

DERLEME / REVIEW

TÜRKİYE'DE YETİŞTİRİLEN ANA ARILARIN FİZİKSEL KALİTE KRİTERLERİ VE TÜRKİYE ARICILIĞI İÇİN ÖNEMİ

Physical Quality Criteria of Queen Bees Reared in Türkiye and Their Importance for Turkish Beekeeping

Mahir Murat CENGİZ^{1*} Servet ARSLAN²

¹Atatürk Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Erzurum, TÜRKİYE, Yazışma Yazarı / Corresponding author E-posta: mcengiz@atauni.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-9844-4229

²Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Bölümü, Antalya, TÜRKİYE, E-posta: servetarслан@akdeniz.edu.tr, ORCID No: 000-0003-3892-8130

Geliş Tarihi / Received: 07.08.2023

Kabul Tarihi / Accepted: 19.09.2023

DOI: 10.31467/uluaricilik.1339186

ÖZ

Derleme, ana arıların fiziksel kalitesini etkileyen hayati parametreleri incelemektedir. Beslenme, çevre koşulları ve yetiştirme teknikleri gibi faktörlere odaklanan çalışma, bu kriterlerin bal arısı kolonilerinin genel sağlığı ve üretkenliği üzerindeki doğrudan etkisinin altını çiziyor. Gelişmiş koloni performansı ve hastalıklara karşı direnç sağlamak için sağlam ve genetik olarak çeşitli ana arıların seçilmesinin önemini vurgulamaktadır. Ticari işletmelerde yüksek kaliteli ana arıların benimsenmesini teşvik ederek, Türkiye'deki bal arısı popülasyonlarının canlılığını ve sürdürülebilirliğini artırmayı amaçlamaktadır. Bu çalışma sayesinde, Türk arıcılık endüstrisindeki arıcular ve paydaşlar, ana arı üretiminde fiziksel kalite standartlarına bağlı kalmanın önemine dair önemli bilgiler edinmektedir. Arıcular önerilen kriterleri uygulayarak bal üretimini artırabilir, tozlaşma hizmetlerini iyileştirebilir ve ülke florasının korunmasına katkıda bulunabilir. Sonuç olarak, bu çabalar Türkiye'de sağlam ve sürdürülebilir bir arıcılık sektörünün büyümesini destekleyecektir.

Anahtar Kelimeler: Bal arısı, Ana arı, Ana arı yetiştirme, Üreme özellikleri, Kalite kriterleri

ABSTRACT

The review, investigates the vital parameters that influence the physical quality of queen bees. Focusing on factors like nutrition, environmental conditions, and breeding techniques, the study underscores the direct impact of these criteria on the overall health and productivity of honeybee colonies. It highlights the importance of selecting robust and genetically diverse queens to ensure improved colony performance and disease resistance. It aims to increase the viability and sustainability of honey bee populations in Türkiye by encouraging the adoption of high-quality queen bees in commercial enterprises. Through this study, beekeepers and stakeholders in the Turkish beekeeping industry gain crucial insights into the importance of adhering to physical quality standards in queen bee production. By implementing the recommended criteria, beekeepers can boost honey production, improve pollination services, and contribute to preserving the country's flora. Ultimately, these efforts will support the growth of Türkiye's robust and sustainable beekeeping sector.

Keywords: Honeybee, Queen bee, Queen rearing, Reproductive features, Quality criteria

DERLEME / REVIEW

EXTENDED ABSTRACT

Purpose: Queen bees are the heart of every honeybee colony, playing a crucial role in ensuring its productivity and sustainability. Queen bee quality is influenced by various factors that can significantly impact the overall health, productivity, and longevity of honeybee colonies. Understanding these factors is essential for beekeepers to ensure the acquisition and maintenance of high-quality queens. The quality of queen bees is affected by genotype, breeding methods, breeding season, feeding, larval age and number of grafted larvae. A queen's quality can be determined by measuring her morphological features and reproductive organs. As the Turkish beekeeping industry continues to grow, the quality of queens becomes an essential factor in maintaining healthy and thriving bee colonies. This review explores the critical quality criteria in queens reared by commercial queen enterprises and their significance for Turkish beekeeping.

Discussion: Queen weight is a physical characteristic critical to evaluating the quality of honeybee queens. The starting weight of egg-laying in queen bees; has a significant effect on the queen acceptance rate, the diameter of spermathecae, the number of spermatozoon in spermatheca and egg laying rate. The size of spermathecae in a queen is also affected by the queen's genetic source and rearing conditions. Queens reared from newly hatched larvae have larger spermathecae. Honey bee queens can mate with 6 to 26 drones, averaging 12-14.

