

POLEN BİLEŞENLERİNİN KALİTE STANDARTLARI AÇISINDAN İNCELENMESİ

Yahya Yasin YILMAZ^{1*}

ÖZET

Bal arıları tarafından çeşitli bitkilerden toplanan polenler gıda olarak kabul edilir ve birçok Avrupa, Asya, Kuzey ve Güney Amerika ülkelerince ulusal polen standartları oluşturulmuştur. Polen standartlarının oluşturulabilmesi için öncelikle polen bileşiminin ortaya konması ve bu bileşimlerin hangi analitik yöntemler ile analiz edileceğinin belirlenmesi gerekmektedir. İşte, bu çalışmanın amacı, özellikle ticari değeri olan polenlerin bileşim karakterini ve yüksek kaliteli arı poleninin analizinde kullanılan analitik yöntemleri bir arada incelemektir. Farklı ülkelerde üretilen polen içeriklerinin analiz sonuçlarına ve gerçekleştirilen araştırmaların sonuçlarına dayanarak, polenlerin kalite kriterlerinin belirlenmesi, arıcılık faaliyetlerinin yürütüldüğü açık alanlar ve olası kirleticilerle olan teması nedeniyle bu kriterlerin standart koşullar altında tutulması halk sağlığının korunmasını sağlamada birincil derecede önlem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Polen Bileşenleri, Polen Kalite Standartları, Arı Polen

INVESTIGATION OF POLEN COMPONENTS IN TERMS OF QUALITY STANDARDS

ABSTRACT

Pollen collected from various plants by honey bees is considered food, and national pollen standards have been established by many European, Asian, North and South American countries. In order to establish pollen standards, first of all, it is necessary to determine the composition of the pollen and to determine which analytical methods will be used to analyze these compositions. Here, the aim of this study is to examine together the compositional character of pollen with commercial value and the analytical methods used in the analysis of high quality bee pollen. Based on the results of the analysis of the pollen contents produced in different countries and the results of the researches, determining the quality criteria of the pollen, keeping these criteria under standard conditions due to its contact with the open areas and possible pollutants where beekeeping activities are carried out primary measure in ensuring the protection of public health.

Keywords: Pollen Components, Pollen Quality Standards, Bee Pollen

¹ Bayburt Üniversitesi, Demirözü MYO, Veterinerlik Bölümü Bayburt/TÜRKİYE, Orcid ID: [0000-0002-1015-7197](https://orcid.org/0000-0002-1015-7197)

*Sorumlu yazar: yahyayilmaz[at]bayburt.edu.tr

1. GİRİŞ

Polen; çiçek tozu olarak bilinen aynı zamanda çiçeklerin erkek organları tarafından üretilip dişi organların döllenebilmesini sağlayan, bitkilerin erkek cinsiyet hücresi olan gametofitidir. Ticari olarak satılan polen, esas olarak bal arısı *Apis mellifera* tarafından gelişiminin erken aşamalarında larvalarını beslemek amacıyla toplanan polendir. Toplanan çiçek polenleri, bal arısının arka ayaklarındaki polen sepetlerinde (korbikül) peletler halinde birikir ve kovana taşınır. Arı poleni ise bu peletleri içeren bir karışımdır (Krell, 1996; Maria vd., 2008). Arılar çiçekleri ziyaret ederken çiçeklerin anterlerine dokunur ve tekaları patlatır, tekalar patlayınca havaya saçılan polen tozları vücutlarını kaplayan kıllarına yapışır orta bacaklarındaki tarakları kullanıp karın altında biriktirir ve buradan arka bacaklarındaki polen sepetciğine yerleştirirler. Arılar, polenin birbirine ve sepet tüylerine yapışmalarını sağlamak için balı ve mandibular salgılarını kullanırlar (Hodges, 1952). Bu salgılar amilaz, katalaz gibi farklı enzimler içerir. Arılar tarafından taşınan birim polen yükü içerisinde %10 oranında nektar vardır.

Bal, arı kolonisinin enerji ihtiyacını, polen ise protein, mineral, yağ ve diğer besin maddesi ihtiyaçlarını karşılar (Villanueva vd., 2002; Bastos vd., 2004; Almeida-Muradian vd., 2005; Human ve Nicolson, 2006; Erdoğan ve Dodoloğlu, 2005; Erdoğan ve Cengiz, 2020). Bu bileşiklerin varlığı, polenin bir insan gıdası olarak kabul edilmesine neden olmaktadır. Bal arıları tarafından toplanan polen (arı poleni), çok çeşitli besleyici ve terapötik özelliklere sahip sağlıklı bir gıda olarak tanıtılmaktadır (Kosmider vd., 1983; Wójcicki vd., 1983; Lin vd., 1990; Iannuzzi, 1993; Wang vd., 1993; Dudov ve Starodub, 1994; Liebelt vd., 1994 Yasumoto vd., 1995; Yamaguchi vd., 2006; Bevzo ve Grygor'eva, 1997; Linskens ve Jorde, 1997; Haro vd., 2000; Cocan vd., 2005; Hamamoto vd., 2006;). Polenin içerdiği mono sakkaritler, esansiyel amino asitler, doymamış ve doymuş yağ asitleri, Zn, Cu, Fe ile yüksek K/Na oranı onun insan beslenmesi için önemli kılar (Serra-Bonvehi ve Escola-Jorda, 1997; Almeida-Muradian vd., 2005; Villanueva vd., 2002; Bastos vd., 2004; Erdoğan ve Dodoloğlu 2011).

