

Araştırma Makalesi

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Remzibey-05 Bitkisi Poleninin Bal Arılarının (*Apis mellifera* L.) Beslenme Ekonomileri Açısından İncelenmesi

Çiğdem Özenirler*^{ab}, N. Pınar Barkan^a, Kadriye Sorkun^{ab}

^a Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü 06800 Ankara, Türkiye

^b Hacettepe Üniversitesi Arı ve Arı Ürünleri Uygulama ve Araştırma Merkezi 06800 Ankara, Türkiye

Öz

Bu çalışmanın amacı, aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Remzibey-05 bitkisi polenin *Apis mellifera* L. (bal arılarının) beslenme ekonomileri açısından değerlendirilmesidir. Bu kapsamda Beytepe-Ankara'da, kontrollü alanlarda *Carthamus tinctorius* L. (aspir) ekimi gerçekleştirilmiştir. Bitkinin çiçeklenme dönemi süresince bal arılarının kovanlarından tuzaklar yardımıyla polenler toplanmıştır. Bunun yanında bal arılarının aspir bitkisi üzerinden topladıkları polenler korbikulları üzerinden alınarak örnekleme yapılmıştır. Tüm polenler renklerine göre ayrıldıktan sonra mikroskopik analizleri yapılarak bitkisel kökenleri familya ve/ya cins düzeyinde saptanmış ve içerdikleri protein miktarları Bradford yöntemi ile tayin edilmiştir. Palinolojik incelemeler sonucunda açık alana yerleştirilen kovanlardaki polen tuzaklarından aspir bitkisine ait polene rastlanılmamış ancak kontrollü alanda başka bitki kaynağı olmadığı için bal arılarının aspi besin kaynağı olarak kullandığı saptanmıştır. Arıların diğer bitki kaynaklarını aspire göre daha çok tercih etme sebebinin aspir polenindeki toplam protein miktarı ile ilişkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Carthamus tinctorius* L., Remzibey-05, *Apis mellifera* L., polen, Bradford yöntemi

Evaluating of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Remzibey-05 pollen in terms of foraging economics of honey bees (*Apis mellifera* L.)

Abstract

The aim of this study is to evaluate safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Remzibey-05 pollen in terms of foraging economics of *Apis mellifera* (honey bees). Within the context of the study, *Carthamus tinctorius* L. (safflower) was sown in controlled areas of Beytepe-Ankara. During the flowering period of the plant, the pollen loads were collected from honey bee hives using traps. Moreover, the pollen loads were collected from corbiculae of the honey bees which had foraged on safflower. The pollen loads of the bees were firstly classified according to their color and then the origin of plants was determined in family and/or genus level in microscopic analyses. Protein content of pollen samples was determined with the Bradford method. As a result of palynological analysis, it was found that safflower was not attractive as the other plants in open field but inside the pollination cages, because it was the

* Sorumlu yazar
e-mail: cigdemozenirler@gmail.com

Received: 18.10.2016
Accepted: 07.12.2016

only source, the bees foraged on *Carthamus tinctorius* L. The reason why bees have preferred other plant sources over safflower may be due to the protein content of safflower pollen.

Key words: *Carthamus tinctorius* L., Remzibey-05, *Apis mellifera* L., pollen, Bradford method

Giriş

Ekonomi (iktisat), insanların yaşayabilmek için üretme, ürettiklerini bölüşme biçimleri ve bu faaliyetlerden doğan ilişkilerin bütünü olarak tanımlanmaktadır [1]. Bu terim, her ne kadar insan toplulukları için tanımlanmış olsa da, bugün özellikle sosyal yaşamın görüldüğü çeşitli hayvan popülasyonlarının beslenme davranışlarının sistematik anlamda değerlendirilebilmesi adına da oldukça anlamlı bir şekilde kullanılabilir [2]. Bu bağlamda ekonomik değeri olan entomofilik (böceklerle tozlaşan) bitkiler ile ilgili böceklerin beslenme ekonomilerine ilişkin çalışmalar oldukça önem kazanmıştır.

