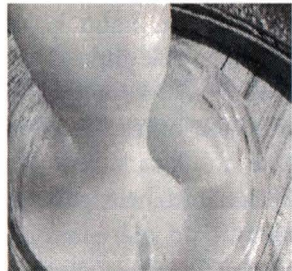
Yapılan çalışmalar balın midede gastrit ve peptik ülserle sebep olan *Helicobacter pylori* bakterisi ile dişlerde çürümeye yol açan *Streptococcus mutans* bakterisine karşı potansiyel bir inhibitör olduğunu göstermektedir. Bal, antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri nedeniyle eskiden beri yara ve yanık tedavisi ile başta sindirim sistemi, üst solunum yolları hastalıkları ve üriner sistem enfeksiyonları olmak üzere birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır.

c. Şekerlenme (Kristalizasyon): Genel bir kural olarak, herhangi bir madde bakımından doymuşluk sınırının üzerinde olan çözeltiler kararsız çözeltiler olup, bunlar doymuş çözelti durumuna dönme eğilimindedirler. Aynı durum bal için de geçerlidir. Bal; yapısı nedeniyle çeşitli özellikleri bakımından stabil olmayıp dinamik bir gıdadır. Hasat, işleme, ambalajlama, depolama süresi ve koşulları-

na bağı olarak bünyesindeki enzimlerin de etkisiyle içerisindeki şekerlerde dönüşüm olabilmektedir. Baldaki kristallenme tamamen fiziksel bir olaydır.

Balda bulunan şekerlerden doyma noktası üzerindeki glukoz zamanla balın homojen yapısından ayrılarak glukoz hidrat kristallerine dönüşüp balın kristallenmesine neden olur. Yani kristalizasyon, baldaki glukozun homojen yapısından ayrılıp tanecikler haline gelerek tabana çökmesi sonucunda balın akıcılığını az veya çok kaybetmesi, glukoz şekeri ile doğrudan ilgili bir olaydır (Şekil 1).

Kristallenme, balın besin değerini ve kimyasal yapısını bozmamaktadır. Fakat şekerlenme ile balın fiziki görünümünü değiştirmekte ve bal fermentasyona açık hale gelmektedir. Çünkü glikoz katı hale geçerken geride kalan sıvı çözelti içerisindeki su oranı yükselerek fermentasyona yol açan maya sporlarının çoğalması için uygun bir ortam olmaktadır. Bu nedenle şekerlenen ballar fazla bekletilmeden ya şekerlenmiş haliyle tüketilmeli ya da bileşimini en az etkileyecek biçimde ısı uygulanarak önceki akışkan haline döndürülmelidir. Bu amaçla bala doğrudan ve yüksek ısı uygulanmamalı; 43 °C'yi geçmeyecek şekilde ve kristaller tamamen kayboluncaya kadar indirek yolla ısıtılmalıdır.



Şekil 1. Normal bal ve kristalize olmuş bal örnekleri.

Kristalizasyon 5-7 °C'de başlar, 14 °C'de en üst düzeye ulaşır. Kristalleşme, 10 °C'nin altında yavaşlar ve 26 °C'nin üzerinde ise kristalleşme olmaz. Balın çok düşük sıcaklıklarda (-18 °C) tutulması şekerlenmeyi önemli ölçüde durdurur, fakat soğutma sonrası dönemdeki şekerlenmeyi önlemez. Dondurulan balın şekerlenmesi, viskozitenin artışına bağlı olarak kristal oluşumunu artıran difüzyonun azalmasından kaynaklanmaktadır. Dondurulmuş balın çözülmesiyle birlikte viskozite yeniden azalarak kristalleşme bakımından dondurulmamış balla bir farkı kalmaz.

Balın şekerlenmesi bünyesindeki fruktoz, glukoz şekerleri ve su içeriği ile ilişkilidir. Şekerlenmenin hızı daha çok balın fruktoz/glukoz ve glukoz/su oranlarına bağlıdır. Ayrıca bala kaynak teşkil eden bitki türleri, uygulanan bazı işlemler, bünyesindeki polen tanecikleri, mum parçacıkları, hava kabarcıkları ve diğer partiküllerin miktarı, depolama yerinin nemi ve sıcaklığı ile ambalaj kaplarının çeşidi de şekerlenme hızını etkiler. Baldaki polen tanecikleri, kırıntılar ve diğer parçacıklar kristallenmenin ilk çirkeğini oluşturarak şekerlenmeyi hızlandırmaktadır.

Genellikle bal içindeki fruktoz miktarı glukozdan fazladır. Fruktoz/glukoz oranı büyüdükçe balın şekerlenme eğilimi azalır. Balın kristallenme eğiliminin belirlenmesinde daha çok glukoz/su oranı kullanılmaktadır. Glukoz/su oranı 1.70 veya daha az olan ballar çok geç kristallenirken, bu oranın 2.10'dan fazla olduğu ballarda kristallenme çok kısa sürede tamamlanmaktadır. Baldaki şeker kristallerinin belirlenmesinde polariskop aygıtı kullanılmaktadır.

Balın kristalize olması onun doğal bir özelliği olup; zamanla bütün ballar kristalize olabilir. Hatta tamamen doğal ve tam olgunlaşmış kaliteli ballar daha çabuk kristalize olmaktadır. Buna rağmen genellikle tüketiciler, kristalize olmuş balları şeker katılmış veya şekerden yapılmış bal

olarak tanımlamaktadırlar. Bu yanlışlık ülkemizde süzme balların pazarlanmasında üretici ve tüketiciler arasında sıkıntılara yol açmaktadır. Oysa bazı ülkelerde kristallenmiş ballar daha fazla tercih edilmekte ve hatta özel tekniklerle kristallenme hızlandırılarak ince kristal yapısına sahip krem bal elde edilmektedir. Böylece baldaki glukoz kristalleri inceldiğinden tüketilirken kristallenme hissedilmemekte ve ince granüllü krem bal tüketicilerce daha çok tutulmaktadır.

Bazı ballar çok çabuk hatta daha süzme aşamasında şekerlenmeye başlar. Bazıları da aylarca ve yıllarca şekerlenmeden kalabilmektedir. Ayçiçeği, yonca, üçgül, kavun, pamuk, erik ve karahindiba balları çabuk kristalleşir. Adaçayı, akasya, orman gülü, zehirli meşe, bazı ceviz türleri, defne, yıldız çiçeği, üzüm, hardal ve genelde salgı balları geç kristalleşmektedir. Hatta adaçayı balı yıllarca kristalize olmadan kalabilir. Bal gözlerde korunmakta olduğundan petekli balların kristalleşmesi daha zor ve geç olur.

Batı ülkelerinde bal bazı özel yöntemlerle kristallendirilip krem bal veya kristalize bal adı altında pazarlanırken; ülkemizde tüketiciler kristallenmiş balı hileli bal olarak kabul etmektedirler. Bu nedenle bizde kristallenmenin önlenmesi gerekmektedir. Kristallenmeyi önleme yöntemleri şunlardır:

Ultrasonik Dalga Yöntemi: Bala saniyede 9 kilo cycle ultrasonik dalga uygulanırsa kristallenme 15 ay süreyle önlenmiş olur. Ülkemizde bu yöntemin uygulanışında yasal bir sınırlama yoktur.

Kısa Süreli Yüksek Sıcaklık Uygulamak: Kristallenmeyi önlemek için en etkili yöntemlerden birisi, balı 77 °C'de 5 dk bekletmek, filtre etmek ve sıcaklığını hızla 57°C'ye düşürerek ambalajlayıp pazarlama anına kadar 0 °C'de depolamaktır. Ancak konuyla ilgili Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7) balın bu sıcaklıkta ısıtılmasına izin vermemektedir.

Soğuk Şok Yöntemi: Bal en az 5 hafta süreyle 0 °C'de tutulduktan sonra 14 °C'de depolanırsa 2 yıl süreyle kristalize olmadan kalmaktadır. Fakat doğrudan 14 °C'de saklanırsa 5 haftada kristalize olmaktadır.

d. Fermantasyon:

Fermantasyon, balın yapısının bozulması anlamında olup, esas olarak bünyesindeki şekere dayanıklı osmofilik mayalardan kaynaklanmaktadır. Fermantasyona yol açan mayalar topraktan ve arıların nektar ve polen aldığı bitkilerden bulaşır. Fermantasyon balın içerisindeki maya miktarı, su oranı ve depolama koşullarına bağlı olarak gelişir.

Fermantasyonla baldaki fruktoz ve glukoz şekerleri mayalar tarafından parçalanıp alkol ve CO₂ meydana gelmekte ve daha sonra alkol oksijenin etkisiyle asetik asit ve suya dönüşmektedir. Böylece balın yapısı bozulur, bal ekşir ve oluşan CO₂ nedeniyle açık bir renk alır.

Balda fermantasyona yol açan maya çeşitleri oldukça sınırlıdır. Çünkü mayaların pek çoğu balın yüksek şeker konsantrasyonunda üreme yeteneği gösteremezler. Baldaki asitliğin yüksek olması da bunda etkilidir. Fakat kovanda bir önceki yıldan kalmış olan petekli ballar ve boş petekler önemli miktarda maya içerirler. Bu tip balların hasat sırasında diğer ballardan ayrı tutulmalarında yarar vardır.

Olgunlaşmış balların şeker konsantrasyonu daha yüksek, su oranı ve maya içeriği ise daha düşüktür. Tam olgunlaşmış ve su oranının % 17'den düşük olduğu ballarda bakteriler ve mayalar çoğalamaz, hatta yaşama imkânı bulamayıp ölürler. Bu nedenle ballar olgunlaştıktan sonra hasat edilmelidir. Bu tip ballar bir yıl fermente olmadan kalabilirler. Balın su içeriğinin yüksek olması fermantasyon tehlikesini beraberinde getirir. Çünkü henüz tam olgunlaşmamış, su oranı yüksek ballarda osmofilik mayaların çoğalmaları kaçınılmazdır.

Yapılan çalışmalar balın su oranı arttıkça içerisindeki

mayaların sayısının da arttığını ve 10 gr balda 1 milyona kadar maya bulunabildiğini göstermektedir. Su oranı % 19'dan fazla olan ballar ise içerisindeki maya sayısı ne kadar az olursa olsun mutlaka fermente olmaktadır. Mayalar 10 °C'nin altında ve 27 °C'nin üzerinde gelişmezler. Salgı balları çok nadir fermente olurlar.

Kristallenmiş ballar genellikle bir süre sonra fermente olmaktadır. Kristallenme esnasında, glikoz balın homojen yapısından ayrılıp dibe çökeldiğinden balın geri kalan üst kısmında nispi olarak şeker oranı azalırken su oranı yükselir ve su aktivitesi yükselir. Bu durum fermantasyon riskini artırır. Çünkü balda bulunan ve kristallenmeöncesindeki yüksek şeker konsantrasyonunda çoğalma imkânı bulamayan osmofilik mayalar su su oranı dolayısıyla su aktivitesi artmış bu ortamda aktif hale geçmekte ve çoğalarak şekerleri parçalayıp fermantasyona yol açmakta ve balın yapısı bozulmaktadır. Bu nedenle kristallenmeyiönleyici veya geciktirici önlemler alınmalı ve kristallenmiş ballar bu konumda tutulmayıp, uygun şekilde yeniden sıvı hale getirilmelidir.

1.1.5. Balın Niteliğini Etkileyen Uygulamalar

Aynı özelliklere sahip ballara uygulanan farklı işlemler balın kalitesini önemli ölçüde olumsuz yönde etkilemektedir. Depolama süresi ve koşulları, nem oranı, hasat, süzme sırasında yapılan uygulamalar ve ısıl işlemler gibi hususlar balın kalitesinde rol oynayan önemli faktörlerdir. Aynı yöreye ait balların kompozisyonları depolama süresine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Balda nektar kaynağına dolayısıyla bitki türüne bağlı kalite farklılığı üreticinin gideremediği bir farklılıktır. Fakat hasat ve hasattan sonra ortaya çıkan kalite değişimi arıcının bala uyguladığı işlemlerle ilgilidir.

1.1.5.1. Bal Hasadı Aşamasında Uygulanan İşlemler

Balın bünyesinde bulunan glikoz kristalleri, toz par-

çaları veya polen tanecikleri kristallenmenin çekirdeğini oluşturmaktadır. Bu nedenle hasat edilen bal çok iyi süzülerek dinlendirilmeli, içindeki hava kabarcıkları ve mum parçacıkları ile diğer yabancı unsurlar giderilmelidir. Süzme ve dinlendirme hem kristallenmeyi ve hem de fermentasyonu geciktirerek kaliteyi artırmaktadır.

Süzme için en uygun yöntem bir kazan içine yerleştirilmiş ve farklı büyüklükte gözenekleri olan iç içe 2 adet bez torba kullanmaktır. Torbaların uygun gözenek büyüklükleri dıştan içe doğru 0.235 mm, 0.210 mm'dir. Uygun bir süzme yapılabilmesi balın bulunduğu oda sıcaklığı 30-35 °C'de olması gerekir. Bu sıcaklık bez süzgeçlerden geçen çok küçük mum parçacıklarının kolayca ayrılması için de etkilidir. Bal geniş dinlendirme kaplarına alındığında yoğunluğu yüksek olan parçacıkların dibе çökmesi ve daha az yoğun parçacıklarla hava kabarcıklarının yüzeye çıkması ile bir miktar durulma sağlanır.

Balın üretimi, hasadı, işlenmesi, ambalajlanması, depolanması ve pazarlanması aşamalarında hijyen kurallarına uyulmalıdır. Bal, insan sağlığını olumsuz etkileyecek herhangi bir kimyasal, bakteri, mantar, ağır metal ve yabancı madde içermemelidir.

1.1.5.2. Balın Filtrasyonu

Filtrasyon, süzülen ballardaki gözle görülebilir nitelikte olan mum parçacıkları, arılardan kopan organ parçaları, toz ve benzeri diğer yabancı unsurların ayıklanması, tam bir durultma sağlanması ve kristallenme olmadan uzun süre saklanmasını sağlayarak pazar değerinin artırılması için uygulanan bir işlemdir.

Esasen tam bir durultma elde etmek amacıyla bile olsa, bal için filtrasyon ya da bentonite veya aktif karbon gibi bazı katkı maddelerinin kullanılması gibi biyolojik ve kimyasal özelliklerini değiştirecek herhangi bir işlem uygulanmamalıdır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7)ne göre filtre edilmiş bal: Süzme işlemi sırasında

0.2 mm'nin altında gözenek büyüklüğüne sahip filtrasyon malzemeleri kullanılarak yabancı organik veya inorganik maddelerin uzaklaştırılması sonucunda polen içeriği azalmış balı kapsamaktadır. Ancak filtrasyonda kullanılan filtrelerin çapı 0.2 mm'den daha küçük olduğu zaman balın içeriğindeki polenlerin hemen hemen tamamı alındığından, besin değeri düşer. Oysa polen gerçek balın vazgeçilmez bir unsurudur.

Batı ülkelerinde filtrasyon için bal hızlı bir şekilde 77 °C ye ısıtılıp bu sıcaklıkta 5 dakika bekletilmekte ve tekrar hızlıca soğutulmaktadır. Böylece balın kristalize olması ve fermentasyona uğraması önlenerek istenen durultma sağlanmaktadır. Bu uygulamada, balın HMF içeriğinde önemli bir artış olmamaktadır.

Ülkemizde ise Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7) balın bu sıcaklığa kadar ısıtılmasına olanak vermemektedir.

1.1.5.3. Isıtma

Balın ilk ısıtılması, süzme işlemini kolaylaştırmak için bal süzme odasında ve sır almadan önce yapılır. Bu amaçla bal 32-35 °C sıcaklıktaki bir ortamda bir gün bekletilerek ısıtılmaktadır. Fakat asıl ısıtma işlemi süzölmüş balların kristallenme eğilimini engellemek, kristallenmiş balların bu kristal görünümünü ortadan kaldırmak, fermentasyonu önlemek ve bala bulaşmış mikroorganizmaları yok etmek amacıyla yapılır.

ABD'de bu amaçla 60-66 °C'de 30 dakikalık bir ısıtma yöntemi kullanılmaktadır. Isıtma sonucunda şekerlenmede çekirdek oluşturacak kristaller çözülmekte ve kontamine olmuş maya sporları öldürülmektedir. Yüksek sıcaklık uygulanan bal bekletilmeden soğutulmalıdır.