Mevcut çalışmanın amacı, yüksek kalitede polen üretmek için gerekli olan farklı faktörleri, polen bileşimini ve kullanılan analitik yöntemleri gözden geçirmektir. Farklı ülkelerin deneyimlerine ve araştırmalarına dayanarak polen için genel kalite kriterleri ve polen standardı üzerine bilgiler vermektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Polen kalite kriterleri ve analitik kontrol yöntemleri

Arı polenindeki ana değişken, polenin çiçek kökenli bileşimidir ve bu durum, havza alanı veya mevsimdeki farklılıklardan etkilenebilir (Szczena vd., 2002). Arı tarafından toplanan çiçek polenlerinin bir karışımı olan arı poleni, bileşimde büyük farklılıklar gösterir. Arı poleni ürünlerine artan fitoterapötik ilgi göz önüne alındığında, arı polenlerini bileşen polenleri açısından karakterize etmek için sistematik bir yöntem ihtiyacı duyulmuştur. Polenler hakkında yapılan analizler ile çiçek kaynaklarının kökeninin tanımlanmasını sağlamaktadır. Yüksek performanslı sıvı kromatografisinden türetilen flavonoid/fenolik profillere dayalı bir yaklaşımın, geleneksel mikroskopiden daha kesin ve bilgilendirici olabileceği açıklanmıştır (Campos vd., 1997). Bu yöntem, incelenen polenleri belirlemek ve arı polenlerini dominant polen açısından karakterize etmek için etkili bir yöntemdir. Bu çalışmalar sonucunda elde edilen flavonoid/fenolik profiller sayesinde arı polenlerinin, mevcut türlerin yalnızca birkaçının polenini içerdiğinin tespit edilmesi sonucunda, arıların oldukça seçici polen toplayıcıları olduğu belirlenmiştir.

Analitik protokollerle ilgili olarak, araştırmacıların çoğu AOAC Resmi Analiz Yöntemlerini kullanır. Bu yöntemler yiyecek, içecek, tarımsal, mikrobiyolojik, farmasötik ve çevresel numuneleri analiz etmek için kullanılmaktadır. Polenin besin içerikleri de depolama şartları ile değişmektedir ve farklı depolama yöntemlerinin (dondurma, yaklaşık 40°C'de kurutma ve liyofilizasyon) arı polenin biyolojik kalitesine etki etmektedir. Dondurma, polen yüklerinin kimyasal bileşiminde önemli bir değişikliğe neden olmaz ve bu nedenle polen yükünün beslenme veya terapötik amaçlarla korunması önemli olduğunda bu teknik önerilmektedir. Liyofilizasyon, C vitamini ve provitamin A içeriğini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bunun yanında 40°C'de kurutma en dezavantajlı etkiyi göstermektedir ve incelenen dokuz bileşenden dördünün miktarını (indirgeyici şekerler, toplam proteinler, C vitamini ve provitamin A) belirgin şekilde azaltmaktadır. Dondurma ve ardından -20°C'de saf nitrojende saklamak ise 6 aya kadar arı polenin yüksek biyolojik niteliklerini korumasını sağlamaktadır. Bununla birlikte, biyolojik aktivitelerini koruyarak daha uzun süre saklamak için polen liyofilizasyonla kurutulmalı ve -20°C'de saf nitrojen içinde saklanmalıdır.

2.2. Polen bileşenleri ve önemi

Arıcılar tarafından kovanlara yerleştirilen polen tuzakları kullanılarak toplanan polenlerin kimyasal içeriklerini oluşturan karbonhidratlar, yağlar ve proteinler, çeşitli laboratuvar çalışmaları ile incelenerek polen tanılama çalışmaları yapılabilmektedir (Bogdanov, 1997). Polenin kimyasal içerik analizlerinin yanında patojenik mikroorganizmalar ve mantar varlığı gıda kodeksleri açısından incelenerek polenin mikrobiyolojik kalitesi ortaya konulmaktadır. Küf bozulmasından sonra arı poleninde teorik olarak gelişebilen ve dolayısıyla değerlendirilmesi gereken mikotoksinler polen kalitesini doğrudan etkilemektedir. Polen, arıcılıktan kaynaklanan kirleticilerden en az etkilenen arı ürün olmakla beraber yoğun trafik veya pestisit uygulanmış çevre ve tarımsal ilaçlama ve gübreleme uygulamalarından dolayı ağır metaller açısından kirlilik barındıran su kaynakları polen kontaminasyonlarında birincil kaynakları oluşturmaktadır.

Genetiği değiştirilmiş organizmalardan (GDO) kaynaklı polenlerin toplam arı poleni üzerine etkisi ve bu tür polenlerin insan sağlığı üzerine etkileri hakkında çeşitli çalışmalar yapılmakla beraber Avrupa Birliği'nde GDO içeriği %1'i geçen ürünlerin etiketlenmesi için zorunlu bir gereklilik vardır ve bu aynı değer bal için önerildiğinde polen için de uygulanabilmektedir.