Açık alanlarda yürütülen tarımsal faaliyetler kapsamında entomofil bitkiler ile polinatör böceklerin etkileşimleri konulu çalışmaların birinci basamağı, yönlendirilen bitki ile o anda ekosistem içerisinde bulunan çiçekli bitkilerin polinatör böceklerin beslenme ekonomileri açısından değerlendirilmesidir.

Apis mellifera L., polinatör etkinliğinden ziyade, arı ürünleri sebebiyle yetiştiriciliği yapılmaya başlanmış bir tür olup uyum kabiliyeti oldukça yüksek bir taksondur. Böcek ile tozlaşan bitkilerin neredeyse % 80'inin tozlaştırıcısı konumundaki *Apis mellifera* L., dünya üzerinde yetiştiriciliği en yaygın olarak yapılan polinatördür. Yüksek uyum kabiliyeti sebebiyle İskandinavya'nın güney kesimlerinden orta Asya'ya ve Afrika'ya kadar geniş bir yayılım alanına sahiptir [3-5].

Bal arıları küresel olarak kabul gören yargı çerçevesinde, bal, polen ve propolis gibi arı ürünlerine ortak olabilme durumu ve polinatör olarak tarımsal üretime olan katkıları sebebiyle bilinen en faydalı böcek grubu olarak sınıflandırılmaktadır.

Polen ve/ya nektar toplamak için yapılan çiçek ziyaretlerindeki öncelikli hedef bireyin kendi besinini temin etmesi, ikinci hedef ise bir sonraki jenerasyon için besin depolama gereksinimidir [6, 7].

Nektar; başlıca glukoz, fruktoz ve sukroz gibi şekerleri ve protein, enzim, amino asit, yağ, organik asit, vitaminler, alkaloidler ve antioksidanları da içeren bir eriyiktir [8]. Nektarın miktarına ve içerdiği şeker konsantrasyonuna bağlı olarak enerji değeri de artmaktadır [9]. Polen; şeker, nişasta, yağ ve iz miktarda vitamin ve inorganik tuzun yanı sıra, yüksek miktarda protein içermektedir [7]. Polen, protein kaynağı olması yanında yağ, karbohidrat, nişasta, sterol, vitamin ve mineral de içermektedir [10]. Nektar ve polenin bolluğu ve kalitesi, bitkinin tercih edilip edilmemesini etkileyen en önemli faktörlerdendir [11].

Carthamus cinsi Asteraceae familyası içinde yer almaktadır ve Dünya'da 16 tür ile temsil edilmektedir [12]. *Carthamus tinctorius* L. (aspir) yağlı tohumları, çiçekleri ve bitkinin gövdesi için kültürü yapılan bu cins içerisinde tek türdür [13].

Aspirin tohum tutma başarısının ve tohumların yağ içeriğinin çapraz tozlaşma sağlayan polinatör ajanlar sayesinde çoğalması söz konusudur [14].

Bu çerçevede kurgulanan çalışmada aspir bitkisi polenin bal arılarının beslenme ekonomileri açısından incelenmesi adına aspir ve aynı dönemde çiçeklenen diğer bitkilerden bal arılarında toplanan polenler değerlendirilerek tartışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Alanının Oluşturulması

Çalışma alanı Hacettepe Üniversitesi Beytepe Yerleşkesi içerisinde oluşturulmuştur. *Pinus nigra* L. orman açıklığında bulunan alanın lokalitesi 39°52'05.93" K ve 032°43'47.94" D, deniz seviyesinden yüksekliği ise 1042 metredir.

Bitki materyali *C. tinctorius* L. türünün Remzibey-05 hattına ait tescilli tohumlar T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

Tohumlar 90 m²' lik alanlara 15 cm aralıkla, 16 Nisan 2015 tarihinde elle ekilmiştir. 90 m²' lik iki örnekleme alanından birincisi açık alan, ikincisi ise teflon tüle kapatılarak oluşturulmuş alandır. Sekiz çıtalı, polen tuzaklı iki kovan açık alana, dört çıtalı bir kovan ise ikinci alana 10 Temmuz 2015 tarihinde yerleştirilmiştir. Aspir bitkisi 14 Temmuz 2015 tarihinde çiçeklenmeye başlamıştır.