Ülkemizde ise, üreticiler ve bal pazarlayıcı firmalar kristallenmeyi önlemek amacıyla bala çoğu zaman 1-2 saate varan süreyle ve 60-70 °C'lik ısı işlem uygulamaktadırlar. Üstelik bu tür ısı işlemlerde bal için sıcak su dolu

kaplarda(su banyosu) dolaylı ısıtma değil, direk ısıtma yöntemi bile kullanılmaktadır. Oysa Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2020/7) bal için 45 °C'nin üzerinde bir ısıtma işlemi izin vermemektedir.

Isıl işlemlerin doğru uygulanması baldaki mikroorganizmaları öldürerek fermentasyonu durdurmakta, akışkanlığı artırmakta ve kristal parçacıklarını çözerek daha stabil kristaller oluşmakta balın pazar değerini artırmaktadır. Ancak 10 °C'nin üzerindeki her türlü ısıtma işlemi balın yapısını ve biyolojik özelliklerinde olumsuzluklara neden olabilmektedir.

Isıl işlemler sırasında uygulanan sıcaklık derecesi ve süreye bağlı olarak baldaki monosakkaritlerin ve ısıya daha duyarlı olması sebebiyle özellikle fruktozun parçalanması ve su kaybedip dehidrasyona uğramasıyla HMF oluşmakta; proteinler, enzimler, vitaminler kayba uğramakta ve balın kendisine özgü renk, tat, koku ve aroması kaybolmaktadır. Bu nedenle ısıtma işlemi, balın içeriğini ve biyolojik özelliklerini en az etkileyecek şekilde, dikkatli ve kontrollü olarak yapılmalı ve ısıtma işleminin sıcaklığı ve süresi pastörizasyon amacıyla sınırlı olmalıdır.

HMF, taze ve ısıtma işlemi görmemiş ballarda ya hiç yok ya da çok düşük (10 mg/kg'dan az) düzeydedir. Fakat bala uygulanan ısıtma işlemleri HMF miktarını her aşamada biraz daha artırmakta; depolama süresi ve ısıtma işleminin sıcaklığı ile süresine bağlı olarak zaman içerisinde balın HMF miktarı 30-40 mg/kg'ın üzerine çıkmaktadır. Sıcaklıktaki her 10 °C'lik artış HMF oluşumunu 4 kat hızlandırmaktadır Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (2020/7) göre ballarda HMF miktarı en fazla 40 mg/kg olmalıdır Yapılan çalışmalarda 5 gün süre ile 48 °C'de tutulan ballarda HMF miktarının iki katına çıktığı, 43 °C sıcaklıkta ise bu artışın % 25'e düştüğü belirlenmiştir. HMF miktarı, 63 °C'de yarım saat tutulan ballarda bile önemli derecede artmaktadır. Bu nedenle bal fermentasyona sebep olan mayaları öldürecek ve kristalizasyonu önleyecek en düşük

sıcaklıkta ve mümkün olan en az süre ile ısıt işlemler uygulanmalıdır.

Balda birçok enzim bulunmakta ve bütün enzimler ısıya karşı çok duyarlıdır. Bu nedenle ısıt işlemler ile balda çok ciddi enzim kaybı olmaktadır.

Diyastaz enzimi de ısıya karşı aşırı duyarlıdır. Balın diyastaz sayısı 8'in altına düşmemelidir. Oysa uygunsuz koşullarda uzun süre depolanan ve 55 °C'den fazla ısıt işlem uygulanan balların diyastaz sayısı önemli ölçüde azalır. Balın diyastaz sayısı oda sıcaklığında tutulan ballarda bile 1 yıl içerisinde 4'ün altına düşmektedir.

Bal, 37 °C'ye kadar ısıtıldığında bünyesindeki antibakteriyel bileşiklerin önemli bir kısmı tahrip olmakta ve 70 °C'de 10 dakika tutulan ballar ise antibakteriyel etkilerini % 80 oranında kaybetmektedir. Diğer taraftan ısıtılan ballarda şekerlerin yapısı bozularak karamelizasyona neden olmakta; amino asitler, vitaminler, asitler, antioksidanlar da kayba uğramakta, renk koyulaşarak tat, koku ve aroma gibi biyolojik özellikleri bozulmaktadır.

Bu nedenlerle ısı uygulamalarının balın kimyasal yapısı ile bütün biyolojik özelliklerini bozduğu, gıda değerini azalttığı ve hatta bazı zararlı bileşiklerin ortaya çıkmasına yol açtığı gerçeği hiçbir zaman akıldan çıkarılmamalıdır.

1.1.5.4. Depolama

Balın uzun süre ve uygun olmayan koşullarda depolanması bazı sakıncaları da beraberinde getirmektedir. Depolama yerinin sıcaklığı, nemi, ambalaj kaplarının özelliği ve depolama süresi en önemli depolama etmenleridir.

Herhangi bir ısıtma işlemi uygulanmamış balların depolanmasında en önemli sorun fermentasyondur. Uygun olmayan depolama koşullarında balın HMF içeriği yükselmekte, diyastaz ve invertaz enzimleri azalmakta ve fermentasyon hızı artmaktadır. HMF balın koyulaşmasına ve aromasının azalmasına neden olmaktadır. Nem içeri-

ği % 17.1'den az olan ballar genellikle fermente olmadan uzun süre kalırlar. Nem oranı % 20'ye yaklaştıkça fermentasyon hızı artar ve % 20'den daha fazla nem içeren ballar kısa sürede fermente olurlar.

Depolama sıcaklığı 10 °C'nin altında olan ballarda fermentasyona yol açan mayaların etkinliği durmaktadır. Sıcaklığı 5-9 °C olan yerlerde depolanan ballarda HMF üretimi 1/3'e, enzim kaybı 1/5'e ve renk koyulaşma oranı 1/6'ya düşmektedir. Bu nedenle depolama yerinin soğuk olması ve balın nem absorbe etmesini önlemek için ambalajlamanın ve kapatmanın çok iyi bir şekilde yapılması gerekir.

Pastörize edilmeyen ballar 2 yıl süre ile 23-28 °C'de depolanırsa serbest glikoz miktarı % 13 ve serbest fruktoz miktarı % 5.5 oranında düşmektedir. Oda sıcaklığında tutulan ballarda invertaz ve diyastaz enzimleri de azalmaktadır. Balın şeker ve enzim içeriğinin azalmasını önlemek için depolama yerinin sıcaklığının düşürülmesi gerekir.

2. Polen (Çiçek Tozu)

2.1. Polenin Yapısı

Çiçekli bitkilerin erkek organları (**stamen**), iplikçik (**filament**) ve ucunda bulunan başçıktan (**anter**) oluşmaktadır. Çiçek tozu, bitkilerin erkek gamet hücresidir. Bitkilerin erkek organlarındaki anterler üzerinde bulunan polen keselerinde meydana gelerek olgunlaşır ve olgunlaşan çiçek tozları bu kesesinin açılmasıyla serbest kalır.

Bir çiçekteki stamen sayısı bitki türlerine göre değişmekte ve tek bir çiçeğin anterlerinde milyonlarca çiçek tozu açığa çıkabilmektedir. Serbest kalan çiçek tozları, arılar, çeşitli diğer polinatör böcekler, kuşlar, insanlar, yağış ve rüzgar gibi araçlarla çiçeklerin dişi tepesine (**stigma**) taşınarak (**polinasyon**) çimlenip yumurta hücresiyle birleşmek suretiyle bitkilerin devamını sağlar.

Polen, arılar için tek doğal protein kaynağıdır. Ayrıca çeşitli böcekler, kuşlar, yarasalar ve bazı memelilerce de

kullanılmaktadır. Son yıllarda insanların beslenmesi bakımından da önemi giderek artmaktadır. Arılar, çiçeklerden aldıkları çiçek tozlarını bir miktar nektar veya bal ile nemlendirerek birbirine yapıştırır ve arka bacaklarındaki polen sepetçiklerinde depoladıkları polen peletleri halinde kovana taşırlar.

Polen tanesi, dış kabuk (**ekzin**) ve iç kabuk (**intin**) olarak bilinen iki koruyucu tabaka ile çevrili canlı bir hücredir. Polenin dış kabuğu sert, dayanıklı, sindirimi zor ve gözenekli bir yapıdadır. Bu nedenle milyonlarca yıllık fosillerde bile bozulmadan kalabilmektedir. Yumuşak yapıdaki iç kabuk ise daha düzgün bir görünümündedir. Polen tanelerinin çapı, bitki türlerine göre 6 ile 200 µm arasında değişmekle birlikte; genellikle 25-30 µm kadardır. Polen tanelerinin rengi ve şekli de bitki türlerine göre değişiklik gösterir. Polenin rengi çoğunlukla (% 80) sarı ve onun değişik tonlarındadır. Fakat kırmızı, mor, pembe, eflatun, yeşil, siyah gibi çok değişik renkte polen veren bitkiler de mevcuttur.

2.2. Polenin Bileşimi ve Özellikleri

Polenin kimyasal bileşimi bitki türlerine bağlı olarak oldukça geniş bir değişim aralığına sahiptir. Taze polende % 18-20 su, % 7.5-35 protein, % 15-50 karbonhidrat, % 2-5 yağ, % 2-3 kül ile flavoniodler, karotenoidler, vitaminler, enzimler, asitler, nükleik asitler, nükleotidler ve büyümeyi düzenleyici unsurlar bulunmaktadır.

Polenin nem içeriği bitki türleri ve toplandığı dönemin atmosferik koşullarına göre değişkenlik göstermektedir. Ayrıca böceklerle tozlaşan bitkilerin polenlerinin besin değeri rüzgarla tozlaşan bitkilerinkinden daha yüksektir.

Arıların dokusal gelişimi ve ana arının yumurtlama potansiyeli kovana taşınan polen miktarı ve kalitesine bağlıdır. Her bitkinin poleninin arılar için protein kalitesi aynı değildir. Polenin protein kalitesi içerdiği amino

asitlerin miktarı ve bileşimi ile ilgilidir. Polenin protein içeriğinin % 20'den düşük olması arıların beslenmesi ve koloninin gelişimi bakımından beklenen etkiyi göstermesine yetmemektedir. Polenin protein miktarının fazla ve arıların vücutlarında sentezleyemeyip dışardan almak zorunda oldukları temel esansiyel amino asitlerince zengin olması proteininin biyolojik değerini artırır.

Polende insanlar için önemli ve ihtiyaç duyulan 22 amino asidine rastlamak mümkündür. Yapısında tespit edilen başlıca önemli amino asitler lösin, lisin, valin, arginin, izölösin, fenilalanin, threonin, histidin, metionin, triptofan, sistin, glisin, alanin, trisin, serin ve prolin'dir

Polen birçok polisakkarit içermekte ve yapısında bunlardan kalloz, pektin, selüloz ve lignin önemli miktarlarda bulunmaktadır. Polen arılar için yağ bakımından da zengin bir enerji kaynağıdır. İçeriğinde 31 yağ asidinden 16 tanesi bulunabilmektedir. Polen, palmitik, stearik, linoleik, linolenik, miristik, dekanolik (**kaprik**) ve dodekanoik (**laurik**) gibi yağ asitlerince zengindir. Bunlar arılarda büyüme, gelişme, beslenme ve üreme için önem arz etmektedir.

Örneğin, palmitik ve stearik asitler erkek arılarda semen üretimi için gereklidir. Kaprik, laurik, miristik, linoleik ve linolenik asitler ise antimikrobiyal etkileri sebebiyle bakteriyel ve fungal arı hastalıklarına karşı etkilidir. Bunlardan linoleik asit Amerikan yavru çürüklüğü etmeni *Paenibacillus larvae*, linoleik ve laurik asitler toksin üreterek gıda zehirlenmesine yol açan toprak kökenli *Bacillus cereus* ve laurik asit ise gastrit ve peptik ülserle sebep olan *Helicobacter pylori* bakterisinin gelişimini inhibe edici etkiye sahiptir. Ayrıca polendeki yağ asitleri *Staphylococcus*, *Salmonella*, *E. coli* ve *Bacillus anthracis* gibi bakterilere karşı da büyümeyi engelleyici etki göstermektedir.

Polen, makro ve mikro minerallerce zengindir. Mineral içeriği coğrafik koşullara ve bitki türlerine göre değiş-

kenlik gösterir. Yapılan çalışmalar polendeki en yaygın minerallerin K, P, Ca, Na, Mg ve Fe olduğunu; bunların dışında Cu, I, Mn, Co, Zn ve Ni gibi minerallerin de bulunduğunu göstermiştir. Polenin toplam mineral içeriğinin yarısını potasyum teşkil eder. Bunu fosfor, kalsiyum, sodyum ve magnezyum mineralleri izler. Polenin mineral içeriğinin fazlalığı bal arıları için toksik olabilmekle beraber; yavru yetiştirme bakımından bu değer % 1'in altında olmamalıdır.

Polen, çok iyi bir B vitamini kaynağıdır. B grubu vitaminlerden bal arısı larvalarının büyüme ve gelişimi için çok önemli olan tiamin (B1), riboflavin (B2), nikotinik asit ya da niasin, pantotenik asit ve pridoksin (B6) bakımından zengindir. Ayrıca biotin, folik asit, askorbik asit (Vitamin C), Vitamin E, Vitamin A ve karoten içermektedir. Yağda eriyen A, D, E ve K vitaminlerinin polendeki miktarı çok düşüktür.

Polen, antioksidan etkiye sahip fenolik bileşikler ve flavonoidler ile pek çok enzim, bazı büyümeyi düzenleyiciler ve renk maddeleri bakımından da zengindir. Polenin bünyesindeki önemli polifenolik asitlerden gallik asit, vanilik asit, parahidroksibenzoik asit ve fenolik asit; flavonoidlerden ise kuersetin, kamferol, galangin, fisetin, pinosembrin, hesperetin, akasetin, naringin, krisin ve luteolin bulunmaktadır.

Polen, çok zengin bir enzim içeriğine sahiptir. Ayrıca arılar poleni arı ekmeğine işlerken vücutlarından glukoz oksidaz enzimi salgılayıp polene katarlar. Bu nedenle arı ekmeğinin glukoz oksidaz içeriği ve besleme değeri taze poleninkinden daha yüksektir. Ayrıca polende auxin, brassin, giberellin, kinin ve diğer birçok büyümeyi düzenleyici bileşik mevcuttur.

Kolonilerde kuluçka faaliyetinin başlaması ve sürekliliği yavru gıdası üretimine bağlıdır. Yavru gıdası üretimi için arıların yeterli düzeyde protein, vitamin ve mineraller gibi maddeleri tüketmeleri gerekir. Arılar bu besin

maddelerini bir arada sadece polenden sağlayabilirler. Başka bir ifadeyle; polen, arıların büyüme, gelişme ve diğer faaliyetleri için tüketmeleri gereken su dışındaki besin maddelerinin ideal bir kaynağıdır. Son yıllarda polene karşı ilgi artmış olup, üretimi yapılarak insan gıdası olarak da kullanılmaktadır.

Kolonilere taşınan polenin miktar ve kalitesi yavru yetiştirme oranını doğrudan etkilemektedir. Bu konuda pek çok çalışma yapılmış olmasına rağmen, arılar için doğal polen kadar etkili bir madde bulunamamıştır. Polen, arıların tek doğal protein kaynağı olmanın ve diğer bir kısım besin maddelerini sağlamanın dışında, birçok uyarıcının da kaynağıdır. Polen, arıların beslenme içgüdüsünün uyanmasını, bakıcı işçi arılardaki yavru gıda bezlerinin faaliyete geçmesini ve bu bezlerden salgılanacak larva gıdası için gerekli besin maddelerini sağlar. Bu nedenle kolonilerin polen olmadan yavru yetiştirme faaliyetinde bulunmaları mümkün değildir.

2.3. Polenin Üretimi ve Hasadı

Arılar, ilkbaharın başlarından itibaren kovanlarına polen taşımaya başlarlar. Polenin arıların yaşamındaki esas önemi güçlü bir protein kaynağı olmasından ileri gelmektedir. Arılar, özellikle yavru yetiştirmenin yoğun olduğu ilkbahar dönemlerinde artan protein ihtiyaçlarını karşılamak için kovanlarına önemli miktarda polen taşırlar. Bir arının her seferde taşıdığı polen miktarı, 12-30 mg arasında değişmekle birlikte, ortalama 15 mg civarındadır. Bir koloninin bir yılda kovana taşıdığı polen miktarı ise 20-50 kg arasında değişmektedir.