Arı polenin kimliğini ve minimum kalite gereksinimlerini belirlemek için polenin su içeriği ve iek kaynağı, hijyenik değerleri, paketleme ve depolama koşullarını incelemek gerekmektedir. Polenin bakteriyel ve küf kontaminasyonunun engellenmesi amacıyla, polenin su içeriğinin %20-30 arasında olması halinde dondurma yöntemi ile saklanması yada 42 °C'den yüksek olmayan sıcaklıklarda kurulması ile su içeriğinin %6'nın altına düşürülmesi gerekmektedir. Arılar tarafından toplanan polenin iek kaynakları içeriğine göre incelenmesinde monofloral yada multifloral içeriği polenin kullanım amacına göre değerlendirilmektedir. Belirli beslenme ve terapötik etkileri açısından ana taksonun %80 ve üzeri oranda olması gerekmektedir. Paketleme ve depolama açısından polen kalite kiriterleri oluşturmak için ürün üzerinde yeterli korumayı sağlamak amacıyla gıda sınıfı malzemeler kullanılarak atmosferik nem girişini önleyen çuval yada küçük hacimli paketlemeler yapılmalıdır. Bu paketleme işlemi hijyen uygulamaları, sıhhi koşullar için teknik düzenlemeye ve gıda endüstrisi için geçerli GMP'ye (İyi Üretim Uygulamaları) uygun olmalıdır. Kurutulmuş arı poleni, yabancı maddelerden arındırılmış ve ekşimemiş olmalıdır.

Taze, arıdan toplanan polen 100 g'da yaklaşık 20-30 g su içermektedir. Bu yüksek nem, bakteri, maya ve kene akarları gibi mikroorganizmalar için ideal bir kültür ortamı

oluşturmaktadır (Szczesna vd., 1999). Bu nedenle bozulmanın önlenmesi ve maksimum kalitenin korunması için polenler günlük olarak toplanmalı ve hemen bir dondurucuya yerleştirilmelidir. Çözüldükten sonra polen sadece birkaç saat saklanabilir ve mümkün olan en kısa sürede tekrar işlenmelidir. Kuruduktan sonra, su içeriği 100 g polen başına 4-8 g arasında sabitlenmelidir. Bu koşullar altında polen, serin, kuru ve karanlık bir yerde saklanırsa iki yıllık bir depolama süresi boyunca kalitesini korumaktadır (Szczesna vd., 1999).

Kirleticiler açısından bakıldığında polen içeriğinde ilgili gıda kodekslerince belirlenen sınırların üzerinde organik veya inorganik kirleticiler bulunamaz. Polen, ağaç, bitki ve arı parçacıkları dışında herhangi bir yabancı madde içermez. Mikrobiyolojik içerik hijyen standartlarına uygun olmalıdır. Mikrobiyolojik kalite için Avrupa Birliği standardı Tablo 1. de verilmektedir.

Her bir arı poleni ambalajının üzerinde, su içeriği ve gerekirse belirli bir amaç için çiçek içeriği; ana besinler (karbonhidratlar, yağlar ve proteinler), hasat yeri, son tüketim tarihi, üretim tarihi, ağırlık (brüt, dara, net) ve üreticinin/paketleyicinin adresi, üreticinin adı ve parti numara bilgileri bulunmalıdır. Üreticinin, yetkili devlet makamları tarafından yapılacak denetimler için her partiden numune saklaması gerekmektedir. Ayrıca, vitaminlerin, polifenollerin, minerallerin, serbest şekerlerin, doymamış yağ asitlerinin (w3 ve w6) ve serbest amino asitlerin içeriği gibi ek bilgiler ile "Ani bebek ölümleri" teorik olarak Clostridium botulinum bakterisi sporlarından ve arı poleninde bulunabilen alerjik proteinlerden kaynaklanabileceğinden, "1 yaşından küçük bebeklerin tüketimine uygun değildir" ibaresinin ürün etiketi üzerinde bulunması gerekmektedir.

Tablo 1. Arı polenin mikrobiyolojik ve diğer kirleticilere karşı tolerans değerleri

Mikrobiyolojik Analiz	
Salmonella	Yok / 10 gr
Staphylococcus aureus	Yok / 1 g
Enterobacteriaceae	Max.100/g
Escherichia coli	Yok./ g
Toplam aerobik plaka sayısı	<100 000/
Küf ve maya	< 50 000/g
Organoklorlu pestisitler	< MRL
Organofosfat pestisitler	< MRL
Piretroidler	< MRL
Alfatoksin B1	Maks. 2 mikrogram/kg
Alfatoksin B1+B2+G1+G2	Maks. 4 mikrogram/kg
Kloramfenikol (CAP)	Yok
Nitrofuran metabolitleri	Yok
Sülfonamidler	Yok
Ağır metal Pb	maks 0,5 mg/kg
Ağır metal Hg	maks 0,01 mg /kg
Ağır metal Cd	maks 0,03 mg/kg
Radyoaktivite (Cs-134 ve Cs-137)	<600 Bq/kg