Polen Analizleri

Polenlerin toplanması

Bal arısı kovanlarına takılı olan polen tuzakları yardımı ile arıların bacaklarına topladıkları polenler toplanmıştır. Polen toplama işlemi 16-25 Temmuz 2015 tarihleri arasında 10 gün süresince gerçekleştirilmiştir. Polen tuzakları, arıların aspir bitkisi üzerinde aktif olarak polen topladığı 07:00-11:00 saatleri arasında kullanılmıştır.

Polinasyon kafesleri içerisinde aspir bitkisi üzerinde polen toplamakta olan bal arıları canlı olarak tül atrap ile yakalanıp, korbikularında bulunan polen yükleri arıya zarar vermeden alınmıştır.

Polenlerin Bitkisel Orijinlerinin Tespit Edilmesi

Bir polen yükünün yalnızca tek bir bitki türünden toplandığı kabul edilerek [15, 16] analizler yürütülmüştür. Toplanan polen örnekleri polen yüklerinin renklerine göre ayrılmıştır. Ancak bugüne kadar uygulanan yöntemden farklı olarak tablada toplanmış olan polen yükleri (Şekil 1) birbirlerine temas etmeden, olabildiğince kendi içerisinde steril şekilde böcek iğneleri yardımıyla (Şekil 2,3) bütünden ayrılmıştır.



Şekil 1. Toplanan polen yükleri

elde edilen süpernatant ayrı bir tüpe alınmıştır. Örneklerdeki protein miktarının belirlenmesi için kullanılacak olan Bovine Serum Albumin (BSA) 200, 400, 600, 800 ve 1000 µg/ml'lik standartlar halinde hazırlanmıştır. 96-kuyucuklu mikro-plakaya sırasıyla ultra saf su, 200 µg/ml BSA, 400 µg/ml BSA, 600 µg/ml BSA, 800 µg/ml BSA, 1000 µg/ml BSA ve ardından gelen kuyucuklara 1:10 oranında sulandırılmış olan örnekler dört tekrarlı olarak eklenmiştir.

Kuyucukların her birine 245 µl Bradford boyası eklenmiş ve mikro-plaka 15 dakika karanlıkta inkübe edilmiştir. Ardından, spektrofotometrede 595 nm'de ölçüm yapılmıştır. Elde edilen değerler kullanılarak standart eğrinin $y = Ax + B$ denklemi hesaplanarak A ve B değerleri bulunmuştur. Daha sonra örneğin optik yoğunluk (OD) değeri kullanılarak bu denkleme göre yoğunluk değeri hesaplanmıştır. Elde edilen değer, 10 olan dilüsyon faktörü ile çarpılarak polen örneklerindeki protein miktarı µg/µl cinsinden hesaplanmıştır.

Bulgular

Polen Analizleri Sonuçları

Bal arılarının topladıkları polenler üzerinden yapılan bitkisel orijin tespiti sonucunda Asteraceae familyasından *Anthemis* spp. (Şekil 5), *Aster* spp. (Şekil 6), *Carduus* spp. (Şekil 7), *Centaurea* spp. (Şekil 8), *Cichorium* spp. (Şekil 9), Brassicaceae familyasından Tip 1 (Şekil 10), Brassicaceae familyasından Tip 2 (Şekil 11), Dipsacaceae familyasından *Dipsacus* spp. (Şekil 12), *Scabiosa* spp. (Şekil 13), Apiaceae familyasından *Eryngium* spp. (Şekil 14), Papaveraceae familyasından *Fumaria* spp. (Şekil 15), Plantaginaceae familyasından *Plantago* spp. (Şekil 16), Scrophulariaceae