Arılar taşıdıkları polenin bir kısmını tüketirken koloninin günlük ihtiyacından fazla olan kısmını ise polen kıtlığı çekilen dönemlerdeki protein ihtiyaçları için arı ekmeği olarak petek gözlerine depo ederler. Bu nedenle polen üretimi daha çok koloninin ihtiyaçlarından fazla polen taşınan dönemlerde yapılmaktadır. Polenin bakteri ve funguslarla kontamine olma riski arttığı ve kurutmada

güçlükler yaşandığından, aşırı yağış alan nemli bölgeler üretim için uygun olmayabilir. Ayrıca sağlıklı bir polen üretimi için bölgede ilaçlı tarımsal mücadele yapılmaması ve üretim kolonilerine kimyasal uygulanmaması son derece önemlidir.

Polen, kolonilere yoğun olarak taşındığı dönemlerde kovanların uçuş deliklerine monte edilen ve polen tuzağı denilen özel araçlarla hasat edilmektedir. Her koloniden alınacak günlük verim miktarı koloni gücüne, tarlacı arı sayısına, iklim koşullarına, floranın zenginliğine ve bitki türlerine göre değişir. Zengin floraya sahip bölgelerde ve polen akışının iyi olduğu dönemlerde bir koloniden hasat edilebilecek taze polen miktarı 1 kg/güne kadar çıkabilmekte ise de; genellikle koloni başına günde ortalama 100-300 g ve yılda ortalama 2-3 kg verim alınmaktadır.

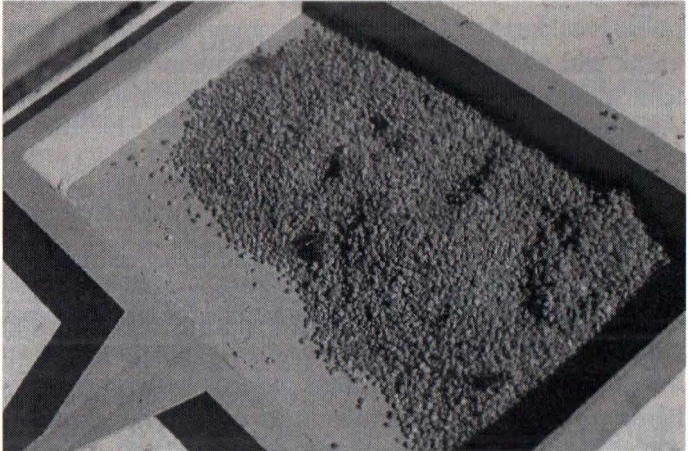
Polen hasadı için kullanılan tuzakların koloni yaşamını, toplanan polenin kalitesini ve kovana polen girişini en alt düzeyde etkileyecek şekilde olması gerekir. Ayrıca polen tuzakları kovana giriş çıkış yapan arıların kanat ve bacak gibi vücut kısımlarına zarar vermemelidir. Bunun için, ırklara göre değişmekle beraber, tuzakların göz büyüklüğü ortalama 5 mm çaplı olmalıdır.

Polen tuzağı, koloni başına günde en az 100 gr taze polen taşınan günlerde kullanılmalıdır. Tuzaklar sürekli kullanılmamalı ve nektar akımı öncesinde sadece sabah saat 8 ile 12 arasında ve sınırlı bir süreyle (1-2 saat) takılmalıdır. Polen tuzakları kovanlara her gün takılabileceği gibi, gün aşırı olarak da kullanılabilir. Gün boyunca ve her gün polen tuzağı kullanmak arılarda beslenme eksikliğine yol açarak kolonilerin kuluçka üretimini, gelişmelerini ve bal verimini olumsuz etkilemektedir.

Polen tuzağı yoğun nektar akımı sırasında kullanılmamalıdır. Çünkü bu dönemde polen tuzağı kullanmak kolonilerde arı trafiğini yavaşlatarak bal üretimini düşürmektedir. Nitekim, 40 gün süre ile polen tuzağı kullanılan kolonilerde kuluçka üretiminde % 4.4 ve bal veriminde %

24 azalma olduğu; tuzak kullanılmayan kolonilerde kışlatma sırasındaki ölüm oranının % 13 olmasına karşılık; tuzak kullanılanlarda bu oranın % 30'a çıktığı belirlenmiştir.

Bütün polen tuzakları yağmur sularından olumsuz etkilenmektedir. Tuzakta biriken polenler yağmur, ışık, rüzgâr ve sıcaktan zarar görerek kirlenmekte, kızışıp küflenmekte ve bozulmaktadır. Ayrıca polende bazı bakteriler ve parazit yumurtaları bulunabilir. Dikkat edilmemesi halinde polen tuzakları güvelerin, diğ er böceklerin ve karıncaların istilasına uğrar. Bu nedenle tuzakların toplama kabında biriken polen her gün düzenli olarak alınmalı ve işleninceye kadar derin dondurucuda veya buzdolabı koşullarında tutulmalıdır. İşleme öncesinde buzdolabı koşullarında tutulan polendeki olası parazit yumurtalarının gelişmesi önlenebilmekte ve 1-2 gün süreyle dondurulan polendeki böcek ve akarlar a ait yumurta ve larvalar ölmektedir.



Şekil 2. Yeni Alınmış Polen

2.4. Polenin Saklanması

Arıların kovana taşıdıkları polen peletlerinin dane büyüklüğü 1-4 mm kadardır. Dane büyüklüğü aynı olan

polenlerin pazar değeri daha yüksektir. Bu nedenle hasat edilen polen, bünyesindeki yabancı maddeleri ayıklamak ve dane büyüklüğüne göre sınıflandırılabilmek için elekten geçirilmelidir. Az miktardaki üretimler için değişik çapta gözeneklere sahip elekler yardımıyla elde ayıklama ve sınıflandırma yapmak mümkündür. Fakat ideal olan otomatik eleme düzenlerinin kullanılmasıdır.

Taze polen oda sıcaklığında çabuk bozularak birkaç gün içerisinde besin değeri düşer. Fakat poleni ışıktan koruyarak buzdolabı koşullarında birkaç ay saklamak mümkündür. Uzun süre saklamak için dondurulması ya da nem içeriğini % 5'e düşürecek şekilde kurutulması gereklidir. Kurutulmuş polen oda sıcaklığında ve ışıktan korunarak aylarca saklanabilir. Fakat hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, hiç bir zaman depolanmış polen taze polenin yerini tutmamaktadır. Çünkü polen, depolama yöntemi ve süresine bağlı olarak zaman içerisinde besin değerini önemli ölçüde kaybetmektedir. Polenin uzun süreli muhafazası için dondurma, vakumlu dondurma, açıkta veya fırında kurutma ya da konserve yapma gibi değişik yöntemler kullanmak mümkündür.

2.4.1. Polenin Dondurması İşlemi

Kâğıt veya plastik bir torbaya konan taze polen -18 °C'ye ayarlı derin dondurucuda bir kaç yıl saklanabilir. Ancak dondurucudan çıkarıldıktan sonra hemen kullanılmalı veya kurutulmalıdır.

2.4.2. Vakumlu Dondurma

Polenin vakumlanarak kurutulduktan sonra dondurulması yöntemidir. Bu yöntem polenin besin değerindeki kayıpları azaltmakta ve depolanmış polenin kuluçka üretimindeki etkisi daha fazla olmaktadır. Ayrıca vakumlu kurutucular daha iyi bir hijyen sağlamaktadır. Fakat pahalı bir yöntemdir.

2.4.3. Açıkta Kurutma

Polen açıkta kurutulması için ışıktan, güneşten ve tozdan korunarak ince gözenekli bir zemine ya da temiz bir beze 1-2 cm kalınlığında serilerek 2-3 gün boyunca zaman zaman karıştırılmalıdır. Güneş ışınları ve ultraviyole ışınları polen üzerinde olumsuz etki yapmakta; güneşte kurutulan polenin özellikle vitamin yapısı bozulmaktadır.

2.4.4. Fırında Kurutma

Bu yöntemde 35-40 °C'ye ayarlı, sıcak hava üreten havalandırmalı fırınlar, kurutma kabinleri veya inkübatörler kullanılmakta ve kurutma işlemi 5-6 saatte tamamlanmaktadır. Kurutma sıcaklığı 45 °C'yi geçmemelidir. Polenin kurutulmasında infrared ısıtıcılı 250 Watt'lık lambalar da kullanılmaktadır. Bu şekilde bir lambanın altına ince bir tabaka halinde serilen 200 g poleni 8 saatte kurutmak mümkün olmaktadır.

2.4.5. Şekerle Muhafaza

Hasat edilen polenin muhafazasında konserve yöntemi de kullanılabilir. Bu amaçla ağırlık olarak 2 kısım taze polen 1 kısım toz şekerle karıştırılıp bir kavanoza doldurulduktan sonra küflenmemesi için üzerine 5 cm kalınlığında toz şeker konulmak suretiyle oda sıcaklığında 2 yıl saklanabilir.

Kurutulmuş polenin nem düzeyi en fazla % 6-8 olmalıdır. Nem içeriği % 8'den fazla olan polenler kısa sürede küflenip bozulurken, % 6'dan daha az nem içerecek şekilde yapılan kurutma da polenin besin değerini azaltmaktadır. Açıkta kurutulan polenlerde fırında kurutulanlara göre daha fazla besin kaybı olmaktadır. Polenin nem içeriği pratik olarak parmaklar arasında sıkıştırılmasıyla kontrol edilebilir. Sıkıştırılıp ezilen polen peletleri yenden birleştirilip toprak haline getirilemiyorsa yeterli kurutma yapılmış demektir. Fakat bunun için bir alet kullanılması daha doğrudur. Bu amaçla yurt dışında daha çok Karl Fischer aleti kullanılmaktadır.

2.5. Polenin Kullanımı

Polen, arılar için çok ideal bir gıdadır. Bünyesinde çok değerli besin maddelerinin bulunması nedeniyle insan beslenmesinde ve bazı hastalıkların tedavisinde de kullanılmakta; bazı laboratuvar hayvanları, kanatlılar, yarış atları ve diğer evcil hayvanların yemlerine katılmaktadır. Ayrıca günümüzde çeşitli firmalar ve arıcılar tarafından değişik şekillerde pazarlanarak tıpta; krem, temizleme sütü ve yüz losyonları ile diğer bazı kozmetiklerin üretiminde ve ilaç sanayiinde kullanılmaktadır.

Polen amino asitler, enzimler, vitaminler, mineraller, yağ asitleri, aroma maddeleri ve flavonoidler bakımından zengin; antimikrobiyal ve antioksidan etkiye sahip güçlü bir gıdadır. Sağladığı yarar tazeliği ile ilişkilidir. Ayrıca polifloral polenlerin besin değeri daha yüksektir.

Polenin vücut direncini yükselttiği, kandaki alyuvar sayısını artırdığı, kansızlığı giderdiği, büyüme ve gelişmeyi hızlandırdığı, yaşlanmayı geciktirdiği, sporcularda gücü ve dayanıklılığı artırdığı; ülser, gastrit, soğuk algınlığı ve bazı mikrobiyal enfeksiyonların tedavisinde yardımcı olduğu, bağırsakların çalışmasını düzenlediği, yumurta ve sperm miktarı ile kalitesini ve cinsel aktiviteyi desteklediği kabul edilmektedir. Ayrıca bal-polen karışımlarının insanlar üzerinde çok iyi etki yaptığı; polen preparatlarının ishal, iştahsızlık, kansızlık ve bağırsak iltihabına iyi geldiği, metabolizmayı düzenlediği ve hatta bünyesinde yüksek düzeyde bulunan bazı karotenoidler nedeniyle polenin başta prostat kanseri olmak üzere kanser tedavisinde de etkili olabileceği ifade edilmektedir.

Bu nedenlerle polen her insanın düzenli olarak tüketmesi; antibiyotik ve kanser tedavisi alan insanların diyetinde mutla yer verilmesi gereken bir gıdadır. Ancak çok nadiren de olsa bazı insanlarda polen alerjisi gelişebilmektedir. Bu nedenle günlük alınan birkaç gramlık küçük miktarlarla test edilmeli; polen karıştırılmış gıdaların etiketlerinde de bu hususta gerekli uyarıcı bilgiler yer alma-

lıdır.

3. Propolis

3.1. Propolisin Yapısı

Propolis, söğüt, kavak, huş, ardıç, akça ağaç, kızıl ağaç, kara ağaç, fındık, erik, okaliptüs, ıhlamur, dişbudak, kestane, köknar, meşe, çam türleri ve at kestanesigibi çeşitli bitkilerin taze sürgün, tomurcuk, yaprak vb. kısımlarından arıların kendilerini rüzgar, soğuk, mikroorganizmalar ve güneş ışınlarından korumak amacıyla ürettikleri reçinemsî salgılardır. Propolis, halk arasında eğin mumu olarak da bilinen organik bir üründür. Rengi alındığı kaynağa ve bekleme süresine bağlı olarak sarımsı yeşilden koyu kahve, koyu kırmızı ve hatta siyaha kadar değişebilen; kendisine özgü kokusu olan, normal sıcaklıklarda yumuşak ve yapışkan olduğu halde soğuk havada katılaşıp gevrekleşen bir maddedir.

Arılar, bitkilerden ağız yardımıyla toplayıp polen sepetçiklerine depolayarak kovanlarına taşıdıkları bitki reçinesine (balsam), aşırı yapışkanlığını gidermek için vücutlarından salgıladıkları bir miktar bal mumu ve enzim (β -glukozidaz) ekleyerek işler. Propolis, arılar tarafından uçuş deliğini daraltıp soğuk, yağmacı arılar ve diğer doğal düşmanlardan korunmak, kovandaki yarık, çatlak ve açıklıkları kapatmak ve mikroorganizmalara karşı korunmak için kullanılır. Arılar böylece yuvalarını olumsuz dış etkilere karşı korur, ısı yalıtımı sağlar, sıcaklık ve nem dengesi kurar ve özellikle kovan uçuş deliği çevresine yığıldıkları propolisle bakteri, virüs ve fungus gibi patojenlerden korunmaya çalışırlar. Ayrıca herhangi bir şekilde kovana giren öldürdükleri fakat dışarı atamadıkları fare ve benzeri organik kalıntıların üzerini propolisle kapatıp kokuşmaması için adeta mumyalarlar.

Doğadan toplanan propolisten başka arıların sindirile-

meyen polen kabuklarını kullanarak yaptıkları bir propolis türü daha vardır ki buna balm denir. Balm, altın yeşili renkte ve şeffaf bir görünümde olup; arının proventrikülüs girişinde preslenen polen kabuklarının bal midesinde tekrar yoğurulmasıyla elde edilir. Balm, yavru gözlerindeki pürüzlerin giderilip cilalanarak parlatılması, peteklere gereken sertliğin kazandırılması, daha önce kuluçka faaliyetleri için kullanılmış petek gözlerinin iç yüzeylerinin her yavru çıkışından sonra dezenfekte edilmesi, ısı yalıtımının ve hijyeninin sağlanması için kullanılmaktadır. Balın zamanla koyulaştığı için yavru yetiştirmede kullanılan peteklerin rengi kullanım süresine ve uygulanan balm miktarına bağlı olarak zamanla koyulaşır ve hatta siyahlaşır.

3.2. Propolisin Bileşimi ve Özellikleri

Propolis, sahip olduğu farmakolojik özellikleri keşfedilip apiterapide kullanılan ilk arı ürünüdür. Nitekim Mısırlılar, Persler ve Romalılar döneminde ölülerin mumyalanması, Yunanlılar tarafından parfüm olarak ve eski medeniyetlerce ve Hipokrat tarafından tedavi amacıyla kullanıldığı bilinmektedir. Propolisin bileşimi, biyolojik özellikleri ve farmakolojik etkileri ile ilgili çalışmalar günümüze kadar sürmüştür.

Propolisin içeriği toplandığı bölgenin coğrafik koşulları, bitki türleri, rakımı, iklimsel özellikleri ve toplanma zamanına göre değişebilmektedir. Bünyesinde % 40-50 reçine, % 30 bitkisel mum, % 10 esansiyel yağlar, % 5 polen ve % 5 flavonoidler, fenol bileşikler, aromatik bileşikler, bazı uçucu yağlar ve terpenler gibi diğer organik bileşikler ile amino asitlerden, minerallerden ve enzimlerden oluşan 300 kadar bileşen mevcuttur. Propolisin bünyesinde Mg, Ca, I, K, Na, Cu, Zn ve Fe elementleri, riboflavin (vitamin B2), pridoksin (vitamin B)6, askorbik asit (vitamin C) ve E vitaminleri mevcuttur.