3. BULGULAR

3.1. Organoleptik özellikler

3.1.1. Duyusal analiz

Renk, görünüm, koku ve tat, botanik orijine göre değişmektedir. Polen renk açısından incelendiğinde çiçek kaynaklarına göre beyazdan siyaha birçok farklı renk alması mümkün olmakla birlikte çoğunlukla sarı, turuncu veya sarı-kahverenginde olmalıdır (Hodges, 1952). Görünüm açısından “polen peletleri” olarak adlandırılan, farklı şekil ve boyutlarda, esas olarak küresel olan heterojen tanelerdir. Polenler çiçek kaynaklarına göre değişik kokular alabilmesine rağmen polen peletleri tipik bir kokuya sahiptir ve yine çiçek çeşitliliğine göre özel, tatlı, ekşi, acı, baharatlı tatlara sahip olabilmektedir. Polenler kötü koku ve tat, küfler, fermente olmuş, ekşimiş, görsel kirlenim bakımından kusurlara sahip olabilmektedir.

Polenlerin mikroskopik incelemesi yapıldığında acar-entomolojik kontaminasyonlar (canlı veya ölü böcekler), larvalar veya yumurtalar, ölü arılar gibi kirlilikler (işçi ve yavru arılara ait vücut parçaları), propolis, mum, bitki parçacıkları veya toprak gibi diğer yabancı maddeler, kum, vb. içerikleri bulundurmamalıdır. Ayrıca mikroskopik yöntemler ile polenin botanik orijini belirlenebilir (Bastos vd., 2004; Almeida Muradian vd., 2005), ancak HPLC/UV cihazlarına özgü yöntemler ile de takson tanımlaması yapılabilmektedir ve bu veriler örneklemedeki majör taksonun %'sini kesin olarak verebilmektedir (Campos vd., 1997).

3.2. Polenin fizikokimyasal özelliklerini yansıtan bileşenler ve analitik kontrol yöntemleri

Polenin fizikokimyasal özellikleri açısından değerlendirmesi yapıldığında su içeriği, karbonhidrat, ham lif, lipit, vitamin ve diğer bileşen değerleri kalite standartlarını oluşturabilmektedir.

Arı poleni proteinler, lipitler, şekerler, lif, mineral tuzlar, amino asitler, fenolik bileşikler ve vitaminlerden oluşur. Yüksek konsantrasyonda invert şekerler, esansiyel amino asitler ve doymamış/doymamış yağ asitleri, Zn, Cu, Fe varlığı ve yüksek K/Na oranı bal arısı polenini insan beslenmesi için çok önemli kılar. Polen kompozisyonu, Tablo 2'de gösterildiği gibi çiçek orijinine bağlı olarak çok değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenlikler içerisinde polen bileşenlerinin alması gereken değer aralıkları ve kalite standart değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir. Arı poleninin fizikokimyasal özelliklerini yansıtan temel içerik gereksinimleri ise Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Arı poleninun ayrıntılı bileşimi (kurutulmuş)

Ana bileşenler	İçerik En az - en çok g/100g (kuru ağırlık)	Referanslar
Proteinler	10-40	Solberg ve Remedios, 1980; Bell vd., 1983; Almeida-Muradian vd, 2005; Talpay, 1984; Serra- Bonvehi vd., 1986; Szczesna vd., 1995; Szczesna ve Rybak-Chmielewska 1998; Herbert ve Shimanuki, 1978
Lipitler	1-13	Herbert ve Shimanuki, 1978; Talpay, 1984; Stanley ve Linskens, 1974; Serra- Bonvehi vd., 1986; Szczesna vdl., 1995 ;Szczesna ve Rybak-Chmielewska 1998; Solberg ve Remedios, 1980; Bell vd., 1983; Almeida-Muradian vd, 2005
Toplam Karbohidratlar	13-55	Bogdanov, 2004; Szczesna vd., 1995; Szczesna ve Rybak-Chmielewska 1998; Stanley ve Linskens, 1974; Szczesna vdl., 2002
Ham lif, Pektin	0.3-20	Bell vd., 1983
Kül	2-6	Almeida-Muradian vdl, 2005; Stanley ve Linskens, 1974; Szczesna vd., 1995; Bell vd., 1983; Talpay, 1984; Serra- Bonvehi vd., 1986; Szczesna ve Rybak-Chmielewska 1998;
Belirlenemeyenler	2-5	Bell vd., 1983

Tablo2.2. Arı poleninun ayrıntılı bileşimi (kurutulmuş)

Mineraller, Elementler	Eser	mg/kg	Referanslar
Potasyum		4000-20000	Serra- Bonvehi vd., 1986; Herbert ve Shimanuki, 1978; Stanley ve Linskens, 1974
Magnezyum		200-3000	Serra- Bonvehi vd., 1986; Herbert ve Shimanuki, 1978; Stanley ve Linskens, 1974
Kalsiyum		200-3000	Serra- Bonvehi vd., 1986; Herbert ve Shimanuki, 1978; Stanley ve Linskens, 1974
Fosfor		800-6000	Serra- Bonvehi vd., 1986; Herbert ve Shimanuki, 1978; Stanley ve Linskens, 1974
Demir		11-170	Serra- Bonvehi vd., 1986; Herbert ve Shimanuki, 1978; Stanley ve Linskens, 1974
Çinko		30-250	Serra- Bonvehi vd., 1986; Herbert ve Shimanuki, 1978; Stanley ve Linskens, 1974
Bakır		2-16	Serra- Bonvehi vd., 1986; Herbert ve Shimanuki, 1978; Stanley ve Linskens, 1974
Mangan		20-110	Serra- Bonvehi vd., 1986; Herbert ve Shimanuki, 1978; Stanley ve Linskens, 1974