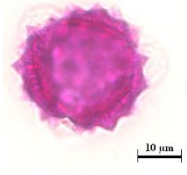
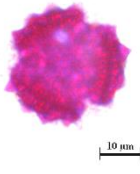
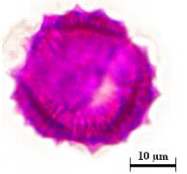


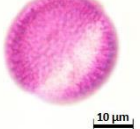
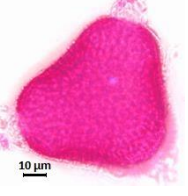
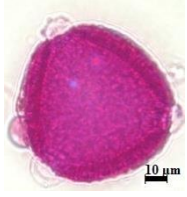
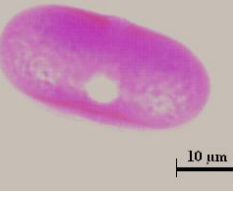
familyasından *Linaria* spp. (Şekil 17), Fabaceae familyasından *Lotus* spp. (Şekil 18), *Onobrychis* spp. (Şekil 19), *Trifolium* spp. (Şekil 20), Ranunculaceae familyasından *Ranunculus* spp. (Şekil 21) ve Rosaceae familyasından *Rosa* spp. (Şekil 22) taksonları bulunmuştur.

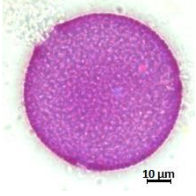
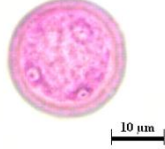

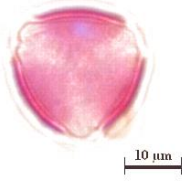
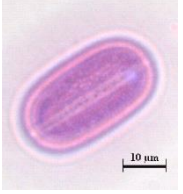
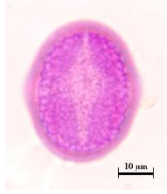

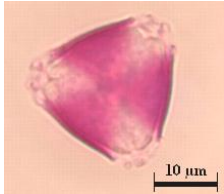
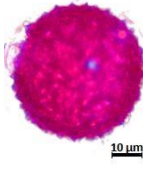
Bu polenler ve *Carthamus tinctorius* L. bitkisi üzerinde beslenmekte olan arıların korbiküllerinden alınan polen örneklerinin toplam protein miktarları karşılaştırıldığında aspiden gelen polenin 2,3 µg/µl iken *Anthemis* spp. 3,9 µg/µl, *Aster* spp. 1,7 µg/µl, Brassicaceae Tip 1 4,8 µg/µl, *Carduus* spp. 2 µg/µl, *Centaurea* spp. 3,7 µg/µl, *Cichorium* spp. 2,7 µg/µl, *Dipsacus* spp. 4,1 µg/µl, *Eryngium* spp. 3,6 µg/µl, *Fumaria* spp. 1,5 µg/µl, Brassicaceae Tip 2 2,35 µg/µl, *Linaria* spp. 2,6 µg/µl, *Lotus* spp. 4,5 µg/µl, *Onobrychis* spp. 4,5 µg/µl, *Plantago* spp. 1,6 µg/µl, *Ranunculus* spp. 4,7 µg/µl, *Rosa* spp. 7,0 µg/µl, *Scabiosa* spp. 3,3 µg/µl ve *Trifolium* spp. 5,5 µg/µl miktarlarında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Tespit edilen bitki taksonları ve polenlerin protein miktarları

Bitki taksonu	Polendeki protein miktarı
<i>Anthemis</i> spp	3,9 µg/µl
<i>Aster</i> spp.	1,7 µg/µl
Brassicaceae Tip 1	4,8 µg/µl
<i>Carduus</i> spp.	2 µg/µl
<i>Centaurea</i> spp.	3,7 µg/µl
<i>Cichorium</i> spp.	2,7 µg/µl
<i>Dipsacus</i> spp.	4,1 µg/µl
<i>Eryngium</i> spp.	3,6 µg/µl
<i>Fumaria</i> spp.*	1,5 µg/µl
Brassicaceae Tip 2	2,35 µg/µl
<i>Linaria</i> spp.	2,6 µg/µl
<i>Lotus</i> spp.	4,5 µg/µl
<i>Onobrychis</i> spp.	4,5 µg/µl
<i>Plantago</i> spp.	1,6 µg/µl
<i>Ranunculus</i> spp.	4,7 µg/µl
<i>Rosa</i> spp.**	7,0 µg/µl
<i>Scabiosa</i> spp.	3,3 µg/µl
<i>Trifolium</i> spp.	5,5 µg/µl
<i>Carthamus tinctorius</i> L.	2,3 µg/µl