The quality of mating plays a critical role in determining queen bee quality. Queens mated with a diverse range of drones tend to exhibit higher genetic diversity, contributing to stronger colonies with improved disease resistance and adaptability. Adequate access to drone populations and optimal mating conditions are essential for maximizing genetic diversity and enhancing queen quality. Genetic makeup plays a crucial role in determining queen bee quality. The genetic traits inherited by the queen bee can influence her behavior, productivity, disease resistance, and overall performance. Beekeepers should prioritize selecting queens from genetically diverse and healthy stock to enhance the resilience and productivity of their colonies. The longevity of the queen beequeen bee's longevity is inextricably linked with a sufficient number of viable enough viable stored sperm in the spermatheca. Therefore, insemination success is very important.

Conclusion: Understanding and addressing these factors that affect queen bee quality empower beekeepers to make informed decisions and take proactive measures to ensure the acquisition and maintenance of high-quality queens. By prioritizing genetics, proper queen-rearing practices, mating diversity, nutrition, health, and environmental considerations, beekeepers can contribute to the strength and productivity of their honeybee colonies.

GİRİŞ

Türkiye, uygun iklimi, bitki örtüsü, 8 milyondan fazla bal arısı kolonisi ve 100.000 tonun üzerinde bal üretimi ile dünyada arıcılıkta önde gelen ülkelerden biridir (Tuik 2023). Türkiye'de ana arı ihtiyacı koloni varlığı esas alındığında yaklaşık yıllık dört milyon adet olarak görülmektedir. Türkiye'de Tarım Bakanlığı'ndan ana arı üretim izni almış toplam 526800 adet ana arı üretim kapasitesine sahip 157adet işletme ve diğerleri bu ihtiyacın, en iyimser şartlarda %10-15'ini karşılamaktadırlar (Anonim 2023). Arıcılık faaliyeti içerisinde genç ve kaliteli ana arının önemli bir faktör olarak kabul edildiği modern arıcılıkta, ana arı açığının çok fazla olduğu açıkça görülmektedir. Ana arı üretiminin geriye kalan büyük kısmı ise (doğal oğul ve bölme) doğal yollarla ve kontrolsüz olarak yapılmaktadır. Bu durum ise hem miktar hem de kalite açısından yetersiz ana arı üretimine neden olmaktadır. Ana arı üretiminin nicelik ve nitelik olarak gerekli seviyelere çıkarılması, arıcılık faaliyetinin gelir artışını yüksek düzeyde etkilemekle birlikte ana arı üretim faaliyetine dair yeni bir gelir ve istihdam alanı oluşacaktır.

Koloninin yumurtlama yeteneğine sahip tek bireyi olan ana arı, koloninin hayatta kalmasını sağlamak ve sosyal yapısını korumaktan sorumludur. Kaliteli ana arılar üretmek bal arısı kolonilerinin performansını artırabilir (Cengiz vd. 2019) Koloninin hayatta kalması ana arıya ve onun üreme yeteneğine bağlıdır (Villar vd. 2019; Amiri vd. 2020). Ana arı, hem sosyal hem de genetik nedenlerle koloni içindeki en önemli bireydir. Ana arıların üreme kapasitesinin değerlendirilmesi, koloni verimliliğini etkileyen faktörler hakkında yararlı bilgiler sağlayabilir (De Souza vd. 2019). İşçi arılar, yaşlı, sakat ve performansı düşen ana arıları veya koloni ana arısını herhangi bir nedenle kaybettiğinde yeni ana arılar yetiştirir (Genç ve Cengiz 2019).

Bir ana arının kalitesine etki eden faktörlerden olan üreme organları ve morfolojisi hakkındaki özellikler

DERLEME / REVIEW

ölçülerek belirlenebilir (Tarpy vd. 2011, Gałka vd. 2014). Bir ana arıyı üreme bakımından üstün kılan fiziksel özellikleri; metabolizma, daha iri ve uzun yumurtalıklar, büyük ve spermatozoonlarla dolu spermateka şeklinde sıralayabiliriz (Tarpy vd. 2000, Arslan vd. 2021). Aşılardan larvaların yaşı arttıkça spermatekanın boyutu, yumurtalıklardaki yumurtalıkların sayısı ve ana arının vücut ağırlığı azalır (Okuyan ve Akyol 2018, Ozbakır 2021). Ayrıca, ana arının çıkış ağırlığı, spermatekanın boyutu ve yumurtalıkların sayısı ile ilişkilidir (Woyke 1971). Fiziksel kalite açısından en iyi ana arı yetiştirme mevsimi nektar ve polenin bol olduğu nektar akım dönemidir (Genç ve Cengiz 2019).