Tablo2.3. Arı poleninun ayrıntılı bileşimi (kurutulmuş)

Vitaminler	mg/kg	Referanslar
β-Karoten	10-200	Talpay, 1984; Oliviera, 2006
B ₁ ; Tiamin	6-13	Szczesna ve Rybak-Chmielewska 1998; Stanley ve Linskens, 1974
B ₂ ; Riboflavin	6-20	Szczesna ve Rybak-Chmielewska 1998; Stanley ve Linskens, 1974
B ₃ ; Niasin	40-110	Szczesna ve Rybak-Chmielewska 1998; Stanley ve Linskens, 1974
B ₅ ; Pantotenik asit	5-20	Szczesna ve Rybak-Chmielewska 1998; Stanley ve Linskens, 1974
B ₆ ; Pridoksin	2-7	Szczesna ve Rybak-Chmielewska 1998; Stanley ve Linskens, 1974
C; Askorbik asit	70-560	Talpay, 1984; Oliviera, 2006
H; Biotin	0.5-0.7	Szczesna ve Rybak-Chmielewska 1998; Stanley ve Linskens, 1974
Folik asit	3-10	Szczesna ve Rybak-Chmielewska 1998; Stanley ve Linskens, 1974
E; tokoferol	40-320	Oliviera, 2006

Tablo 3. Arı poleni için temel bileşenler (kurutulmuş)

Bileşenler	İçerik
Su İçeriği	6-8 g / 100 g
Toplam Kül İçeriği	6 g / 100 g
%10'luk HCl İçerisinde Çözünmemiş Halde Kalan Kül İçeriği	0.3 g/100 g
Toplam Protein İçeriği (nx6.25)	15 g/100 g
Şeker İçeriği (toplam)	40 g/100 g
Yağlar	1,5 g/100 g

3.2.1. Su içeriği

Polen suyu içeriğinin belirlenmesi, kabinli kurutucuda sabit ağırlığa kadar kurutma, kılötesi ve UV ışınlama yöntemleriyle veya Karl-Fischer yöntemiyle (Serra-Bonvehi Casanova, 1987; Gergen vd., 2006) yapılmaktadır. Polen su içeriği 4-8 g/100 g değerleri arasında olmalıdır.

3.2.2. Karbonhidrat içeriği

Karbonhidratlar polenin ana bileşik yapılarından biridir ve esas olarak nişasta ve hücre duvarı malzemesi gibi polisakkaritlerden oluşmaktadır (Stanley ve Linskens, 1974; Talpay, 1984). Genel olarak karbonhidrat bileşikleri su, yağ ve protein içeriğinin toplamından 100 birim daha az olmalıdır. Hesaplanan karbonhidrat içeriği, analitik yöntemlerle (GC, HPLC) belirlenenden daha büyük olacaktır. Bunun nedeni, karbonhidratın bir kısmının, genellikle kimyasal yöntemlerle belirlenmeyen, ancak hesapla belirlenen ham lif ve hücre duvarı materyalinden oluşmasıdır. Fruktoz (F), glikoz (G) ve sükröz (S) şekerleri tüm düşük moleküler şekerlerin yaklaşık %90'ını oluştururken, farklı şekerlerin oranı bitkiden bitkiye değişiklik göstermektedir (Solberg ve Remedios, 1980; Szczesna vd., 2002). F/G oranı 1,0 ile 2,5 arasında değişmektedir (Szczesna vd., 2002).

3.2.3. Ham lif

Polen muhteviyatında yer alan ham lif değerlerinin belirlenmesine yönelik farklı metodlar kullanılmaktadır ve bu farklı metodlar ham lif değerinin 7 ve 20 g/100 g arasında değerler olduğu yönünde sonuçlar vermiştir ve bu değerler arasındaki maksimum-minimum farklılıklar bu farklı yöntemlerin kullanılması ile açıklanmaktadır (Herbert ve Shimanuki, 1978; Solberg ve Remedios, 1980; Bell vd., 1983).

3.2.4. Proteinler ve amino asitler

Polenin protein içeriği, botanik orijine bağlı olarak büyük ölçüde değişir. Toplam proteinin sadece yaklaşık 1/10'u serbest amino asitlerden gelir. Protein içeriği, 6.25 veya 5.6'lık bir dönüştürme faktörü kullanan Kjeldahl yöntemiyle %N'nin standart bir belirlenmesidir (Rabie vd., 1983). Polen yüklerinin protein içeriğini hesaplamak için N x 6.25 yerine N x 5.6 kullanılmasını önerilmektedir (Rabie vd., 1983).