(*Tespit edilen en düşük protein miktarı, **Tespit edilen en yüksek protein miktarı)

 <p>Şekil 5. <i>Anthemis</i> spp. poleni (X100)</p>	 <p>Şekil 6. <i>Aster</i> spp. poleni (X100)</p>
 <p>Şekil 7. <i>Carduus</i> spp. poleni (X100)</p>	 <p>Şekil 8. <i>Centaurea</i> spp. poleni (X100)</p>
 <p>Şekil 9. <i>Cichorium</i> spp. poleni (X100)</p>	 <p>Şekil 10. Brassicaceae familyasından Tip 1 poleni (X100)</p>
 <p>Şekil 11. Brassicaceae familyasından Tip 2 poleni (X100)</p>	 <p>Şekil 12. <i>Dipsacus</i> spp. poleni (X100)</p>
 <p>Şekil 13. <i>Scabiosa</i> spp. poleni (X100)</p>	 <p>Şekil 14. <i>Eryngium</i> spp. poleni (X100)</p>

 <p>Şekil 15. <i>Fumaria</i> spp. poleni (X100)</p>	 <p>Şekil 16. <i>Plantago</i> spp. poleni (X100)</p>
 <p>Şekil 17. <i>Linaria</i> spp. poleni (X40)</p>	 <p>Şekil 18. <i>Lotus</i> spp. poleni (X100)</p>
 <p>Şekil 19. <i>Onobrychis</i> spp. poleni(X100)</p>	 <p>Şekil 20. <i>Trifolium</i> spp. poleni (X100)</p>
 <p>Şekil 21. <i>Ranunculus</i> spp. poleni (X100)</p>	 <p>Şekil 22. <i>Rosa</i> spp. poleni (X100)</p>
 <p>Şekil 23. Remzibey-05 hattı poleni (X100)</p>	

Sonuç

Monokültür ekim alanlarında kullanılabilecek en önemli polinatör tür bal arısıdır [25]. Bunun sebebi ise koloni büyüklüğünün 10.000 ile 40.000 birey arasında değişebilmesi ve polen ve/ya nektar toplayan birey sayısının ise bu büyüklüğün neredeyse %30'undan oluşuyor olmasıdır [3]. Aynı zamanda bal arılarının biyolojileri ile ilgili oldukça ayrıntılı bilgiye sahip olunması, koloninin ek besinlerle popülasyon büyüklüğünün artırılmasını da sağlamaktadır. Tüm bu pozitif değerler yanında, kolonilerin taşınabilir ve farklı bitkisel üretim alanlarında kullanılabilir olması da büyük avantaj sağlamaktadır [26, 27].

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'nün 2010 yılı verileri incelendiğinde aspir bitkisinin Dünya'daki toplam ekim alanının 1.121.212 hektar olup, Hindistan 700.000 hektar ekim alanı ile ve 400.000 ton üretim ile aspir üretiminin %70'ini karşıladığı görülmektedir.

Türkiye sahip olduğu iklim koşulları, coğrafik ve topografik yapısı nedeni ile aspir tarımına oldukça uygundur. Aspir tarımı Anadolu'nun yarı kurak bölgelerinde yapılmaktadır [28]. TÜİK (2014) verileri incelendiğinde 2008 yılında 5000 hektar olan ekim alanının 2012 yılında 16000 hektara, 2016 yılında ise 44000 hektara ulaştığı görülmektedir. Aspir üretiminin sırasıyla 7 000 tondan, 20 000 ve 62 000 tona kadar ilerlediği tespit edilmiştir. Dünya üretimi ile kıyaslandığında ülkemizdeki ekim alanlarının azlığı fark edilmekte ve aspir ile yapılmış çalışma sayısının görece yetersiz olduğu görülmektedir [29, 30].