Yapılan araştırmalarda propolisin içeriğinde, antioksidan, antimikrobiyal ve antitümoral etki göstermesini sağlayan çok sayıda biyoaktif madde tespit edilmiştir. Bunlar

flavonoidler ve fenolik asitlerden oluşan fenolik bileşikler ve onların esterleri, alkoller, aldehytler, ketonlar, terpenler, kumarinler, stereoitler, amino asitler, mineraller, yağ asitleri ve enzimlerdir. Propolisin antimikrobiyal ve antitümoral etkilerinin çoğu flavonidler ve fenolik asitlerden kaynaklanmaktadır. Propolise bu özellikleri kazandıran önemli maddeler arasında galangin, kuersetin, kaempferol, rutin, mirisetin, naringin, naringenin, pinosembirin, hesperetin, apigenin, krisin, luteolin, kumarik asit, kafeik asit, ferulik asit, sinnamik asit, gallik asit, palmitik asit ve stearik asit sayılabilir. Propolis, antiülser, antitümoral, rejeneratif, kardioprotektif, antidiyabetik, antiinflamatuvar, antitoksik ve anesteziik özelliklere de sahiptir.

Propolis, antibiyotiklerle birlikte kullanıldığında sinerjik etki doğurarak onların etkilerini artırmaktadır. Bu nedenlerle propolis arıları mikroorganizmalara karşı koruyan ve dirençli kılan bir işleve sahiptir. Bazı koloniler propolis nedeniyle yavru hastalıklarına karşı direnç kazanmaktadır. Avrupa yavru çürüklüğünün etmeni propolise duyarlı iken; Amerikan yavru çürüklüğü etmeninin propolise duyarlılığı söz konusu değildir.

Propolis; antioksidan, antimikrobiyal ve anesteziik etkiye sahip olması, bağışıklığı artırması ve bazı kanser hastalıklarına iyi gelmesigibi nedenlerle insan sağlığı açısından da çok önemli ve tedavi edici hekimlikle birlikte kullanımı giderek artan apiterapik bir üründür.

3.3. Propolisin Üretimi

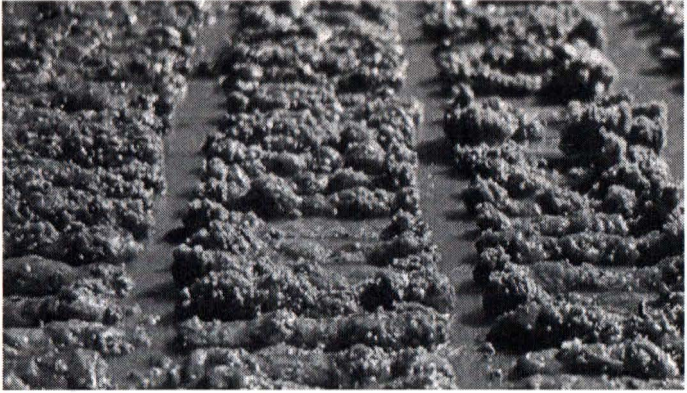
Propolis, bitki kökenli bir üründür. Bu nedenle üretim yapılacak bölge propolis kaynağı bitkilerce zengin olmalıdır. Karniyol ve İtalyan ırkı arılar kovanlarına çok az propolis taşırken; Kafkas arısı, Anadolu arısı ve genel olarak yüksek rakımlı soğuk iklim arıları daha fazla propolis taşırlar. Bir işçi arı her seferde kovanına ortalama 10 mg propolis taşımaktadır. Aynı arılıktaki kolonilerin propolis toplama eğilimleri arasında da farklılıklar bulunmaktadır. Koloni başına yılda üretilebilen propolis miktarı bir

kilograma kadar çıkabilmekte ise de genellikle 150-200 g kadardır.

Arılar, sezon boyunca propolise ihtiyaç duymakla birlikte; propolis en fazla sonbaharda taşınır. Sonbaharda taşınan propolis yararlı maddeler bakımından daha zengin ve kalitelidir. Propolis kaynağı bitkilerin sınırlı olduğu durumlarda arılar aynı amaçla kullanmak üzere kovanlarına hamur, yumuşayan boya, pencere macunu ve asfalt-gibi maddeleri de taşıyıp kullanırlar. Propolisin bünyesinde bu tip zararlı maddelerle ağır metal, pestisit ya da kimyasal kalıntıları bulunmamalıdır. Kaliteli propolis üretimi için üretim kolonilerine kimyasal uygulanmamalı ve çevre kirliliğinin bulunmadığı alanlar tercih edilmelidir.

Propolis üretiminin en basit yolu arıların kovan uçuş deliğini daraltmak, yarık ve çatlakları kapatmak ve örtü tahtaları ile çerçeveleri birbirine yapıştırmak için kullandıkları propolisi kazıyıp almaktır. Ancak bu yolla hasat edilen propolis genellikle ağaç kırıntıları, bal mumu ve boya ile bulaşık olduğundan randımanı az, kirli ve ticari değeri çok düşüktür. Bu nedenle üretimde çerçevelerin hemen üzerine örtü tahtası gibi yerleştirilen ve genellikle plastikten yapılan propolis tuzakları tercih edilmelidir. Çünkü plastik tuzakların kullanımı ve propolisin bu tuzaklardan ayrılması daha kolaydır.

Propolis tuzağı, kovanların ön veya yan yüzlerine de monte edilebilir. Fakat en kaliteli ve temiz propolis kovan kapağı altına konulan tuzaklarla elde edilmektedir. Hasat edilen ham propolis bu haliyle ağızda çiğnemek suretiyle tüketilebilir. Fakat etstrakte edilerek tüketilmesi daha doğru ve yararlıdır.



Şekil 3. Propolis Üretimi

3.4. Propolisin İşlenmesi

Boşlukları propolisle doldurulan üretim tuzakları kovanlardan alınarak yeterli bir süre bekletilmek ya da bir gün süreyle derin dondurucuda tutulmak suretiyle propolisin sertleşmesi sağlanır. Sertleşip kırılğan hale gelen ham propolis tuzakların bükülmesi suretiyle kolayca ayrılır, rendelenir, bir öğütücüden geçirilip toz haline getirilir. Daha sonra da içerisindeki yararlı fenolik bileşiklerin ayrılması için etil alkol-su karışımı ile ekstrakte edilir.

Propolis, en iyi % 95'lik etil alkolde çözünmektedir. Ayrıca etil alkolün cilde etkisi çok daha az olduğundan güvenle kullanılabilir. Bu amaçla eter, kloroform, amonyak, aseton, asetik asit ve sodyum hidroksit gibi zararlı maddeler tercih edilmemelidir. Propolis etil alkolde büyük ölçüde çözünürken diğer çözücülerdeki çözünürlüğü düşüktür. Kullanılacak asitler ve zararlı çözücüler cilde temas ettirilmemeli ve teneffüs edilmemelidir.

Son yıllarda çözücü olarak su kullanılmış ve tamamen su bazlı propolis elde edilmiştir. Fakat propolisin içerisindeki alkolde çözünen maddelerin tümü suda çözünmemekte ve çözünen miktarları da düşüktür. Bu nedenle su bazlı propolisin kalitesi ve içeriği alkolde çözdürülen

propolise göre daha zayıf olmaktadır. Çözücü olarak sirke kullanmak da benzer sonuçlar doğurur.

Ekstrakte edilecek propolisin 10 katı etil alkol su karışımı hazırlanmalıdır. Bir litre karışım için genellikle 700 ml % 70'lik etil alkol ve 300 ml su kullanılmaktadır. Sonra karışım ısıtıcılı bir karıştırıcıda en az 4-5 saat karıştırılır. Uygulanacak ısının derecesi propolisin yapısına zarar vermemelidir. Karıştırma süresi çok daha uzun tutulabilir. Çünkü bu süre arttıkça elde edilecek ürünün kalitesi de artmaktadır. Daha sonra karışım süzülerek içerisindeki bal mumu, vücut parçaları, ahşap gibi gereksiz yabancı maddeler ayıklanır. Hazırlanan karışımın süzülmesinden sonra içerisindeki alkol, su ve sirke gibi çözücü olarak kullanılan bileşenlerin uçurulması sağlanmalıdır.

3.5. Propolis Kullanımı

Propolis; ekstrakt olarak, toz haline getirilerek; değişik oranlarda bal, polen veya arı sütüne karıştırılarak ya da tablet biçiminde tüketilebilmektedir. Hatta diğer bazı gıdaların bileşimine eklenip pazarlanır. Ayrıca diş hekimliğinde, deri losyonlarında, güzellik kremlerinde, şampuanlarda, sabunlarda, dudak boyalarında, diş macunlarında, sakızlarda ve hatta güneş kremlerinde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır.

Propolis birçok ülkede değişik preparatlar halinde tıbbi amaçlı olarak kullanılmaktadır. Kuzey Amerika, Avrupa ve Uzak Doğu'da propolis kullanımı daha yaygındır. Propolisi bir ilaç olarak tanımlamak doğru değildir. Fakat farmakolojik etkileri nedeniyle tedaviye yardımcı ve destekleyici doğal bir gıda takviyesidir. Ayrıca boğaz ağrısı, kesikler ve deri döküntülerinin tedavisinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Hayvancılıkta büyümeyi artırıcı bir madde olarak kullanıldığı ve örneğin, tavuk yemlerine katılarak % 20 daha fazla ağırlık artışı sağlandığı bildirilmektedir.

Propolis, aşırı miktarda alınmadığı sürece zararlı bir

yan etki göstermez. Ancak bazı kişilerin propolise karşı aşırı duyarlı olabilmektedirler ve alerjik reaksiyonlar gösterebilmektedirler. Bu nedenle önce küçük miktarda alınarak test edilmeli ve daha sonra günlük birkaç gramlık dozlar halinde tüketilmelidir.

4. Arı Sütü

4.1. Üretiminin Tarihsel Gelişimi

Arı sütünün varlığı 1960 yılında Hollandalı bilim adamı Schwammerdam tarafından keşfedilmiş olup, ana arı yüksüklerine ilk larva transferi 1850 yılında Rusya'da Gusev tarafından yapılmıştır. Ancak yumurta transferi konusundaki asıl deneyler 1958 yılında başlamış ve transfer doğrudan ana arılara yaptırılmıştır. Alman bilim adamı Dr. Lanzer tarafından 1912 yılında arı sütünün 6-14 günlük genç işçi arıların hypopharyngeal bezlerinden salgılandığı bildirilmiştir. Arı sütü konusunda yapılan çalışmalar en az bir asır öncesine dayanmakla beraber; üretimi ve kullanımı ile ilgili araştırmalar 1950'li yıllarda başlamıştır.

Gelişmekte olan yavrular ve ana arı arı sütü ile beslenir. Arı sütünün bileşimi ve insan yaşamında nasıl bir rol oynayabileceği hakkında 1952 yılına kadar yeterli bilgi elde edilememiştir. Nihayet, 1952 yılından sonra tanınmış biyolog M. de Belfer, arı sütü üzerinde yaptığı araştırmalarla konuyu açıklığa kavuşturmuştur. Arı sütünün üretim teknikleri, fiziksel özellikleri ve klinik fonksiyonları üzerinde 1950'den beri yapılan araştırmalarla üretim miktarı ve ürün kalitesinin artırılmasına çalışılmıştır.

En fazla arı sütü üreten ülkeler Çin, Japonya ve Kore olup; Japonya aynı zamanda Çin, Tayvan ve Tayland gibi ülkelere fazla miktarda arı sütü satın almaktadır. Çin'de üretilen arı sütünün en büyük alıcısı Japonya ve ABD başta olmak üzere, kişi başına gelir düzeyi yüksek olan Avrupa ülkeleridir.

Dünyada arı sütü üretimi ve dış satımı bakımından

ilk akla gelen ülke Çin'dir. Çin'de geçmiş yıllarda yürütülen seleksiyon çalışmaları sonucunda arı ırklarının arı sütü verimi ve ürün kalitesi üzerinde büyük ilerlemeler kaydedilmiş ve verimi yüksek genotipler geliştirilmiştir. Nitekim, bu ülkede verimi yüksek olan yerli İtalyan arı ırkları (*A. m. ligustica*) ve bazı özel hatlar geliştirilerek koloni başına ortalama arı sütü verimi 4-5 kg'a çıkarılmıştır. Çin'de arı sütü üretimi için geliştirilen genotipler ve yeni teknikler kullanılarak her yıl tonlarca üretim yapılmaktadır. Çin dünya arı sütü pazarının % 90'ına sahip bulunmakta ve sadece Japonya'ya her yıl 1.000 ton'dan fazla arı sütü ihraç etmektedir.

Arı sütü üretimi Türk arıcılığı için oldukça yeni bir konudur. Üretim teknikleri, muhafazası ve işlenmesi ile kullanımı hakkında yapılmış araştırmalar yok denecek kadar azdır. Son yıllarda ülkemizdeki bazı arıcılar bireysel olarak sınırlı miktarda arı sütü üretip pazarlamaktadırlar. Fakat arıcılarımız arı sütü üretim tekniklerini bilmedikleri için hemen hemen tamamen doğal oğul yüksüklerinden süt almaktadır. Ayrıca daha fazla ürün almak amacıyla hasadı geciktirmekte; hatta kapalı yüksüklerden bile arı sütü toplamaktadırlar.

Son yıllarda arı sütüne olan talep giderek arttığından ilkel yöntemlerle yapılan üretim talebi karşılamaktan uzaktır. Bu nedenle bazı firmalar değişik ülkelerden saf ya da diğer arı ürünleriyle karışık halde arı sütü ithal etmektedir. Ülkemizde kişi başına düşen gelir düzeyi arttıkça doğal olarak arı sütüne olan talep daha da artacaktır. Bu nedenle üretimi yaygınlaştırmak, verimi artırmak, doğal bileşiminde kaliteli arı sütü üretmek için gerekli üretim teknikleri belirlenerek arı yetiştiricilerinin kullanımına sunulmalıdır.

4.2. Arı Sütünün Yapısı, Bileşimi ve Özellikleri

Arı sütü, genç işçi arıların başlarında bulunan hypopharyngeal bezlerinden salgılanan, larva dönemindeki yavru-
ruların ve ana arının beslenmesinde kullanılan besleme

değeri yüksek, özel bir maddedir. Arı sütü üretimi için gerekli maddeler kan yoluyla süt salgı bezlerine gelmekte, süt sentezi bu bezlerde yapılarak üretilen arı sütü ağız boşluğuna verilmektedir. Arı sütü salgılanıp ağız boşluğuna verildiği anda süt kıvamındadır. Petek gözlerine konulduktan sonra koyulaşarak krema rengini alır.

Aynı genotipik karakterli dömlü yumurtalardan çıkan larvalar, kendilerine verilen arı sütünün nitelik ve niceliğine bağlı olarak anatomik ve fizyolojik bakımdan birbirinden tamamen farklı iki ayrı birey (ana arı ya da işçi arı) olabilmektedir. Arı sütü ile yapılan özel besleme sonucunda ana arı aday larva 5 günde 1.800-2.000 katı vücut ağırlığına ulaşmakta ve diğer bal arısı bireyleri 1.5-2 ay yaşadıkları halde ana arılar 5-7 yıl yaşayabilmektedirler. Diğer taraftan, literatürde içerdiği bazı hormonal bileşikler nedeniyle arı sütünün ana arının yumurtalıklarının gelişmesinde etkili olduğu bildirilmektedir.

Nitekim, ana arı günde kendi ağırlığının iki katından daha fazla ağırlıkta yumurta bırakabilmektedir. Arı sütünün, ana arıda yumurtalıkların gelişmesine ve yumurtlama hızının aşırı artmasına etkisi, üriner sistemin gelişmesini ve aktivitesini artıran bazı maddeleri içerdiğini göstermektedir. Ana arının sahip olduğu bu tür üstünlüklerin bilinen tek nedeni ana arı aday larvaya yapılan sütle besleme süresi ve verilen arı sütünün nitelik ve niceliği ile ana arıların ergin dönemlerinde tamamen arı sütü ile beslenmeleridir. Bu nedenle arı sütü güçlü bir gıdadır.

Arı sütünün kimyasal yapısı ile ilgili araştırmalar 1852 yılından itibaren başlamıştır. Dömlü yumurtaların farklılaşmasına olan inanılmaz etkisi ve çok güçlü bir gıda olarak tanımlanması nedeniyle insan gıdası olarak da çeşitli şekillerde kullanılmaktadır. Arı sütünün bileşimi Tablo 2'de verilmiştir.

Arı sütünün kimyasal bileşimi mevsim koşulları, üretim kolonilerine taşınan nektar ve polen miktarı, koloni gücü, üretim şekli, hasat ve depolama koşulları ve koloni

yönetim teknikleri gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Son zamanlarda arı sütünün bileşimiyle ilgili birçok çalışma yapılmış ve bileşimine giren maddeler bakımından farklı kaynaklarda birbirinden çok farklı değerler bildirilmiştir.