Bu faktör diğer araştırmacılar tarafından da kullanılmıştır. Polen yüklerinde on yedi farklı amino asit bulunabilir. Prolin, glutamik ve aspartik asitler, lizin ve lösin, toplam amino asitlerin yaklaşık %55'ini oluşturan baskın amino asitlerdir (Szczesna vd., 2002). Günümüzde triptofan kaynakları, depresyon ve kaygıyı azaltmak için çok önemli kabul edilmektedir. Triptofan seviyeleri belki de ürünün önemini artırmak için kullanılabilir. Yine bu durum fenilalanin için de geçerlidir. Bunların yanında belirli polen proteinleri protein alerjenlerini tespit ve kontrol etmek için incelenmektedir (Rimpler, 2003).

3.2.5. Lipitler

Botanik orijine bağılı olarak arı polenin lipit bileşiminde önemli farklılıklar bulunmaktadır. Esas olarak polar ve nötr yağlar (mono-, di ve trigliseridler) ile az miktarda yağ asitleri, sterinler ve hidrokarbonlar polen lipit içeriğini oluşturan lipit bileşikleridir. Gaz Kromatografisi analizinden elde edilen sonuçlar, ekstrakttaki lipitlerin esas olarak linolenik, palmitik, linoleik ve oleik asitlerden oluştuğunu göstermektedir. Ayrıca doymamış yağ asitleri toplam lipit içeriğinin ortalama %70'ini oluşturur.

3.2.6. Mineraller ve eser elementler

Mineraller ve eser element içerikleri polen tipine bağılı olarak önemli farklılıklar içermektedir polen içeriğinde yer alan mineral ve eser elementlerin belirlenmesinde, polen külü üzerinden, çoğunlukla atomik absorpsiyon yöntemleri kullanılmaktadır. Polen içerisinde yer alan ana mineral potasyum(K)'dur (toplam mineral içeriğinin yaklaşık %60'ı). Magnezyum(Mg) toplam mineral içeriğinin yaklaşık %20'sini, sodyum (Na) ve kalsiyum(Ca) %10'unu oluşturur).

3.2.7. Vitaminler ve diğer biyolojik olarak aktif bileşikler

Polen, farklı vitaminler (bakınız Tablo 2) ve ayrıca polifenolik bileşikler içerir (Tomas-Barberan vd., 1989; Campos vd., 1997b; Campos vd., 2003). Polen polifenolik içeriği, türe özgü (%2-5 w/w) fenolik asit türevlerini ve flavonoidleri içerebilir. Kirlenici biyolojik bileşikler için Tablo 3'te verilen değerler literatürde bulunan maksimum değerlerdir. Balda olduğu gibi, AB'de kullanılması yasak olduğundan polende antibiyotik bulunmamalıdır. Genel olarak, bakteriyel kontaminasyonun pestisit, antibiyotik veya ağır metal kontaminasyonundan daha büyük bir problem olduğu görülmektedir (Bogdanov, 2006).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu belgede sunulan tüm araştırma sonuçlarından ve farklı ülkelerden gelen polenler için bazı kalite gerekliliklerinden bu alanda halihazırda önemli bir bilgi birikimi olduğu açıktır. İnsan gıdası olarak kullanılan arı ürünleri içerisinde yer alan polenlerin kalite kriterlerinin karakterize edilmeleri arıcılık faaliyetlerinin yürütüldüğü açık alanlar ve olası kirlenicilerle olan teması nedeniyle standart koşullar altında tutulması halk sağlığının korunmasını sağlamada birincil derecede önlem arz etmektedir. Gelecekte gerçekleştirilecek sonraki adımlar ile polen kalite kriterleri kullanılan laboratuvar yöntemleri ile daha net değerler arasında belirlenerek ve kontrol edilerek takip edilmesine olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Almeida-Muradian, L. B. and Pamplona, L. C. and Coimbra, S. and Barth, O. M. (2005). "Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets", *Journal of Food Composition and Analysis*, 18(1), S. 105–111.
- Bastos, D. H. M. and Barth, M. O. and Rocha, C. I. and Cunha, I. B. S. and Carvalho, P. O. and Torres, E. A. S. and Michelan, M. (2004). "Fatty acid composition and palynological analysis of bee (*Apis*) pollen loads in the states of São Paulo and Minas Gerais, Brazil", *Journal of Apicultural Research*, 43(2), S. 35–39.
- Bell, R. R. and Thornber, E. J. and Seet, J. L. L. and Groves, M. T. and Ho, N. P. and Bell, D. T. (1983). "Composition and protein quality of honey bee collected pollen of *Eucalyptus marginata* and *Eucalyptus calophylla*", *Journal of Nutrition*, 113(12), S. 2479–2484.
- Bevzo, V. V. and Grygor'eva, N. P. (1997). "Effect of bee pollen extract on glutathione system activity in mouse liver under X-ray irradiation", *Ukrainskii Biokhimicheskii Zhurnal*, 69(4), S. 115–7
- Bogdanov, S. and Martin, P. and Lüllmann, C. (1997). "Harmonised methods of the European honey commission", *Apidologie Les Ulis*, suppl., 59.
- Bogdanov, S. (2004). "Quality standards of bee pollen and beeswax". *Apiacta*, 39, S. 334–341.
- Bogdanov, S. (2006). "Contaminants of bee products", *Apidologie* 38, S. 1–18
- Campos, M. G. and Markham, K. R. and Mitchell, K. A. and Da Cunha, A. P. (1997). "An approach to the characterization of bee pollens via their flavonoid / phenolic profiles", *Phytochemical Analysis*, 8(3), S. 181–185.
- Campos, M. G. and Webby, R. F. and Markham, K. R. and Mitchell, K. A. and Cunha, A. P. (2003). "Age-induced diminution of free radical scavenging capacity in bee pollens and the contribution of constituent flavonoids", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, S. 742–745.
- Cocan, O. and Marghitas, L. A. and Dezmirean, D. and Laslo, L. (2005). "Composition and biological activities of bee pollen: review", *Bulletin of the University of Agricultural Science and Veterinary Medicine*, 61, S. 221–226.
- Conti, M. E. and Botre, F. (2001). "Honey bees and their products as potential bioindicators of heavy metal contamination", *Environmental Monitoring and Assessment*, 69(3), S. 267–282.
- Dudov, I. A. and Starodub, N. F. (1994). "Antioxidant system of rat erythrocytes under conditions of prolonged intake honey bee flower pollen load", *Ukrainskii Biokhimicheskii Zhurnal*, 66(6), S. 94–96.
- Erdoğan, Y. ve Dodoloğlu, A. (2005). "Balarısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerin yaşamında polenin önemi", *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 5(2), S. 79-84, Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/uluaricilik/issue/53636/162521>.
- Erdoğan, Y. and Cengiz, M. M. (2020). "The effects of medical and aromatic plant extracts on some physiological characteristics of honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies", *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 20 (1), S. 89-96.
- Erdoğan, Y. ve Dodoloğlu, A. (2011). "Bal arılarında (*Apis mellifera* L.) polen toplama faaliyetlerinin koloni gelişimi ve bal verimi üzerine etkisi", *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(1), S. 33-37, Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ataunizfd/issue/2937/40648>
- Fleche, C. and Clément, M. C. and Zeggane, S. and Faucon, J. P. (1997). "Contamination of bee products and risks for human health: the situation in France", *Revue Scientifique et Technique de l'Office International Des Epizooties*, 16(2), S. 609–619.
- Gergen, I. and Radu, F. and Bordean, D. and Isengard, H. D. (2006). "Determination of water content in bee pollen samples by Karl Fischer titration", *Food Control*, 17(3), S. 176–179.