Yeni çıkan ana arıların kalitesi genellikle göğüs genişliği, kanat uzunluğu ve çıkış ağırlığı dahil olmak üzere çeşitli dış morfolojik özelliklerle ölçülür (Delaney vd. 2011, De Souza vd. 2013). Göğüs genişliği, kanat uzunluğu ve çıkış ağırlığı gibi morfolojik ölçümler, çiftleşme başarısı (Tarpy vd. 2011) ve çiftleşme uçuşlarında erkek arılara ana arı çekiciliği ile yüksek oranda ilişkili olan genel vücut yapısını değerlendirmek için uygun verilerdir (Rangel vd. 2016). Ana arının büyüklüğü ve bununla ilişkili fenotipler, neredeyse tamamen larva yetiştirme ortamı, özellikle de larvaların gelişimleri boyunca aldıkları arı sütü diyetine bağlı olarak değişim gösterir (Njeru vd. 2017).

Ana arının damızlık değeri koloni performansına etki etmektedir. Bazı saha araştırmaları, yumurtadan yeni çıkmış larvalardan üretilen ve ergin çıkış ağırlığı 200 mg'dan daha ağır olan yüksek kaliteli ana arıların, yaşlı larvalardan üretilen ve ergin çıkış ağırlığı 180 mg'dan daha hafif olan düşük kaliteli ana arılara göre önemli ölçüde daha büyük koloniler oluşturduğunu göstermiştir. Vücut ağırlığı 200 mg'dan daha fazla olan ana arılar, daha yüksek kuluçka etkinliğine, daha fazla arı ekmeğine ve daha büyük popülasyonlar ile en verimli kolonileri oluşturmuştur (Akyol vd. 2008, De Souza vd. 2013, Rangel vd. 2013).

Ana arının gözden çıkış ağırlığının çiftleşme öncesi süre, ana arı kabul oranı, spermatekadaki spermatozoa sayısı, spermatekanın çapı ve yumurtlama kapasitesi üzerinde önemli bir etkisi vardır (Akyol vd. 2008). Ana arı kalitesini ifade etmek için baş genişliği, göğüs genişliği ve kanat uzunlukları gibi bazı morfolojik özellikler incelenmiştir (Dedej vd. 1998, Gilley vd. 2003).

Ana arıların göğüs genişliği, hem çiftleşme sayısı hem de depolanan sperm sayısı ile pozitif olarak

ilişkili bulunmuştur (Delaney vd. 2011). 0 ve 2 günlük larvalardan yetiştirilen ana arıların morfolojik ve üreme özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, iki grup arasında çıkış ağırlığı ve göğüs genişliği açısından fark bulunurken, baş genişliği açısından fark bulunmamıştır (Tarpy vd. 2000). Ana arıların kanat uzunlukları farklı yaşlarda larva transferinden ve ek beslenmeden etkilenmemiştir (Mahbobi vd. 2012).

Ana arılarla ilgili olarak "kalite" terimi, belirli niceliksel fiziksel ve davranışsal karakterleri ifade eder. Genellikle yüksek kaliteli bir ana arının aşağıdaki fiziksel özelliklere sahip olması gerektiğine inanılır: yüksek canlı ağırlık; çok sayıda yumurta tüpü; büyük boyutta spermateka; spermatekada yüksek sayıda spermatozoa; ve hastalık ve zararlılardan arınmış olmak (Hatjina vd. 2014). Bununla birlikte, bir bal arısı kolonisinin performansının, ana arının yanı sıra onunla çiftleşen erkek arıların işlevinin bir sonucu olduğu da bilinmektedir. Bu iki yaklaşım genellikle birlikte ele alınır ve ana arı üretim tekniği ve seçiminin genel bir resmini verir (Amiri vd. 2017).