Arı sütü, özel bir aromaya sahip, koyu kıvamda, hafif ekşimsi, kuvvetli asit karakterinde bir ürün olup, pH değeri 3.6-4.2'dir. Arı sütü; su, proteinler, yağlar, şekerler, mineral maddeler, vitaminler, hormonlar ve henüz tanımlanmamış bazı maddelerden oluşmaktadır. Genel olarak içeriğinin % 60-70 su, % 9-18'i proteinler, % 18-20'si şekerler, % 3-8'i yağlar, % 2-3'ü mineraller ve % 2-3 kadarı da vitaminler ve bilinmeyen maddelerden oluşmaktadır.

Arı sütünün kuru maddesinin yarısı kadarı proteinler ve karbonhidratlardan oluşmaktadır. İnsanlar için esansiyel olan amino asitlerinin tümünü taşır. Bünyesinde en çok bulunan amino asitler prolin, aspartik asit, glutamik asit, lisin, alanin, fenilalanin ve serindir. İçeriğindeki şekerlerin büyük bir kısmını (% 90) fruktoz ve glikoz şekerleri oluşturur. Arı sütünün fruktoz miktarı glikozdan daha fazla ve sakaroz içeriği ise oldukça değişkendir. Bunların dışında içeriğinde maltoz, izomaltoz ve rafinoz gibi polisakkaritler de mevcuttur.

Arı sütünün % 3-8'i yağ ve serbest yağ asidi bileşenlerinden ibarettir. Bünyesinde 26'dan fazla yağ asidi bulunmakta ve bunlar bitkisel ve hayvansal kökenli diğer yağların aksine çoğunlukla 8-12 karbon atomuna sahip kısa zincirli yağ asitlerinden oluşmaktadır. İçeriğindeki en önemli yağ asidi sadece arı sütünde bulunan 10-hidroxy-2-decanoic asit (10-HDA)'tir. Arı sütünün serbest yağ asitleri ve özellikle 10-HDA miktarı onun önemli bir kalite ölçüsüdür. 10-HDA, bol miktarda gamına globülin içeren doğal bir antibiyotiktir. Arı sütündeki gamına globülinler bakteri, virüs ve mantarların büyüme ve gelişmelerini önlemektedir. Böylece arı sütü mikrobiyal faaliyet

için uygun olmayan bir ortam özelliğini kazanmaktadır.

Arı sütü mineraller ve vitaminlerce zengindir. En fazla bulunan mineraller potasyum, sodyum, magnezyum, kalsiyum, çinko, demir, bakır, manganez ve kükürttür. Arı sütü özellikle B grubu vitaminler (B1, B2, B3, B5, B6, B7, B9) bakımından zengin bir kaynaktır. Ayrıca biotin (vitamin H), askorbik asit (vitamin C) ile yağda eriyen A, D, E ve K vitaminlerini de içermektedir. Arı sütün içeriği henüz tam olarak belirlenememiş olup, bünyesinde bilinmeyen daha pek çok madde mevcuttur.

Tablo 2. Arı Sütünün Bileşimi (Schmidt and Buchmann, 1993).

Madde	% Miktarı
Su	67
Ham protein	15.5
Toplam şeker	11
Fruktoz	6.0
Glukoz	4.2
Sükroz	0.3
Diğer	0.5
Toplam yağ asitleri	5
Kül	1.0
K	5500 µg/g
Mg	700 µg/g
Na	600 µg/g
Ca	300 µg/g
Zn	80 µg/g
Fe	30 µg/g
Cu	25 µg/g
Mn	7 µg/g
Bilinmeyenler	3.5
Vitaminler	
Thyamin	6 µg/g
Riboflavin	9 µg/g
Pridoksin	3 µg/g
Niasin	50 µg/g
Pantotenik asit	100 µg/g
Inositol	100 µg/g
Biotin	1.5 µg/g
Folik asit	0.2 µg/g
Vitamin C	4 µg/g
Vitamin A	~0
Vitamin D	~0
Vitamin E	~0
Vitamin K	~0
pH	3.8

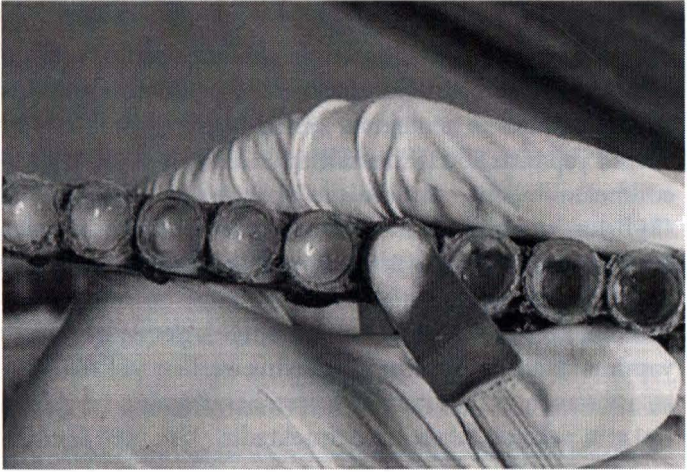
4.3. Arı Sütü Üretimi

Arı sütü üretiminin esası seri ana arı üretimi için geliştirilmiş bulunan standart Doolittle yöntemine dayanır. Bu yöntemde ana arı üretim zinciri belirli bir noktada kırılarak yapay ana arı yüksüklerinde biriken arı sütü hasat edilmektedir. Arı sütü, bal ve polenin genç işçi arıların sindirim organlarında hazmedilmesi sonucunda salgılanır. Kolonilerin arı sütü verimine kullanılan arı ırkı ve üretim kolonilerinin gücü ile analı veya anasız oluşları, ekolojik koşullar, üretim kolonilerine ek yemleme yapılıp yapılmaması, bir üretim kolonisine verilen yüksük sayısı, aşılama da kullanılan larva yaşı, hasat aralığı ve yüksük tipi gibi pek çok faktör etki etmektedir.

Genel olarak arı sütü üretimi, ana arı yetiştiriciliği ile yakından ilgilidir. Çünkü işçi arılar arı sütünü kovan içinde bir arada en fazla ana arı yüksüklerine bırakmakta ve arı sütü bu yüksüklerden hasat edilmektedir (Şekil 4).

Küçük miktarlarda arı sütü üretimi için en basit yol koloninin anasız bırakılarak işçi arıların ana arı yetiştirmeye zorlanmasıdır. Anasız kalan kolonilerde işçi arılar birkaç saat içerisinde anasız olduklarını anlayarak ana arı yetiştirme programı başlatıp yüksük yapar ve gelişecek yeni ana arı adayları için bu yüksüklere bolca arı sütü bırakırlar. Koloni uzun bir süre anasız kaldığında arı varlığının giderek azalacağı, bal veriminin düşeceği ve yalancı anaların oluşacağı unutulmamalıdır.

Geniş çaplı arı sütü üretimi için Doolittle yöntemiyle ana arı yetiştiriciliğinin değişik bir şekli uygulanmalıdır. Bu sistemde ana arılı ve güçlü yüksük yapıcı koloniler kullanılır. Ana arı, ana arı ızgarası ile kuluçkalığa hapsedilir. Ballığa polenli ve ballı petekler verilir. Ballıktaki ballı-polenli petekler arasına açık yavrulu petekler konur ve ballıkta bol miktarda süt salgılayabilecek yaşta genç bakıcı arı olması sağlanır.



Şekil 4. Arı sütü üretimi

Doolittle yöntemiyle ana arı üretiminde açıklandığı şekilde larva transferi yapılarak transfer edilen genç larvaları taşıyan özel çerçeve ballıktaki açık yavrulu petekler arasına yerleştirilir. Koloni şeker şurubuylar ve eğer gerekiyorsa polen veya polen ikame yemleriyle sürekli olarak yemlenir. Kuluçkalıktan ballığa 5-7 günde bir genç yavrulu petek takviyesi yapılırken; ballıktaki kapalı yavrulu petekler kuluçkalığa alınır. Aşılamayı izleyen 3. günün sonunda her bir yüksük içerisinde maksimum miktarda (148-281 mg) arı sütü toplandığı görülür.

Yüksük taşıyıcı çerçeve kovandan alınıp; arı sütü dolu yüksükler ince ağızlı, keskin ve sıcak bir bıçakla dikkatlice süt seviyesinden kesilir. Larvalar bir pensle alınarak atıldıktan sonra yüksüklerdeki arı sütü uygun büyüklükte bir kaşıkla veya vakum sistemi ile çalışan araçlarla alınır. Kalan boş yüksüklere aynı gün yeniden larva transferi yapılarak süt üretimi için koloniye verilebilir. Elde edilen arı sütü süzülerek içerisindeki mum kırıntıları ve vücut orijinli parçalar ayıklanıp ambalajlanarak depolanır ya da pazarlanır.

Arı sütü üretimi için güçlü koloniler kullanılmalı, nektar ve polen akımının fazla olduğu dönemler seçilmeli ve üretim kolonilerine yemleme yapılmalıdır. Arılıktaki her koloninin yüksek yapma ve yüksüklerdeki larvaları besleme eğilimi aynı değildir. Bu nedenle üretim kolonileri 3-4 generasyon seleksiyona tabi tutulmalıdır. Üretim, bu seleksiyonla elde edilecek larva kabul oranı ve hasat edilen arı sütü miktarı fazla olan damızlık kolonilerle sürdürülmelidir.

4.4. Arı Sütünün Saklanması ve Kullanımı

Her zaman yüksek fiyatlarla alıcı bulabilen arı sütü, oksijenden, ısıdan, ışıktan, rutubetten ve diğer birçok dış etkiden kolayca etkilenip bozulabilmektedir. Arı sütü ağzı kapalı koyu renkli cam kaplarda, ışık görmeyecek şekilde ve soğuk zincir altında muhafaza edilmelidir.

Kısa süreli bekletmelerde normal buzdolabı koşulları yeterli olabilir. Fakat uzun süre saklamak gerektiğinde daha düşük sıcaklıklarda tutulmalıdır. Arı sütü taze olarak buzdolabında +5 °C'de iki ay saklanabilirken; ikinci aydan sonra özelliğini kaybetmektedir. Taze arı sütü 4 katı bal içerisinde daha emin bir şekilde saklanabilmektedir. Dondurulmuş ve kurutulmuş arı sütü ise, -18 °C'de 6 ay bozulmadan saklanabilir. Ancak oda sıcaklığında 6 saat tutulduktan sonra bozulmaya başlamaktadır. Üretimi, hasadı ve kullanımı sırasında metallerle temas ettirilmemeli, ahşap kaşıklar tercih edilmelidir.

Arı sütü hücre yenileme özelliği yüksek bir gıdadır. Arı sütü, üstün özellikleri nedeniyle sadece arılar için değil; insanların beslenmesi, yaşamı ve sağlığı bakımından da oldukça önemli bir üründür. Yapılan araştırmalarla vücutta metabolizmayı düzenlediği, güç ve zindelik kazandırdığı, bağışıklığı artırdığı ve antibiyotik etkisine sahip olduğu, yaşam süresini ve cinsel aktiviteyi artırdığı, kan şekerini düşürdüğü, karaciğer ve böbrek bozuklukları, astım, bronşit, adet yetersizliği ile tüberküloz vb. bazı kronik hastalıklara iyi geldiği, başta kan kanseri olmak

üzere bazı kanser türlerinde tümör gelişimini engellediği tespit edilmiştir. Görme yetersizliği çeken insanlara arı sütü önerilmektedir. Arı sütünün sinir sistemi üzerinde de olumlu etkileri mevcuttur.

Elde edilen deneysel sonuçlara göre, günlük düzenli dozlar halinde alınan arı sütü kandaki kolesterol seviyesini, esterlerin, fosfolipitlerin ve nötr yağların miktarını önemli düzeyde azaltmakta, yani vücuttaki yağ metabolizmasını da olumlu yönde etkilemektedir. Büyüme ve gelişmeye etkisi nedeniyle çocukların büyüme ve gelişmelerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmektedir.

Bugün birçok eczane ve ticari firma tarafından toz, macun, enjeksiyon ve kapsül gibi değişik şekillerde ve ambalajlarda arı sütü satılmakta ve piyasada arı sütüne olan talep her geçen gün artmaktadır. Birçok Avrupa ülkesinde kozmetik sektöründe kullanılmakta, değişik miktarlarda arı sütü içeren karışımlar hazırlanıp satılmakta; bal, polen, propolis, arı sütü ve arı zehiri gibi arı ürünlerinin değişik kompozisyonlarıyla çok sayıda farklı ilaç üretilmektedir. Hatta bazı ülkelerde son zamanlarda arı ürünlerine dayalı olarak apiterapi adıyla yeni bir tıp dalı gelişmiş bulunmaktadır.

Genel olarak çocuklar için 0.3-0.5 g/gün; yetişkinler için 1 g/gün (yaklaşık bir çay kaşığı) olacak şekilde ve en az 20 gün süre ile kullanılmasında yarar bulunmaktadır. Günlük doz saf olarak alınabildiği gibi, 10 katı süzme bala karıştırılarak da alınabilir. Ancak arı sütünün tüketim dozu, süresi ve şekli için en doğru yol apiterapi uzmanı doktorlara danışılmasıdır.

5. Bal Mumu

5.1. Bal Mumunun Yapısı, Bileşimi ve Özellikleri

Bal mumu, işçi arıların 12-18 günlük yaş dönemlerinde karın halkalarındaki mum salgı bezlerinden salgı-

lanan bir maddedir. *Apis* cinsinin diğer türleri ve diğer arılar tarafından da salgılanır. Arılar yavru yetiştirmek ve bal-polen depolamak için gerekli petekleri örmek üzere bal mumu üretirler.

Bal mumunun rengi, salgılandığı anda beyazdır. Fakat zamanla koyulaşarak sarıya ve kahverengine döner. Özgül ağırlığı $0.952-0.975 \text{ g/cm}^3$ ve erime sıcaklığı $62-65 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Fakat kovan içi sıcaklığın yükselerek $45 \text{ }^\circ\text{C}$ 'yi bulması halinde petekler yumuşayarak üzerindeki arıların ve balın ağırlığı ile deforme olup kopar.

Bal mumu suda erimez, soğuk alkolde çok az ve kloroform, eter ve yağlarda tamamen erir. Soğuk benzin ve karbon sülfürde kısmen erirken; $30 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye kadar ısıtılan bu sıvılarda tamamen erimektedir. Soğuk ortamlarda kırılğan ve gevrek bir hal alır. Yapısı yüzyıllarca değişmeden kalabilen ve gıda değeri bulunmayan bir maddedir. Özellikle soğuk havada belirli bir süre bekletilen bal mumlarının üzerini tozsuz bir madde kaplar. Arıcılar arasında küflenme olarak nitelendirilen bu durumun küflenme olmadığı bilinmekte, fakat nedeni bilinmemektedir. Oluşan tabakanın erime noktası normal bal mumundan daha düşüktür.

Bal mumunun bileşiminde esterler, yağ asitleri, yüksek alkoller ve az miktarda yüksek moleküllü hidrokarbonlar bulunur. Bal mumunun çeşitli özellikleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Bal Mumunun Özellikleri (Balcı, 1988).

Erime noktası	62-65 °C
Özgül ağırlığı	0.952-0.975
Kırılma indisi (75 °C)	1.4398-1.4457
Renk	beyaz, sarı, kahverengi
Koku	kendisine özgü, hafif
İzolatör sabitesi	3.1-3.3
Asit sayısı	16.6-20.7
Sabunlaşma sayısı	90-96
Ester sayısı	72-78
İyot sayısı	4-12
Asetil sayısı	15.1

5.2. Bal Mumu Sızdırma Yöntemleri

Bal mumunun uzun süre saklanması ve işlenebilmesi için içindeki yabancı maddelerden arındırılması gereklidir. Bu işleme sızdırma adı verilir. Sızdırmada solar sızdırma, kaynatarak basınç altında sızdırma ve santrifüj etme şeklinde değişik yöntemler kullanılmaktadır.

5.2.1. Solar Sızdırma

Solar sızdırma yönteminde mum eritme camekânı adı verilen üzeri cam kaplı bir sandık kullanılır. Sandık içerisine ince gözlü bir elek ile mumlar konur ve eleğin altına da bir kapla su yerleştirilir. Bu şekilde hazırlanan camekân sürekli olarak güneşte tutularak elek üzerindeki mumun ısınıp eriyerek alttaki su üzerine birikmesi ve katılaşp tabaka oluşturması, artık ve yabancı maddelerin ise elek üzerinde kalması sağlanır. Bu yöntem; çok ekonomik, işçilik istemeyen ve küçük arıcılık işletmelerinde kolaylıkla uygulanabilecek bir yöntemdir.