İnsanoğlu tarafından tüketilen yağların neredeyse %30'u bitkisel kökenli

olup, başlıca zeytin, fıstık, Hindistan cevizi, pamuk, palmiye yağı, kolza, soya, ayçiçeği ve aspir gibi bitkilerden köken alır. Yağlı tohumlu bitkilerin tohum tutma başarısının ve tohumlarının yağ içeriğinin çapraz tozlaşma sağlayan polinatör ajanlar sayesinde çoğalması söz konusudur.

Bu kapsamda bitki-polinatör arasındaki etkileşimi ortaya koyabilmek adına polenin polinatör için besinsel değerinin ortaya konabilmesi gereklidir.

Polen; şeker, nişasta, yağ ve iz miktarda vitamin ve inorganik tuzun yanı sıra yüksek miktarda protein içermektedir [7]. Polenin bolluğu ve kalitesi, bitkinin tercih edilip edilmemesini etkileyen en önemli faktörlerdendir.

Polenin besin değeri, arıların bitki seçimini doğrudan etkilemektedir [31]. Arıların vücudunda sentezlenemeyen ve besinle dışarıdan alınması elzem olan 10 amino asit bulunmaktadır. Bunlar arginin, histidin, lizin, triptofan, fenilalanin, metionin, treonin, lösin, izolösin ve valindir [32]. Esansiyel amino asitlerin içeriğinin polenin toplam protein içeriği ile pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir [33]. Arıların protein kaynağı tercihlerini etkileyen başka faktörler de vardır. Polenin renk ve koku farklılığı [34], diğer esansiyel bileşikler [35], bitkisel metabolitler [36] ve toksik polenler [37] bu duruma örnek teşkil edebilir.

Bal arılarınca toplanan polenin protein konsantrasyonları ile ilgili yapılmış çalışmalarda, proteinin %2,5- 60 aralığında, oldukça geniş bir spekturuma sahip olduğu gözlenmiştir [38-41]. Arıların polen kaynağı olarak tercih ettikleri bitkiler, polenlerdeki toplam protein miktarları açısından karşılaştırıldığında Asteraceae familyasının spekturumun en sonlarında olduğu tespit edilmiştir [40, 42].

Çalışmamız sonucunda, en düşük polen protein miktarı Papaveraceae, Plantaginaceae ve Asteraceae familyası

üyelerinde tespit edilmiştir. En yüksek polen protein miktarı ise Rosaceae familyası polenlerinde bulunmuştur. En yüksek polen protein miktarı sahip diğer iki familya ise Brassicaceae ve Fabaceae'dir. Bal arısının topladığı polenler üzerinde Liolios ve ark. tarafından yapılan çalışma incelendiğinde Asteraceae familyası üyelerinin Rosaceae, Brassicaceae ve Fabaceae üyelerine oranla görece az proteine sahip olduğu görülmektedir [43].

Çalışma kapsamında polen tuzaklarından gelen örnekler içerisinde aspir polenine rastlanılmamış ancak polinasyon çadırı içerisindeki arıların bitki üzerinden beslendikleri tespit edilmiştir. Polinasyon çadırı içerisinde başka bir bitkinin bulunmaması aspir bitkisini arılar için cazip hale getirirken, açık alanda diğer bitkilerin daha çok tercih ediliyor olması bitki polenin toplam protein miktarı ile ilişkilendirilebilir. Ancak aspir bitkisinin toplam protein miktarına benzerlik gösteren taksonlar için farklı bir sebep söz konusu olabilir. Bu kapsamda daha ayrıntılı çalışmalar yapılarak arıların beslenme ekonomileri ile ilgili daha çok bilgi sahibi olunması gerekmektedir.

Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmaları Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: FDK-2016-10656). Çalışma, Çiğdem Özenirler'in doktorasının bir kısmından oluşmaktadır.

Kaynaklar

[1] Türk Dil Kurumu, Güncel Türkçe Sözlük. <http://www.tdk.gov.tr/index.php>, [Erişim Tarihi 12.II.2016].

[2] Goulson D, 2003. Bumblebees: their behaviour and ecology. Oxford University Press, USA.

[3] Seeley TD, 1985. The information-center strategy of honeybee

foraging. Fortschritte der Zoologie 31:75-90.

[4] Ruttner F, & Ruttner F 1988. Breeding techniques and selection for breeding of the honeybee: an introduction to the rearing of queens, the conduct of selection procedures and the operation of mating stations (No. SF 531. E9. R87 1989).

[5] Meixner MD, 2010. A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. Journal of Invertebrate pathology, 103, 80-S95.

[6] Özbek H, 2008. Türkiye'de iliman iklim meyve türlerini ziyaret eden böcek türleri. Uludağ Arıcılık Dergisi, 8(3), 92-103.

[7] Michener CD, 2007. The bees of the world, xvi, 953 pp. The Johns Hopkins University Press.

[8] Sorkun K, 2008. Türkiye'nin nektarlı bitkileri, polenleri ve balları. Palme Yayıncılık.

[9] Nicolson SW, 2011. Bee food: the chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two. African Zoology, 46(2), 197-204.

[10] Pérez-Arquillué C, Conchello P, Ariño A, Juan T, & Herrera A, 1995. Physicochemical attributes and pollen spectrum of some unifloral Spanish honeys. Food Chemistry, 54(2), 167-172.

[11] Somme L, Vanderplanck M, Michez D, Lombaerde I, Moerman R, Wathelet B, & Jacquemart, A L, 2015. Pollen and nectar quality drive the major and minor floral choices of bumble bees. Apidologie, 46(1), 92-106.

[12] Hu X, Yin S, Huang Z, Elomri A, Lu Y. 2016. A new Phenylpropanoid Derivative Isolated from Carthamus tinctorius L. Records of Natural Products, 10(1), 17-21.

- [13] Ben Moumen A, Mansouri F, Richard G, Abid, Fauconnier M L, Sindic M, & Serghini Caid H, 2015. Biochemical characterisation of the seed oils of four safflower (*Carthamus tinctorius*) varieties grown in north-eastern of Morocco. International Journal of Food Science & Technology, 50(3), 804-810.
- [14] Abrol DP, Shankar U, 2012. Pollination in oil crops: recent advances and future strategies. In Technological Innovations in Major World Oil Crops, Volume 2 (pp. 221-267). Springer New York.
- [15] Pfrival M, 1947. Pollen collection by *Apis mellifera*. New Phytologist, 46(1), 142-165.
- [16] Andrada AC, Tellería MC, 2005. Pollen collected by honey bees (*Apis mellifera* L.) from south of Caldén district (Argentina): botanical origin and protein content. Grana, 44(2), 115-122.
- [17] Wodehouse RP, 1935. Pollen Grains: Their Structure. McGraw Hill.
- [18] Erdtman G, 1969. Handbook of palynology: Morphology, taxonomy, ecology. An introduction to the study of pollen grains and spores. Hafner.
- [19] Markgraf V, d'Antoni HL, 1978. Pollen flora of Argentina. Tucson: Arizona, University of Arizona Press viii, 208p.-Illus., map, keys. Palynology. Geog, 4.
- [20] Moore PD, Webb JA, Collison ME, 1991. Pollen analysis. Blackwell Scientific Publications.
- [21] Nilsson S, Pragłowski J, Nilsson L, 1977. Atlas of airborne pollen grains and spores in Northern Europe. Stockholm: Natur och Kultur 159p.-Illus., maps.. Maps. Geog, 1.
- [22] Faegri K, Kaland P E, Krzywinski K, 1989. Textbook of pollen analysis(No. Ed. 4). John Wiley & Sons Ltd.
- [23] D'Albore GR, 1997. Textbook of melissopalynology. Apimondia Publishing House.
- [24] Bradford MM, 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72(1-2), 248-254.
- [25] Delaplane KS, Mayer DR, Mayer DF, 2000. Crop pollination by bees. Cabi.
- [26] Winfree R, Gross B J, Kremen C, 2011. Valuing pollination services to agriculture. Ecological Economics, 71, 80-88.
- [27] Durán X A, Ulloa RB, Carrillo JA, Contreras JL, Bastidas MT, 2010. Evaluation of yield component traits of honeybee-pollinated (*Apis mellifera* L.) rapeseed canola (*Brassica napus* L.). Chilean Journal of Agricultural Research, 70, 309-314.
- [28] Senkal BC, Kiralan M, Ramadan MF, 2016. Impact of harvest times on the quality characteristics of oils recovered from different safflower (*Carthamus tinctorius*) cultivars sown in spring and autumn. European Food Research and Technology, 242(3), 371-381.
- [29] Gecgel U, Demirci M, Esendal E, Tasan M, 2007. Fatty acid composition of the oil from developing seeds of different varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of the American Oil Chemists' Society, 84(1), 47-54.
- [30] Esendal E, Bergman JW, Henning Mündel H, 2001. Safflower production and research in Turkey. In Proceedings of the 5th International Safflower Conference, Williston, North Dakota and Sidney, Montana, USA, 23-27