Ana arılar her bal arısı kolonisinin kalbidir ve üretkenliğini ve sürdürülebilirliğini sağlamada çok önemli bir rol oynar (Genç ve Cengiz 2019). Türkiye arıcılık endüstrisi büyümeye devam ettikçe, ana arıların kalitesi sağlıklı ve gelişen arı kolonilerinin sürdürülmesinde önemli bir faktör haline gelecektir. Bu derlemede, ticari ana arı işletmelerinde yetiştirilen ana arılarda yer alan kilit kalite kriterlerini ve bunların Türkiye arıcılığı için önemini irdelemeyi amaçlamaktadır.

ANA ARIDA FİZİKSEL KALİTE KRİTERLERİ

Ana arılar, bal arısı kolonisinin temel üyeleridir, yumurtlamaktan ve kovanın hayatta kalmasını sağlamaktan sorumludur. Ana arıların fiziksel kalitesini değerlendirmek söz konusu olduğunda, araştırmacılar birkaç özel kriter ararlar. Bu kriterler, ana arının genel sağlığını, üretkenliğini ve üreme potansiyelini gösterebilir. Ana arıları değerlendirmek için kullanılan temel fiziksel kalite kriterlerinden bazıları şunlardır; İyi kalitedeki bir ana arının 200 mg ve üzeri çıkış ağırlığına, çok sayıda yumurta tüpü sayısına ve yaklaşık 1.2 mm çapında spermatekaya sahip olması gerekir. Bunların yanı sıra, ana arının başarılı bir çiftleşme yaparak spermateka kesesinde yeterli miktarda spermatozoa depolaması (5 milyon civarında) ve hastalık ve zararlılardan arı olması gerekir (Hatjina vd. 2014).

FİZİKSEL KALİTE

Ana Arı Ağırlığı ve Vücut Büyüklüğü

Ana arı ağırlığı, ana arı kalitesini değerlendirmek için kritik olan fiziksel bir özelliktir (Kahya vd. 2008, Tarpy vd. 2012). Yaygın olarak kullanılan ölçüler, çiftleşmeden sonraki ağırlık ve yumurtlamanın başlangıcındaki ağırlık olmuştur (Jackson vd. 2011). Çoğu zaman, ana arı çıkış ağırlığı, büyük ölçüde değişen bir ölçü olan ana arı kalitesinin bir göstergesi olarak kullanılır (Akyol vd. 2008). Bu varyasyon, genetik arka plan, transfer edilen larva yaşı, sezon ve koloninin yetiştirme koşulları dahil olmak üzere çeşitli faktörlerden etkilenir (Collins and Pettis 2013). Bir ana arının ağırlığı, yaşamının farklı dönemlerinde değişir (Hatjina vd. 2014).

Çiftleşmemiş ana arılarda canlı ağırlık, ilk 36 saatte en hızlı kayıpla birlikte, çıkıştan çiftleşmeye kadar kademeli olarak azalır. Ağır ana arılarda ise ağırlık kaybı orta ve hafif ana arılardan daha fazladır (Skowronek vd. 2004). Çiftleşmeden sonra, ana arılar ağırlıklarını çıkış sonrası seviyelere geri kazanmaya başlarlar (Harano vd. 2007). Bu beklenen bir durumdur, çünkü çiftleşme uçuşu yeterli kaldırma ve uçuş süresi için daha hafif bir gövde gerektirir, aksi takdirde çiftleşme başarısını azaltabilir (Hayworth vd. 2009). Ana arı çiftleştikten ve yumurtlamaya başladıktan sonra, ana arının yumurtalıkları gelişmeye başlar ve bu da vücut ağırlığının artmasına önemli ölçüde katkıda bulunur (Shehata vd. 1981).

Ana arının ağırlığı, ana arının işçi arılar için çekiciliği, çiftleşme ve üreme başarısı ile önemli bir kriterdir (Delaney vd. 2011). Ayrıca vücut ağırlığı, anasız bir koloniye yeni bir ana arı verildiğinde kabul oranını pozitif yönde etkiler (Moretto vd. 2004). Ana arı ağırlığı, çiftleşme uçuşu sayısı ve genel çiftleşme başarısı arasında pozitif bir ilişki olduğu yönünde bir çok araştırma vardır (Kahya vd. 2008, Delaney vd. 2011, Tarpy vd. 2012). Ana arı çıkış ağırlığı çiftleşme ile ilişkili görünmesede (Kahya vd. 2008), çıkıştaki daha ağır ana arılar, yapay olarak tohumlandıktan sonra daha düşük ağırlığa sahip ana arılara göre yumurtlamayı daha geç başlatma eğilimindedir (Skowronek vd. 2004).