5.2.2. Kaynatarak Basınç Altında Sızdırma

Bu yöntemde, sızdırılacak mumlar yanmaması için yarı yarıya su ile karıştırılıp ateşte eritilir. Daha sonra erimiş mum ve su karışımı seyrek dokunmuş bir çuvala dökülerek üzerine baskı uygulanmak suretiyle temiz mumun çuvalın gözeneklerinden bir kazana akması, artıkların çuval içinde kalması sağlanır.

Avrupa'da ve ileri ülkelerdeki büyük kapasiteli mum işleme tesislerinde ise posalı kirli mumların temizlenmesinde hidrolik basınçlı pres makineleri kullanılmakta ve su ile karışık haldeki erimiş mum pres makinasının gözenek çapı 2-3 mm olan gözenekli torbasına aktarılarak basınç altına alınmaktadır.

Dışarı akan bal mumu ve su karışımının soğumasıyla temiz bal mumu su üzerinde bir tabaka halinde katılaşp kalıp halini alır. Bal mumuna direk ısı uygulanmamalı ve dolaylı olarak da olsa 90 °C'den fazla ısıtılmamalıdır. Aşırı ısı uygulanan bal mumunun doğal yapısı ve özellikleri

bozultur.

5.2.3. Santrifüj Yöntemi

Santrifüj yöntemin esası ise, posalı mumun sıcak hava veya buhar uygulanarak eritildikten sonra santrifüj edilmek suretiyle saf bal mumu ve artık maddeler şeklinde ayrılmasıdır. Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın mumun yapısını bozacak kaplar kullanılmamalı; nikel, paslanmaz çelik gibi kaplar tercih edilmelidir. Mum hiçbir zaman direk ateşe konulmayıp su ile karıştırılarak eritilmelidir.

5.3. Bal Mumu İşlenmesi

Temel petek olarak işlenecek bal mumu % 100 saf olmalı ve içerisine parafin, serezin, iç yağı, reçine, vazelin, stearin, mineral yağlar, vb herhangi bir yabancı madde karıştırılmamalı; bünyesinde naftalin ve diğer kimyasal kalıntılar bulunmamalıdır. Bal mumu bakteriyel ve fungal arı hastalıklarının çok önemli bir taşıyıcı vektörü olduğundan hastalık patojenleri ile bulaşık olmamalıdır.

Bal mumundan temel petek yapımında sıcak döküm sistemi ve pres rulo sistemi olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Sıcak döküm sisteminde 80-90 °C ısıtılan su yardımıyla eritilmiş bal mumu doğrudan petek yapım makinesinin silindirleri arasına akıtılır. Pres rulo sisteminde ise mum önce eritilip kumaş topu gibi birkaç mm kalınlıkta rulo haline getirilir. Bu rulolar 30-35 °C sıcaklıktaki su içerisinden geçirilerek yumuşatıldıktan sonra petek yapım makinesinin silindirleri arasına verilir.

Her iki sistemde de silindirden çıkan işçi arı gözü basılı petekler otomatik ayarlı bıçaklarla istenen boyutlarda kesilerek temel petek olarak piyasaya sunulur. Sıcak döküm sisteminde daha ince temel petek levhaları elde edildiğinden 42 x 22 cm boyutlarındaki yaklaşık 16 adet temel petek bir kg gelirken; pres rulo sisteminde ise aynı boyutlarda kesilmiş temel peteklerin yaklaşık 13 tanesi bir kg olmaktadır.

Çeşitli teknikler kullanılarak bal mumunun renginin açılması (ağartılması) sağlanabilir. Ağartmada güneşte ağartma, asitle muamele ve filtre etme gibi yöntemler kullanılır. Bal mumu 42 saat süreyle güneşte bırakılırsa rengi açılır. Asitle muamele yönteminde en fazla sülfürik asit (H_2SO_4) kullanılır. Temel peteklere hidrojen peroksit veya oksalik asit uygulayarak ağartma yapmak da mümkündür. Ancak asit uygulamalarında çok dikkatli olmak; asitleri solumamak ve ciltle temasını kesmek şarttır. Bal mumunun ağartılmasında diğer bir yöntem de mumun filtre edilmesidir. Filtrasyonla yabancı maddeler de bal mumundan temizlenmektedir.

5.4. Bal Mumunun Kullanımı

Saf bal mumunun esas kullanım alanı temel petek yapımıdır. Polenin bol geldiği dönemlerde kolonilere şeker şurubuyla yoğun bir yemleme programı uygulayarak arıları bal mumu üretimine teşvik etmek mümkündür. Petekli balların süzülmesinden sonra kalan örülmüş petek mumları, deforme olmuş petekler ve artık mumlar eritilip yabancı maddelerinden arındırıldıktan sonra tekrar arıcılıkta kullanılabilir.

Bal mumu, arıcılık dışında da çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Nitekim, bal mumu kozmetik sanayinde, tıbbın bazı dallarında, diş hekimliğinde, eczacılıkta, ilaç endüstrisinde, heykeltıraşlıkta, mobilyacılıkta, boya ve vernik yapımında, ayakkabıcılıkta, suya dayanıklı iplik üretiminde, su geçirmez çadır ve malzemelerin yapımında, ışık kaynağı olarak mum üretiminde, dekoratif eşya yapımında ve daha pek çok alanda geniş bir biçimde kullanılan çok değerli bir üründür.

6. Arı Zehiri (Apitoksin)

6.1. Arı Zehirinin Yapısı

Bal arılarında yumurtlama organı yapısal bir değişikliğe uğrayarak bir savunma organı olan iğneye dönüşmüş-

tür. Arılar, kendilerini böcekler, kuşlar, sürüngenler, memeliler ile diğer bazı hayvan türlerine ve insanlara karşı savunmak amacıyla zehir salgılamakta ve iğnelerini kullanmaktadırlar. Arı zehiri, sadece dişi bal arısı bireyleri olan ana arılar ile işçi arılarda abdomenin son kısmında yer alan iğne ile irtibatlı asit ve alkalın salgı bezlerinden savunma amacıyla salgılanmakta; zehir kesesinde depolanmakta ve iğneleme sırasında sokulan yere enjekte edilmektedir. *Apis cerana* arılarının zehiri *Apis mellifera* türü arılarından iki kat daha toksiktir.

Arı zehiri, açık renkte, suda çözünebilen, kendisine özgü kokusu ve aroması bulunan, keskin ve acı tada sahip, sıvı bir üründür. Asidik özellikte olup, pH'sı 4.0-5.5 arasındadır. Salgılandığında sıvı olduğu halde, hava ile temas ettiğinde, kısa sürede kuruyarak kristalize olmaktadır. Kuru ve saf arı zehiri sarımsı kahverengindedir.

Kuluçkadan yeni çıkmış arılar çok az arı zehirine sahiptir. Fakat bu miktar yaşla birlikte artarak en üst düzeye ulaşır. Arı zehirinin bileşimi bölgelere ve mevsimlere göre değişiklik göstermez. Fakat ana arılarla işçi arıların salgıladıkları zehirin bileşimi ve farmakolojik etkileri birbirinden farklıdır. Zehir bezlerinin protein içeriği kuluçkadan çıkıştan sonraki ilk hafta ana arıda % 90 ve işçi arılarda ise % 50 azalır. Genç ana arılarla yaşlı ana arıların zehiri de farklıdır. Genç ana arıların zehiri saydam, renksiz ve akışkan iken; bir yıl veya daha fazla damızlıkta kullanılmış yaşlı ana arıların çoğunda zehir koyu kahverenginden siyaha kadar değişen renkte ve hemen hemen katı bir maddedir.

6.2. Arı Zehiri Bileşimi ve Özellikleri

Arı zehirinin % 12'si kuru madde ve % 88'i ise sudan ibarettir. Bileşiminde peptidler (mellitin, apamin, adolapin ve mast hücresi degranüle edici peptid-MCD peptidi), aminler (histamin, epinefrin, prokamin, serotonin),

enzimler (fosfolipaz A1, A2 ve hyaluronidiaz), mineraller, bazı şekerler, amino asitler ve lipidler ile alarm feromonları bulunan karmaşık yapıda bir maddedir. Şeker miktarı % 2-6, yağ miktarı % 1-3, serbest amino asit miktarı % 1 ve kül miktarı ise % 3-4 düzeyindedir. Arı zehirinin bünyesinde P, Ca, Mg ve Cu mineralleri ile ona aromatik özellik kazandıran alarm feromonları bulunur.

Mast hücreleri; kemik iliği kökenli, içleri granüllerle dolu, kan damarları ve sinirlere yakın dokularda bulunan, vücutta aşırı duyarlılığın (ani hipersensitivite) gelişiminde önemli rolü olan ve alerjik reaksiyonlarda sayısı artan, immünolojik ve enflamasyon reaksiyonlarında da rol alan ve aktive olduklarında granül içeriklerini ya da histamin ve heparin medyatörlerini salgılayan ve vücuda yabancı madde girişine karşı savunma hattında görev alan ilk hücrelerdir.

Arı zehiri, tanımlanmış en az 50 bileşenden oluşmakta ve içeriğinde farmakolojik etkiye sahip 18'den fazla aktif bileşen bulunmaktadır. Arı zehirindeki en etkili bileşenler peptidler, enzimler ve aminlerdir. İçeriğindeki proteinler ve enzimler alerjik reaksiyonlara yol açmaktadır. Memeliler için arı zehirindeki esas ölümcül faktörler fosfolipaz A2 enzimi, mellitin ve apamin proteinleri ile histamin adlı amindir. Kuru arı zehirinde % 15-20 fosfolipaz A2, % 40-60 mellitin, % 2 apamin ve % 1 histamin bulunmaktadır.

Ana arının zehirinde MCD (mast cell degranulation) peptidi yoktur fakat histamin miktarı işçi arılarınkinden fazladır. Genç ana arıların zehiri yaşlı analarınkinden en az 15 kat daha öldürücüdür. Çünkü bir yaşına gelmiş ana arıların zehirinde çok az fosfolipaz A2, işçi arılarınkinin yarısı kadar mellitin ve diğer birkaç protein bulunur. İşçi arılarda ise kuluçkadan çıktıklarında zehir bezlerinde ve zehir keselerinde histamin bulunmaz. Histamin işçi arılar bir haftalık olunca arı zehirinde görülmeye başlar, 3-4 haftalık oluncaya kadar artarak maksimum düzeye ulaşır ve 6. haftada düşer.

Tablo 4. Arı Zehirinin Bileşimi (Dotimas ve Hider, 1987; Shipolini, 1984).

Yapılar	Bileşenler	Kuru Zehirde	
		a	b
Enzimler	Fosfataz A ₂	10-12	10-12
	Hyalüronidaz	1-3	1.5-2.0
	Fosfomonöstraz asit	-	1.0
	Lizofosfoipaz	-	1.0
	α -glukosidaz	-	0.6
Diğer Protein ve Peptitler	Melittin	50	40-50
	Apamin	1-3	3
	MCD	1-2	2
	Secapin	0.5-2.0	0.5
	Procamin	1-2	1.4
	Adolapin	-	1.0
	Proteaz inhibitör	-	0.8
	Tertiapin	0.1	0.1
	Küçük peptitler	13-15	-
Fizyolojik Aktif Aminler	Histamin	0.5-2.0	0.6-1.6
	Dopamin	0.2-1.0	1.13-1.0
	Noradrenalin	0.1-0.5	0.1-0.7
Aminoasitler	τ -aminobütirik asit	0.5	0.4
	α -aminoasitler	1	-
Şekerler	Glukoz+ Fruktoz	2	-
	Fosfolipitler	5	-
	Uçucu Bileşikler	4-8	-

Fosfolipaz A2 enzimi, arı zehirindeki en öldürücü bileşendir. Fakat arı zehirinin fosfolipaz A2 miktarı mellitinin üçte biri kadardır. Fosfolipaz A2, mellitin ile birlikte sinerjik etki gösterir ve histamini serbestleştir, kırmızı kan hücrelerinin parçalanmasına neden olur ve daha sonra da yayıcı bir madde olarak görev yapar. Arı zehirindeki fosfolipaz A2 düzeyi sürekli artarak zehir kesesindeki miktarı yaz aylarında 40 μ g'a çıkar ve bu düzey arının yaşamı boyunca korunur.

Mellitin, arı zehirinin kuru ağırlığının yarısını oluşturan başlıca proteindir. Hızla kan dolaşımına karışır, öldü-

rücü etkisi fosfolipaz A2'ye göre düşüktür. Ancak mellitin arı zehirinde miktarca dominant olduğundan ölümcül etkiyi sağlayan esas bileşendir. Mellitin, mast hücrelerinin degranülasyonunu sağlayan, histamini bu hücrelerden serbest bırakan, kırmızı kan hücrelerinin patlamasına ve ağrıya sebep olan bir peptiddir. Mellitin, bu etkisiyle fosfolipaz A2 enziminin parçalayıcı etkisine yardımcı olur. Apamin ve mast hücrelerinden histamin salgılayan MCD peptidleri ise, şişmeye katkıda bulunan peptidlerdir.

İşçi arılarda promellitin üretimi kuluçkadan çıktıktan sonraki 8-10. günlerde maksimum olacak şekilde artar ve sonra azalır. Mellitin artışı işçi arılar yaklaşık 4 haftalık oluncaya kadar devam ederek 500 µg'a çıkarken, 5-6 haftalık yaştaki arılarda 250 µg'a düşer.

Histamin, arı zehirinde % 1 düzeyinde bulunmakta ve bal arıları için memelilere olduğundan 50 kat daha fazla öldürücü etki ortaya koymaktadır. Kuluçkadan yeni çıkmış işçi arıların zehir bezlerinde ve zehir keselerinde histamin bulunmaz. Histamin işçi arılar bir haftalık olunca arı zehirinde görülmeye başlar, 3-4 haftalık oluncaya kadar artarak maksimum düzeye ulaşır ve 6. haftada düşer. Ana arı zehirindeki histamin miktarı işçi arılarınkinden daha fazladır. Histamin, arı zehirine duyarlı kişilerde bağışıklık sisteminin tepki göstermesine ve baş ağrısı, şişme, kaşıntı, kusma, görme bozukluğu ve kan damarlarının genişlemesi suretiyle ölüme yol açar.

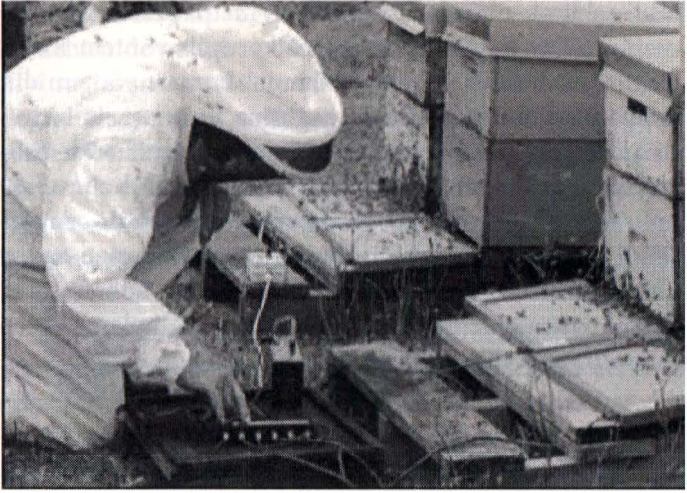
6.3. Arı Zehiri Üretimi

Geleneksel tıbbın egemen olduğu yer ve zamanlarda ilk zehir toplama yöntemleri, zehir bezinin cerrahi yolla çıkarılması veya iğnesini boşaltana kadar arının sıkılması şeklinde yapılmıştır. 1960'lardan günümüze ise şu anda standart yöntem olan elektroşok yöntem sürekli geliştirilmiş ve yaygınlaşmıştır.