- Hamamoto, R. and Ishiyama, K. and Yamaguchi, M. (2006). "Inhibitory effects of bee pollen cistus ladaniferus extract on bone resorption in femoral tissues and osteoclast-like cell formation in bone marrow cells in vitro", *Journal of Health Science* 52(3), S. 268–275.
- Haro, A. and López-Aliaga, I. and Lisbona, F. and Barrionuevo, M. and Alférez, M. J. and Campos, M. S. (2000). "Beneficial effect of pollen and / or propolis on the metabolism of iron, calcium, phosphorus and agnesium in rats with nutritional ferropenic anemia", *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 48, S. 5715–5722.
- Herbert, E. W. and Shimanuki, H. (1978). "Chemical composition and nutritive value of bee collected and bee stored pollen", *Apidologie*, 9(1), S. 33–40.
- Hodges, D. (1952). *The pollen loads of the honey bee*, London: Bee Research Association.
- Human, H. and Nicolson, S. W. (2006). "Nutritional content of fresh, bee-collected and stored pollen of *Aloe greatheadii* var. *davyana* (Asphodelaceae)", *Phytochemistry*, 67, S. 1486–1492.
- Iannuzzi, J. (1993). "Pollen: food for honey bee and man?", *III. American Bee Journal*, 133(8), S. 557–563.
- Krell, R. (1996). "Value added products from beekeeping", *FAO Agricultural Services Bulletin*, 124, S. 87–113.
- Kosmider, K. and Wójcicki, J. and Samochowiec, L. and Woyke, M. and Górnik, W. (1983). "Effect of cerniton on platelet aggregation in vivo", *Herba Polonica*, 29, S. 237.
- Kubik, M. and Nowacki, J. and Pidek, A. and Warakomska, Z. and Michalczuk, L. and Goszczynski, W. (1999). "Pesticide residues in bee products collected from cherry trees protected during blooming period with contact and systemic fungicides", *Apidologie* 30(6), S. 521–532.
- Leita, L. and Muhlbachova, G. and Cesco, S. and Barbattini, R. and Mondini, C. (1996). "Investigation of the use of honey bees and honey bee products to assess heavy metal contamination", *Environmental Monitoring and Assessment*, 43, S. 1–9.
- Liebelt, R. A. and Lyle, D. and Walker, J. (1994). "Effects of a bee pollen diet on survival and growth of inbred strains of mice", *American Bee Journal*, 34 (9), S. 615–620.
- Lin, X. L. and Zhu, L. Q. and Yuan, Y. Y. and Li, L. M. (1990). "Morphological changes in aged canine prostatic hyperplasia treated with bee pollen", *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 21, S. 164–166.
- Linskens, H. F. and Jorde, W. (1997). "Pollen as food and medicine: a review", *Economic Botany*, 51(1), S. 78–87.
- Louveaux, J. and Maurizio, A. and Vorwohl, G. (1978). "Methods of melissopalynology", *Bee World*, 59(4), S. 139–157.
- Campos, M. G. R. and Bogdanov, S. and Almeida-Muradian, L. B. D. and Szczesna, T. and Mancebo, Y. and Frigerio, C. and Ferreira, F. (2008). "Pollen composition and standardisation of analytical methods", *Journal of Apicultural Research*, 47(2), S. 154-161, DOI: 10.1080/00218839.2008.11101443
- Malone, L. A. and Pham-Delègue, M. H. (2001). "Effects of transgene products on honey bees (*Apis mellifera*) and bumble bees (*Bombus* sp.)", *Apidologie* 32, S. 287–304.
- Medina, A. and González, G. and Sáez, J. M. and Mateo, R. and Jiménez, M. (2004). "Bee pollen, a substrate that stimulates ochratoxin A production by *Aspergillus ochraceus* Wilh", *Systematic and Applied Microbiology*, 27(2), S. 261–267.
- Oliveira, K. C. L. (2006). *Caracterização do pólen apícola e utilização de vitaminas antioxidantes como indicadores do processo de desidratação*, Brazil: Master Dissertation. Pharmaceutical Science School, University of São Paulo.
- Rabie, A. L. and Wells, J. D. and Dent, L. K. (1983). "The nitrogen content of pollen protein", *Journal of Apicultural Research*, 22(2), S. 119–123.