July, 2001. Safflower: a multipurpose species with unexploited potential and world adaptability (pp. 203-206). Department of Plant Pathology, North Dakota State University.

[31] Keller I, Fluri P, Imdorf A, 2005. Pollen nutrition and colony development in honey bees: part 1. *Bee World*, 86(1), 3-10.

[32] Groot APD, 1953. Protein and amino acid requirements of the honeybee (*Apis mellifica* L.). *Phys Comp Oec.* 1953;3:197–285.

[33] Wille H, Wille M, Kilchenmann V, Imdorf A, Buhlmann G, 1985. Pollenernete und Massenwechsel von drei *Apis millefera*-Völkern auf demselben Bienenstand in zwei aufeinanderfolgenden Jahren. *Revue Suisse de Zoologie*, 92(4), 897-914.

[34] Cook S M, Awmack CS, Murray DA, Williams IH, 2003. Are honey bees' foraging preferences affected by pollen amino acid composition? *Ecological Entomology*, 28(5), 622-627.

[35] Herbert EW, 1992. Honey bee nutrition. *The hive and the honey bee*, 197-233.

[36] Awmack CS, Leather SR, 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual review of entomology*, 47(1), 817-844.

[37] Schmidt JO, Buchmann SL, Glaum M, 1989. The nutritional value of *Typha latifolia* pollen for bees. *Journal of Apicultural Research*, 28(3), 155-165.

[38] Stanley RG, Linskens HF, 1974. Pollen: Biology. *Biochemistry, management*, 33-36.

[39] Almeida-Muradian LB, Pamplona LC, Coimbra S, Barth OM, 2005. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets.

Journal of Food Composition and Analysis, 18(1), 105-111.

[40] Roulston TA H, Cane JH, 2000. Pollen nutritional content and digestibility for animals. *Plant Systematics and Evolution*, 222(1-4), 187-209.

[41] Basualdo M, Barragán S, Vanagas L, García C, Solana H, Rodríguez E, Bedascarrasbure E, 2013. Conversion of high and low pollen protein diets into protein in worker honey bees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, 106(4), 1553-1558.

[42] Nicolson SW, Human H, 2013. Chemical composition of the 'low quality' pollen of sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae). *Apidologie*, 44(2), 144-152.

[43] Liolios V, Tananaki C, Dimou M, Kanelis D, Goras G, Karazafiris E, Thrasyvoulou A, 2016. Ranking pollen from bee plants according to their protein contribution to honey bees. *Journal of Apicultural Research*, 1-11.