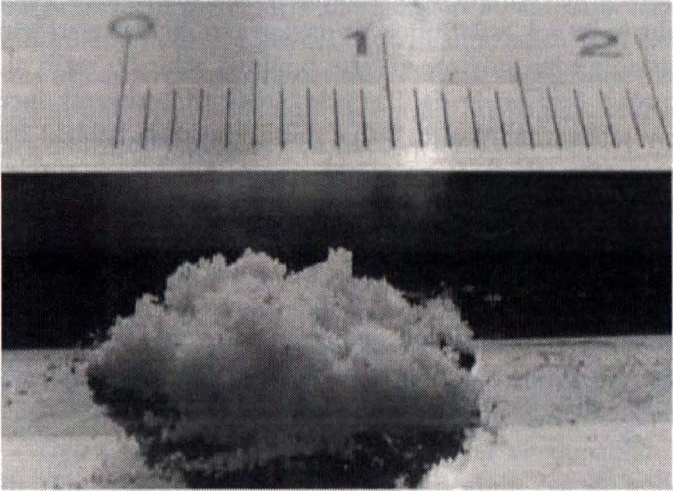
Arı zehirinin elde edilmesinde kullanılan en eski metod arıların sıkılması ile tek tek arılardan zehirin toplan-

ması şeklinde olmasına rağmen bu metot pek tercih edilmemektedir. Bugün geçerliliğini koruyan yöntem klasik elektroşok metoduyla arı zehirinin alınması yöntemidir. Bu yöntem sonraki yıllarda soğutma üniteleri ile birleştirilerek kombine yöntemler elde edilmiştir. Farklı kalitede zehir elde edilmesinin pek çok yöntemi bulunmaktadır. Çeşitli ayırıştırma ve toplama yöntemleri, sonuçta farklı kompozisyonadaki ürünlerin elde edilmesine neden olmaktadır. Çabuk buharlaşan bileşenlerin buharlaşarak yok olmasını önlemek için su altında zehir toplama ise en kuvvetli zehir elde etmenin yoludur.

Arı zehiri, kolonilere elektrik şoku verilerek üretilmektedir. Bu amaçla çeşitli zehir kollektörleri geliştirilmiştir. Örneğin; Cornell Zehir Kollektörü, içine tel döşenmiş ahşap bir çerçeveden ibarettir. Kollektöre temas eden arılar tellerden 12 woltluk düşük bir elektrik şoku alır ve bu şok arıları ince bir naylon zarı iğnelemeleri için stimüle eder. Böylece arıların bıraktığı zehir bu zarın altındaki cam bir levha üzerinde birikir ve kuruyarak ince bir tabaka halini alır. Daha sonra kurumuş haldeki bu ince zehir tabakası kazınarak alınır. Aldatılarak sürekli iğnelemeleri sağlanan arılar yaşamalarını sürdürürler. Fakat üretim yapılan kolonilerdeki arılar, yüksek miktarda alarm feromonu salgılamaları nedeniyle aşırı bir hırçınlık içerisindedir. Kollektör 5 dakika sonra alınarak başka bir koloniye verilebilir. Bu şekilde yaklaşık 20 koloniden 1-2 saat içerisinde 1 gr arı zehiri elde edilebileceği ifade edilmektedir.



Şekil 5. Arı Zehiri Üretimi



Şekil 6. Bir Seferde Cam Üzerine Toplanan Arı Zehiri

6.4. Arı Zehirinin Saklanması ve Kullanımı

Arı zehirinin tüm formları soğukta veya tercihen dondurularak, karanlıkta veya koyu cam şişelerde saklanmalıdır. Tüm üretici ve satıcılar bu koşullara uymalıdır. Arı

zehiri soğuğa ve sıcağa dayanıklıdır. Kuru arı zehiri, koyu renkli cam şişelerde ve rutubetten korunup buzdolabında ya da dondurarak birkaç yıl süreyle özelliklerini kaybetmeden saklanabilir.

Arı zehiri oldukça karmaşık bir kimyasal yapıya sahiptir. Genellikle saf ve kuru kristal halde pazarlanmaktadır. Sıvı, krem, tablet ve enjekte edilebilir şekilde de bulunabilir. Arı zehiri, içeriğindeki farmakolojik etkili birçok bileşen nedeniyle aynı zamanda doğal bir ilaç olarak görülmektedir. Arı zehrinin ilaç olarak kullanımı çok eskiye ve M.Ö. 2.000 yılına dayanmakta ve tedavi edici ve insanların aşırı duyarlılıklarının azaltılmasındaki etkisi yüzyıllardır araştırılmaktadır. Arı sokmasıyla vücuda verilen zehirin alerjen proteinler içerdiği bilinmekte ve bu nedenle tedavide daha düşük toksik etkiye sahip arı vücutu ekstraktı kullanılmaktadır.

Arı zehiri antiinflamatuvar ve analjezik etkiye sahip olup, tarihin çok eski dönemlerinden beri romatizmal ağrılara ve özellikle eklem romatizmasına iyi geldiği bilinmektedir. Arı zehrinin eklem romatizmasının tedavisinde kullanılması fikri arıcıların bu hastalığa nadiren yakalanmalarına dayanır. Saf olarak üretilen arı zehiri ABD’de eklem romatizmasını tedavi etmek ve arı zehrine duyarlılığı azaltmak için kullanılmaktadır.

Eklemlerdeki kıkırdak dokunun hasar görmesi sebebiyle daha çok ilerleyen yaşla birlikte ortaya çıkan eklem yangıları ve ağrılarına karşı haricen arı zehiri kremleri uygulanmakta ya da arı zehiri glukozamin (glucosamine) ile kombine edilerek eklemlerdeki hasar gören kıkırdak dokunun onarımını ve ağrıyı gidermek amacıyla kullanılmaktadır. Arı zehiri cildi sıkılaştırıp canlandırmak, leke ve benekleri azaltmak için de yararlıdır.

Halk arasında MS (**multiple skleroz**) olarak bilinen kas hastalıklarına, iltihaplı eklem romatizmasına, damar tıkanmalarına, kalp hastalıklarına, astım, migren, sinüzit, kronik yorgunluk, bazı kanser türlerine iyi geldiği, bağı

şıklık sistemini güçlendirdiği, bakterilere karşı güçlü bir antibiyotik etkisi gösterdiği, tansiyonu ve kolesterolü düşürdüğü bildirilmektedir.

Günümüzde farmasötik preparat olarak 24 ürünün arı zehiri içerdiği ifade edilmekte ve bu ürünler reçeteli veya reçetesiz temin edilebilmektedirler. Avrupa'daki eczanelerde homeopatik kategoride düzinelerce bal arısı zehiri içeren preparat bulunmaktadır. Bu kategoride yer alan yılan ve arı zehirinin kombine preparatları, kanserli olgularda alternatif ajanlar olarak kullanılmaktadır. Arı zehiri, tedavi amaçlı olarak haricen uygulanabileceği gibi intramüsküler ya da intralezyonel olarak da enjekte edilebilmektedir. Haricen uygulamalar için bir diğer alternatif, lezyonlu bölgenin üzerindeki cilt yüzeyine sürülen arı zehiri içerikli merhem ya da solüsyonun elektrik akımı veya ultrasonik akım yardımı ile emiliminin artırılması yöntemidir. Bu yöntem bilhassa Çin tıbbında, bronşiyal astım ve artrit olgularının tedavisinde başarıyla kullanılmaktadır.

Arı zehiri, çeşitli ülkelerdeki apiterapi merkezlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde ise hak ettiği ilgiyi görmemekte ve istatistiklere girecek düzeyde bir üretimi yapılmamaktadır. Oysa arı zehiri, dünya piyasasında bir gramı 150-200 dolar fiyatla pazarlanmaktadır. Tedavi amacıyla kullanılan diğer bütün ilaçlar gibi, arı zehirinin de birtakım yan etkilere sahip olması kaçınılmazdır. Bu nedenle arı zehri kullanmadan önce mutlaka alerji testi yaptırılmalı ve tedavi uzman doktor gözetim ve denetiminde olmalıdır.

7. Arıcılıktan Sağlanan Diğer Ürünler

Ülkemizde arıcılık denince esas olarak bal üretimine dayalı bir uğraşı akla gelmektedir. Bal mumu üretimi ise arıcılık yapmanın gereği olarak daha çok kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Oysa ileri ülkelerde arıcılık, bitkisel üretimde polinasyonu sağlamak ve bizzat koloniye dayalı bal, bal mumu, propolis, polen, arı ekmeği, arı sütü, arı

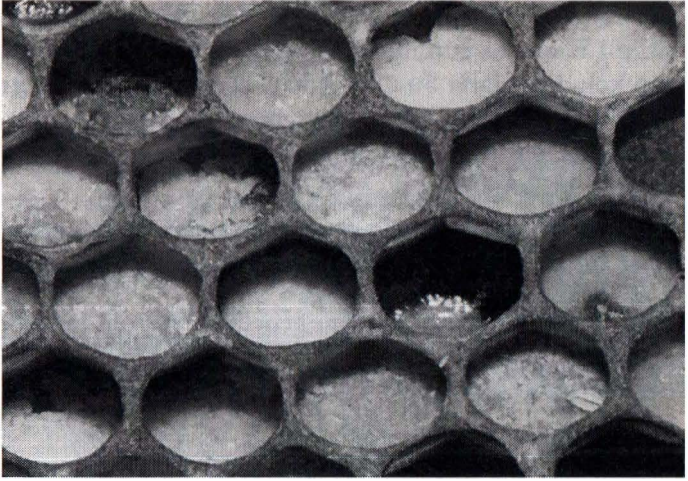
zehiri, apılarnil, apiair, ana arı, oğul ve paket arı gibi çeşitli ürünlerin üretimini kapsayan geniş kapsamlı bir tarım koludur. Hatta bu ülkelerde elde edilen her bir ürün çeşidine bağlı olarak üretim, işleme, pazarlama ve kullanım aşamalarını içine alan ulusal endüstriler ve sektörler oluşturulmuştur.

7.1. Arı Ekmeği (Perga)

Arılar, kovana yoğun polen taşıdıkları mevsimlerde polenin ihtiyaç fazlası kısmını genellikle yavrulu sahanın kenar kısımlarına ve kovandaki kenar peteklere boşaltıp depolamakta ve polen kıtlığı çekilen dönemlerdeki protein ihtiyaçları için bu depolanmış poleni kullanmaktadırlar.

Tarlacı arıların petek gözlerine boşalttıkları polen pelletleri başka genç işçi arılarca parçalanıp dağıtılarak harman edilir. Arılar, tükürük salgısı ile nemlendirerek içerisine fruktoz, glukoz ve sukroz gibi şekerlerle bazı polisakkaritler, bol miktarda glukoz oksidaz enzimi olmak üzere bazı enzimler, bazı bakteriler ve özellikle *Lactobacillus* türü olan laktik asit bakterisi ilave ettikleri poleni göz içerisinde başlarıyla sıkıştırır ve hava almayacak şekilde bastırıp üzerini ince bir bal tabakasıyla kapatarak korurlar.

Ventrikülsten sağlanan anaerobik laktik asit bakterileri depolanmış polende çoğalarak laktoz ve diğer şekerlerden laktik asit üretirler ve polen laktik asit ile fermentasyona uğrar. Böylece depolanan polen yaklaşık iki hafta içerisinde bakteri faaliyeti ile olgunlaşarak fermente bir ürüne dönüşür, sindirilebilirliği ve besin değeri artar ve sıcak kovan ortamında mikroorganizmalar tarafından bozulması önlenir. Arı ekmeği aynı zamanda hem antioksidan hem de anti bakteriyel özelliğe sahip değerli bir arı ürünüdür. İşte çiçek tozunun arılarca işlenerek petek gözlerine depolanmış bu haline arı ekmeği adı verilir (Şekil 7.)



Şekil 7. Petek gözlerinde arı ekmeği.

Arılarca bünyesine eklenen nektar ve bal ile vücut orijinli bazı enzimler ve sindirim bakterileri nedeniyle besin madde içeriği arttığından arı ekmeğinin besleme değeri taze polene, kurutularak ya da dondurularak depolanmış polene göre daha yüksektir. Arı ekmeği, polenden 6 kat daha fazla laktik asit içeren, üç kat daha besleyici özellikte doğal bir probiyotiktir. Arı ekmeği, larvaların daha iyi beslenerek hızla gelişmelerini sağlamakta, arı yavrularını hastalıklardan korumakta ve arıların yaşam süresini artırmaktadır.

Arı ekmeğinin polen üretiminde olduğu gibi kovana tuzak takılarak üretimi mümkün değildir. Arı ekmeği, petek gözlerine depolanmış ve gözlere yapışmış olduğundan her bir gözden ayrı ayrı alınmak zorundadır. Bu nedenle üretimi oldukça zor ve zaman alıcıdır (Şekil 8).



Şekil 8. Petek Gözlerinden Hasat Edilmiş Arı Ekmeği.

Arı ekmeği, arılar için olduğu gibi insanların beslenmesi bakımından da oldukça değerli ve güçlü bir üründür. İnsanlar için esansiyel olan amino asitlerinin tümünü içermektedir. Sindirilebilirliği ve proteinlerinin biyolojik değeri polene göre daha yüksektir. Bünyesindeki doğal laktik asit bakterileri ve bifidobakteriler nedeniyle doğal bir probiyotik niteliğindedir. Sindirim bakterilerinin faaliyeti sonucu polenin vitamin içeriği artar ve bu bakteriler aynı zamanda arılar için bazı enzimlerin de kaynağıdır.

Bu nedenle arı ekmeği, hücre yenileyici, yaşlanmayı geciktirici, özellikle sporcularda kas gücünü ve erkeklerde cinsel aktiviteyi artırıcı olarak oldukça önemlidir. Sindirim bozukluklarını ve bağırsakların çalışmasını düzenler. Antiseptik ve mikrop öldürücü özelliğe sahiptir. Vücudu anemi, pnömoni ve bakteriyel enfeksiyonlara karşı korumada etkilidir. Ancak kullanmadan önce doktora danışılması, alerji testi yaptırılması ve doktor önerisiyle kullanılması son derece önemli ve yararlıdır.

7.2. Apilarnil

Erkek arı larvaları pupa dönemine geçmeden yaklaşık

3-7 günlük larva iken Apilarnil üretimi yapılır. Krem rengi ve viskoz bir yapıda ki larvalar bu dönemde karakteristik olarak yumurta kokusu taşımaktadır. Yüksek biyolojik aktiviteye sahip olan apilarnil arı larvası bütün esansiyel aminoasitleri içermesinden dolayı tam gıda olarak değerlendirilmektedir.

Apilarnil, erkek arı larvaları kullanılarak elde edilen, süte benzer, sarımsı gri renkte, homojen ve acımtırak tada sahip bir üründür. Taze olarak çabuk bozulduğundan -18°C 'de dondurularak ya da liyofilize edilerek nemi uçurulup koru toz formunda saklanmalıdır. Apilarnil çeşitli amino asitleri, karbohidratları, yağları, mineralleri, vitaminleri, fenolik bileşikler içeren; antibakteriyel ve antioksidan etkiye sahip değerli bir üründür. Apilarnilin kalitesi; önemli seviyede üretim, temizlik, saklama, depolama ve pazarlama şartlarının etkisi altındadır. Bünyesindeki androjenik etkili hormonlar sebebiyle cinsel aktiviteyi artırıcı olarak da ilgi görmektedir ve tercih edilmektedir. Apilarnil gıda maksadıyla tüketilmesi ve bazı hastalıkların tıbbi tedavisinde kullanılabileceğinin kanıtlanması arı ürünlerinin farklı tıbbi amaçlarla kullanılmasının (**apiterapi**) yaygınlaşacağı ön görülen bir arı ürünüdür.

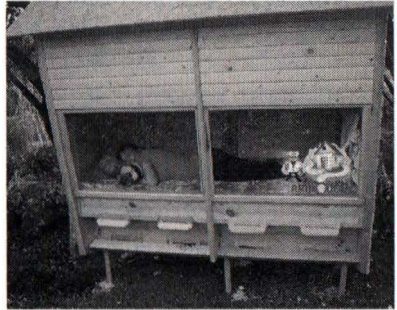


Şekil 9. Apilarnil Üretimi

7.3. Kovan Havası (Apiair)

Son yıllarda bazı ülkelerde kovan havası da insanlardaki astım, çeşitli alerjik bulgularının giderilmesi, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) ve amfizem gibi hastalıkların tedavisi ile bağışıklık sisteminin desteklenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu amaçla özel bir solunum aparatı kullanılarak insanların belirli bir periyot ve süreyle kovan havasını soluması sağlanmaktadır. Buna benzer alternatif tedavi uygulamaları ülkemizde de geliştirilmelidir. Fakat tedavinin bu hususta eğitilmiş uzman kişilerce yapılması son derece önemlidir.

Türkiye’de son yıllarda polen, propolis, arı sütü ve arı zehiri üretimine dönük bazı çabaların sergilendiği memnuniyetle izlenmektedir. Arı ve arıcılık ürünleriyle ilgili mevcut standartların gözden geçirilmesi, yeni standartların geliştirilmesi ve bu ürünlerin üretim, işleme, depolama, pazarlama ve kullanım yöntemleri konusundaki eğitim çalışmalarına ağırlık verilmesi şarttır.