- Regulation (Ec) No 1829/2003 of the European Parliament and of the Council. <http://eur-lex.europa.eu>
- Samochowicz, L. and Wójcicki, J. (1981). "Effect of pollen on serum and liver lipids in rats fed on a high-lipid diet", *Herba Polonica*, 27, S. 33.
- Serra-Bonvehi, J. and Escola Jorda, R. (1997). "Nutrient composition and microbiological quality of honey bee collected pollen in Spain", *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 45, S. 725–732.
- Solberg, Y. and Remedios, G. (1980). "Chemical composition of pure and bee collected pollen", *Scientific Reports Agricultural University, Norway*, 59(18), S. 2–12.
- Stanley, R. G. and Linskens, H. F. (1974). *Pollen: biology, biochemistry, management*, Springer-Verlag; Berlin: Heidelberg.
- Szczesna, T. and Rybak-Chmielewska, H. and Bornus, L. (1991). "Effect du stockage du pollen recolte par les abeilles sur la variation du contenu en vitamines A et C", *Apiacta*, 36(2), S. 33.
- Szczesna, T. and Rybak-Chmielewska, H. (1998). "Some properties of honey bee collected pollen. In Polnisch-Deutsches Symposium Salus Apis Mellifera, new demands for honey bee breeding in the 21st century", *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, 42(2), S. 79–80.
- Szczesna, T. and Rybak-Chmielewska, H. and Chmielewski, W. (1999). "Effect of infestation of pollen loads with acarid mites on amino acid content and organoleptic characteristics of the product", *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe*, 43, S. 235–245.
- Szczesna, T. and Rybak-Chmielewska, H. and Chmielewski, W. (2002). "Sugar composition of pollen loads harvested at different periods of the beekeeping season", *Journal of Apicultural Science*, 46(2), S. 107–115, Pollen composition and standardisation of analytical methods 161.
- Talpay, B. M. (1984). "Der pollen. Versuch einer standortbestimmung", *Institut Für Honigforschung Bremen*, S. 1–84.
- Tomas-Barberan, F. (1989). "Flavonoids as biochemical markers of the plant origin of bee pollen", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 47(3), S. 337–340.
- Villanueva, M. T. O. and Marquina, A. D. and Serrano, R. B. and Abellán, G. B. (2002). "The importance of bee-collected pollen in the diet: a study of its composition", *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 53(3), S. 217–224.
- Wang, M. S. and Fan, H. F. and Xu, H. J. (1993). "Effects of bee pollen on blood and hemopoietic system in mice and rats", *Chinese Traditional Herbs and Drugs* 601, S. 588–591.
- Wójcicki, J. and Kósmider, K. and Samochowicz, L. and Woyke, M. (1983). "Clinical evaluation of cerniton as lipid lowering agent", *Herba Polonica*, 29, S. 55.
- Yamaguchi, M. and Hamamoto, R. and Uchiyama, S. and Ishiyama, K. and Hashimoto, K. (2006). "Anabolic effects of bee pollen *Cistus ladaniferus* extract on bone components in the femoral diaphyseal and metaphyseal tissues of rats in vitro and in vivo", *Journal of Health Science*, 52(1), S. 43–49
- Yasumoto, R. and Kawanishi, H. and Tsujino, T. and Tsujita, M. and Nishisaka, N. and Horii, A. and Kishimoto, T. (1995). "Clinical evaluation of long term treatment using cernitin pollen extract in patients with benign prostatic hyperplasia", *Clinical Therapeutics*, 17(1), S. 82–87.