Şekil 10. Kovan Havası (Apiair) tedavisi

8. Apiterapi

Apiterapi, arı ürünlerinin tek başına veya çeşitli şekillerde birbirleriyle kombine edilerek tüketilmesi ya da ilaç endüstrisinde bazı ilaçların bileşeni olarak yer verilmesi suretiyle insan sağlığını korumak veya tedavi etmek amacıyla kullanılmasını içeren uygulama ve yöntemlerdir. Arı ürünlerinin insan sağlığı bakımından önemi ve apiterapi amacıyla kullanımı çok eskiden beri bilinmektedir. Fakat

özellikle son yüzyılda başta ABD, Kanada, Brezilya, Çin, Japonya, Güney Kore, Rusya ve Türk Cumhuriyetleri olmak üzere Romanya, Bulgaristan, Slovakya, Çekya, Macaristan, Polonya, Avusturya, Almanya, İsviçre ve Fransa gibi ülkelerde apiterapi alternatif tıp veya tamamlayıcı tıp olarak kabul edilmiş ve özel apiterapi merkezleri kurulmaya başlamıştır.

Bal, polen, propolis, arı sütü, arı ekmeği ve apilarnil esas olarak içerdikleri karbonhidratlar, çeşitli asitler, amino asitleri, mineral maddeler, enzimler ve vitaminler, bazı renk, tat ve aroma maddeleri ile sadece birer gıda olmayıp; aynı zamanda antimikrobiyal, antioksidan ve antikanserojen etkiye sahip çeşitli bileşenleri de barındırmaktadırlar. Arı ürünlerinin bu farmakolojik özellikleri çoğunlukla bünyelerindeki flavonoidler ve fenolik asitlerden oluşan fenolik biyoaktif maddelerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle arı ürünleri sadece gıda olarak değil, tedaviye yardımcı ve destekleyici olarak da önem kazanmaktadırlar.

Arı ürünleri vücudun besin madde ihtiyaçlarını karşılama, metabolizmayı düzenleme, hücre yenileme, büyüme ve gelişmeyi destekleme, bağışıklık sistemini güçlendirme ve çeşitli kronik hastalıkları tedavi etme işlevleri mevcuttur. Ancak arı ürünlerini bir ilaç olarak tanımlamak ve önermek doğru olmadığı gibi; çeşitli sağlık sorunları ve hastalıklar üzerine olan farmakolojik etkileri de asla göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle ülkemizin tescilli bal üretiminde yakalamış olduğu başarıyı bal mumu, polen, arı sütü, arı zehiri, arı ekmeği (**perga**), kovan havası (**Apiair**) ve apilarnil, gibi apiterapide kullanılan diğer arıcılık ürünlerinde de yakalama potansiyeli vardır. Ülkede bu ürünlerin etkili bir şekilde üretilmesi bir yandan arıcılıkla uğraşan kesimin gelirlerini önemli miktarda artırırken, diğer yandan da genç işsizlerin bu mesleğe ilgi duymaları ve yeni bir meslek edinmeleri konusunda teşvik edici olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdela, N., & Jilo, K. (2016). Bee venom and its therapeutic values: a review. *Adv Life Sci Technol*, 44, 18-22.
- Abouda, Z., Zerdani, I., Kalalou, I., Faid, M., & Ahami, M. T. (2011). The antibacterial activity of Moroccan bee bread and bee-pollen (fresh and dried) against pathogenic bacteria. *Research Journal of Microbiology*, 6(4), 376-384.
- Al-Khalifa, A.S., Al-Arif, I.A., 1999. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Saudi honeys. *Food Chemistry* 67,21-25.
- Altan, Ö., Yücel, B., Açıkgöz, Z., Şeremet, Ç., Kösoğlu, M., Turgan, N., & Özgönül, A. M. (2013). Apilarnil reduces fear and advances sexual development in male broilers but has no effect on growth. *British poultry science*, 54(3), 355-361.
- Altıntaş, L., & Bektaş, N. (2019). Apiterapi: 1. Arı Zehri. *Uludağ Bee Journal*, 19(1),82-95.
- Anonim, 1990. Bal Standartı TS 3036.Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- Anonim, 2000. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği. Resmi Gazete 22 Ekim 2000, 24208, 49-52
- Anonim, 2001. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ. Resmi Gazete 29 Aralık 2001, 24625
- Aydın, L., Doğanay, A., Oruç, H. H., Yeşilbağ, K., Bakırcı, S., & Girişkin, O. (2017). Bal Arısı Yetiştiriciliği Ürünleri Hastalıkları. Dora Basım Yayın Dağıtım, s470.
- Balcı, F., (1988). Arıcılık (İkinci Baskı). TOKB, Teş. ve Des. Gn. Md., Yayın Dai. Bşk., Mesleki Yayınlar, Yayın No: 10. Ankara, 206s.
- Basim, E., Basim, H., & Özcan, M. (2006). Antibacterial activities of Turkish pollen and propolis extracts aga-

- inst plant bacterial pathogens. *Journal of food engineering*, 77(4), 992-996.
- Başdoğan, G., Sağdıç, O., Daştan, T., Sezer, A. C. A. R., & Gamze, D. Ü. Z. (2019). Farklı Bölgelerden Toplanan Arı Polenlerinin Fizikokimyasal Özellikleri ve Şeker Profillerinin Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (15), 627-631.
- Bogdanov, S., Martin, P., & Lullmann, C. (2002). Harmonised methods of the international honey commission. *Swiss Bee Research Centre, FAM, Liebefeld*.
- Burdock, G.A., 1988, Review of the biological properties and toxicity of bee propolis. *Food. Chem. Toxicol.*, 36:347-363.
- Cale, SR. G. H., Banker, R. And Powers, J., 1984, Management for Honey Production. *The Hive and Honey Bee* Dadant and Sons, Hamilton IL. USA, Chapter XII, p355-412.
- Cengiz, M. M., Tosun, M., & Topal, M. (2018). Determination of the physicochemical properties and $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ isotope ratios of some honeys from the northeast Anatolia region of Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 69, 39-44.
- Codex Stan. (1981). *Codex Standard for Honey*. Rev.1 (1987), Rev. 2 (2001). Retrieved from. *Codex Alimentarius Commission*. http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B12-1981%252FCXS_012e.pdf.
- Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey *Official Journal of the European Communities*, L 10/47-L10/51
- Crane, E., 1979, *A Comprehensive Survey Honey*. Printed and Bound in Great Britain By Morrison and Gibb Ltd., London and Edinburg, 608p.

- Çelik, K., & Aşgun, H. F. (2020). Arılarla gelen sağlık “apiterapi”. *Tudás Alapítvány*, s103.
- Dotimas, E. M., & Hider, R. C. (1987). Honeybee venom. *Bee world*, 68(2), 51-70.
- Erdoğan, Y., & Dodoloğlu, A. (2005). Bal arılarında (*Apis mellifera* L.) polen toplama faaliyetlerinin koloni gelişimi ve bal verimi üzerine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(1), 33-37.
- Gavin, D., 1983, *Honey By The Ton*. Printed and Bound in Great Britain By Richard Clay Ltd., Bungay, Suffolk, 198p.
- Genç, F., Dodoloğlu A. (2017). Arıcılığın Temel Esasları Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yayın No:341, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ofset Tesisi, Erzurum, s 467
- Güler, A. (2017). Bal arısı (*Apis mellifera* L.) yetiştiriciliği hastalıkları ve ürünleri. *Bereket akademi yayınları*, s 419.
- Huang, Z. (2012). Pollen nutrition affects honey bee stress resistance. *Terrestrial Arthropod Reviews*, 5(2), 175-189.
- Isidorov, V. A., Czyżewska, U., Isidorova, A. G., & Bakier, S. (2009). Gas chromatographic and mass spectrometric characterization of the organic acids extracted from some preparations containing lyophilized royal jelly. *Journal of Chromatography B*, 877(29), 3776-3780.
- Karlıdağ, S. K., & Genç, F., (2007). Farklı Balarısı (*Apis Mellifera*) Irk ve Yöntemleri İle Üretilen Propolis Örneklerinin Reçine Miktarları. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 7(2), 52-58.
- Karlıdağ, S., & Keskin, M. (2020). Arı Ürünlerine Genel Bir Bakış. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 58-63.
- Łozowicka, B., Kaczyński, P., & Iwaniuk, P. (2021). Analysis of 22 free amino acids in honey from Eas-

- tern Europe and Central Asia using LC-MS/MS technique without derivatization step. *Journal of Food Composition and Analysis*, 98, 103837.
- Maden, S., Tutkun, E., Tutkun, M. (2020). Propolis Bal Arısı İle Gelen Sağlık. Önder Matbaacılık Ltd. Şti. İzmir Cad. 34/2-3 Kızılay Ankara, 248s.
- Marcucci, M.C. (1995). Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. *Apidologie*, 26:83-99.
- Mateescu, C. (2008). Apiterapia sau cum să folosim produsele stupului pentru sănătate. *Fiat Lux*.
- Mateescu C. (2011). Apiterapia sau Cum Sa Folosim Produsele
- Nagai, T., Nagashima, T., Suzuki, N., & Inoue, R. (2005). Antioxidant activity and angiotensin I-converting enzyme inhibition by enzymatic hydrolysates from bee bread. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 60(1-2), 133-138.
- Nagai, T., Sakai, M., Inoue, R., Inoue, H., & Suzuki, N. (2001). Antioxidative activities of some commercially honeys, royal jelly, and propolis. *Food chemistry*, 75(2), 237-240.
- Ötleş, S. (1995). Bal ve Bal Teknolojisi. Alaşehir Mes. Yük. Okulu Yayınları, No: 2, İzmir, 89s.
- Özök, A., Keskin, N. (2001). Apiterapide kullanılan önemli arı ürünlerinden bal, polen ve propolis. *Teknik Arıcılık*, 72:4-10.
- Pak, S. C. (2017). Chemical composition of bee venom. In *Bee Products-Chemical and Biological Properties* (pp. 279-285). Springer, Cham.
- Pasupuleti, V. R., Sammugam, L., Ramesh, N., & Gan, S. H. (2017). Honey, propolis, and royal jelly: a comprehensive review of their biological actions and health benefits. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2017, 1-21.

- Přidal, A., & Vorlova, L. (2002). Honey and its physical parameters. *Czech Journal of Animal Science*, 47(10), 439-444.
- Salatino, A., Pereira, L. R. L., & Salatino, M. L. F. (2019). The emerging market of propolis of stingless bees in tropical countries. *MOJ Food Processing and Technology*, 7, 27-29.
- Samancı, T., & Kekeçoğlu, M. (2019). Comparison of Commercial and Anatolian Bee Venom In Terms Of Chemical Composition. *Uludag Bee Journal*, 19(1), 61-68.
- Sawczuk, R., Karpinska, J., & Milyk, W. (2019). What do we need to know about drone brood homogenate and what is known. *Journal of Ethnopharmacology*, 245, 111581.
- Schmidt, J. O., & Buchmann, S. L. (1993). Other Products of the Hive. *The Hive and Honey Bee*, Dadant and Sons, Hamilton, IL, USA, Chapter 22, p927-988.
- Shipolini, R. A. (1984). Biochemistry of bee venom. *Handbook of natural toxins*.
- Silici, S. (2019). Honeybee Products and Apitherapy. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(9), 1249-1262.
- Sorkun, K. (1986). Polen, *Teknik Arıcılık*, 5: 23-26.
- Sorkun, K. (2008). Türkiye'nin Nektarlı Bitkileri, Polenleri ve Balları. *Yazıt Yayın- Dağıtım, Sağlık sok., 17/30, Sıhhiye-Ankara*, 341 s.
- Stanley, R. G., & Linskens, H. F. (2012). Pollen: biology biochemistry management. *Springer Science & Business Media*, p308.
- Subramanian, R., Umesh Hebbar, H., & Rastogi, N. K. (2007). Processing of honey: A review. *International Journal of Food Properties*, 10(1), 127-143.
- Şahinler, N., Gül, A. (2005). Effect of heating and storage on honey hydroxymethylfurfural and diastase acti-

- vity. J. of Food Technology, 3(2):152-157.
- Topal, E., Strant, M., Yücel, B., Kösoğlu, M., Margaoan, R., & Dayıoğlu, M. (2018). Ana ve Erkek Arı Larvalarının Biyokimyasal Özellikleri ve Apiterapötik Kullanımı. Hayvansal Üretim, 59(2), 77-82.
- Topal, E., Strant, M., Yücel, B., Kösoğlu, M., Margaoan, R., & Dayıoğlu, M. (2018). Ana ve Erkek Arı Larvalarının Biyokimyasal Özellikleri ve Apiterapötik Kullanımı. Hayvansal Üretim, 59(2), 77-82.
- White, JR, J. W. (1993). Honey. The Hive and Honey Bee, Dadant and Sons, Hamilton, IL. p869-925.
- Witherel, P. C. (1984). Other Products of The Hive. The Hive and Honey Bee, Dadant and Sons, Hamilton, IL. p531-558.
- Xue, X., Wu, L., & Wang, K. (2017). Chemical composition of royal jelly. In Bee products-chemical and biological properties (pp. 181-190). Springer, Cham. 2017, p181-190.
- Yates, I. E., Sparks, D., Connor, K., & Towill, L. (1991). Reducing pollen moisture simplifies long-term storage of pecan pollen. Journal of the American Society for Horticultural Science, 116(3), 430-434.
- Yücel, B., Açıkgöz, Z., Bayraktar, H., Seremet, C. (2011). The Effects of Apilarnil (Drone Bee Larvae) Administration on Growth Performance and Secondary Sex Characteristics of Male Broilers. J.of Anim. And Vet. Advances, 10(17):2263-2266.
- Zolfagharian, H., Mohajeri, M., Babaie, M. (2015). Honey Bee Venom (*Apis mellifera*) Contains Aticoagulation Factors and Increases the Bloodclotting Time. Journal of Pharmacopuncture, 18(4):7-11.
- Zuluaga, C. M., Serratob, J. C., & Quicazana, M. C. (2015). Chemical, nutritional and bioactive characterization of Colombian bee-bread. Chemical Engineering, 43, 175-180.

BAL ARISI (*Apis mellifera* L.) KOLONİLERİNDEN ÜRETİLEN ARI ÜRÜNLERİ

Arıcılık, ancak uygun iklim ve bitki örtüsünün bulunduğu doğal koşullarda başarıyla yapılabilir. Çünkü arılar besin madde ihtiyaçlarını doğadaki bitkilerden kendileri sağlarlar. Türkiye'nin önemli bir arıcılık ülkesi olmasını sağlayan en etkili faktör sahip olduğu floral zenginliktir. Üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde rakım batıdan doğuya ve sahillerden iç kesimlere doğru gidildikçe artmakta ve çayır-mera ve yaylalar, derin vadiler, geniş düzlükler ve ovalar birbirini izleyerek engebeli bir topografik yapı oluşturmaktadır. Bu durum Türkiye'yi floral çeşitlilik bakımından dünyanın en önemli merkezlerinden birisi kılmaktadır. Türkiye'de ise arıcılık öteden beri daha çok bal üretimi için yapılmaktadır. Fakat son yıllarda arı sütü ve polen üretimi de artarak gelişmekte ve hatta propolis ve arı zehiri üretiminde ciddi çabalar gözlenmektedir. Türkiye, dünyada propolis üretimine en yakın Kafkas ve Anadolu arı ırklarına sahiptir ve aynı zamanda diğer arı ve arıcılık ürünlerinin üretimi için uygun bir ülkedir.

Bal, polen, propolis, arı sütü, arı ekmeği ve apilarnil esas olarak içerdikleri karbonhidratlar, çeşitli asitler, amino asitleri, mineral maddeler, enzimler ve vitaminler, bazı renk, tat ve aroma maddeleri ile sadece birer gıda olmayıp; aynı zamanda antimikrobiyal, antioksidan ve antikanserojen etkiye sahip çeşitli bileşenleri de barındırmaktadırlar. Arı ürünlerinin bu farmakolojik özellikleri çoğunlukla bünyelerindeki flavonoidler ve fenolik asitlerden oluşan fenolik biyoaktif maddelerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle arı ürünleri sadece gıda olarak değil, tedaviye yardımcı ve destekleyici olarak da önem kazanmaktadırlar.

Bu eserde Türkiye arıcılığının gelişmesi için son derece önemli olduğunu düşündüğümüz, bal, polen, propolis, arı sütü, balmumu, arı zehiri gibi ürünlerin üretimi, işlenmesi ve muhafaza metotları etrafı bir şekilde incelenmiştir.



gece
kitaplığı

www.gecekitapligi.com



/gecekitapligi



/gecekitap



/gecekitapligi



9 786258 449471