Diğer taraftan, ana arı ağırlığının yumurtalık ağırlığı, yumurta tüpü boyutu ve sayısı, spermatekanın çapı ve depolanan spermatozoa sayısı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Woyke 1971, Tarpy vd. 2011). Ağırlık, boyut ve fizyolojik durumun bütünlüğü bir ölçüsüdür.

Bu nedenle, canlı ağırlığın ana arı kalitesinin en bilgilendirici göstergesi olduğu kabul edilebilir (Amiri vd. 2017).

Üreme Organları

Yumurtlayan bir ana arıda, yumurtalıklar karın boşluğunun büyük çoğunluğunu işgal eder (Winston, 1987). Yumurtalıkların ağırlığı, ana arıların üreme potansiyelini değerlendirmek için fiziksel kriterlerden biri olarak araştırılmıştır (Kahya vd. 2008; Gregorc ve Škerl 2015). Çiftleşmemiş ana arıların yumurtalıkları morfolojik olarak farklıdır ve yumurtlayan ana arılara göre daha küçüktür (Shehata vd. 1981, Gilley vd. 2003). Yumurta üretimi için iyi gelişmiş yumurtalıklar gerektiğinden, yumurtlayan ana arıların yumurtalıkları çiftleşmemiş ana arıların yumurtalıklarından yaklaşık sekiz kat daha büyüktür (Shehata vd.1981).

Yumurtalık gelişimi, çiftleşmeden hemen sonra meydana gelir ve ana arıda fizyolojik ve davranış değişiklikleri ile ilişkilidir (Richard vd. 2007, Niño vd. 2013). Yumurtlayan bir ana arıda yumurtalıkların ağırlığı, yalnızca yumurta tüpü sayısına değil, aynı zamanda içlerindeki yumurtaların sayısına ve gelişim aşamasına da bağlıdır. Kış aylarında, ana arıların yumurtlama kapasitesi azalır veya durur, bu da ana arının daha küçük ve daha az gelişmiş yumurtalıklara sahip olmasına neden olur (Shehata vd. 1981). Yumurtalık boyutu ve fertilité genellikle pozitif olarak ilişkilidir (Tarpy vd. 2000). Bununla birlikte, belirli koşullar altında, belki de stres veya hastalık nedeniyle, bu ilişki geçerli olmayabilir (Kahya vd. 2008).

Yumurta tüpü sayısı, bir ana arının yaşamı boyunca herhangi bir zamanda değerlendirilebilir, ancak en güvenilir şekilde çiftleşmeden birkaç ay sonra değerlendirilmesidir (Carreck vd. 2013). Yumurta tüpü sayısına ek olarak, bir ana arının yumurtalığının boyutu, ana arının yaşamı boyunca daha esnek olan ve onun fizyolojik durumunu yansıtan yumurtalıkların uzunluğu ile belirlenir. Sol ve sağ yumurtalıklar arasındaki simetri olup olmaması ana arıya veya ırklara göre değişim gösterebilir (Jackson vd. 2011, Hatjina vd. 2014). Ana arı yumurtalığının boyutu ve simetrisi larva beslenmesinden etkilenir ve ana arı üretimi sırasında ana arı hücrelerine aktarılan larvaların yaşı kritik öneme sahiptir (Woyke 1971: Dedej vd. 1998).

Çiftleşmeden sonra spermatozoa, ana arının kalan ömrü boyunca spermatekada saklanır (Winston 1987). Depolanan sperm sayısı ve canlılığı, ana

DERLEME / REVIEW

arının üreme kapasitesinin ve yaşam süresinin iki kritik ölçüsüdür (Al-Lawati vd. 2009). Bu nedenle, spermateka boyutu, fiziksel ana arı kalitesinin başka bir geçerli ölçüsüdür, çünkü daha büyük spermateka daha fazla sperm depolayabilir. Spermateka duvarı, dahili olarak kalın bir müsinöz kütikül ile kaplanmış ve geniş bir trakeal ağ ile kaplanmış tek bir kolumnar epitel tabakasından oluşur (Carreck vd. 2013). Spermateka boyutu trakeal ağ ile veya ağ olmadan ölçülebilir ve yüksek kaliteli ana arılar için çapı 1,2 mm'den büyük olmalıdır (Hatjina vd. 2014).

Bir ana arıdaki spermatekanın boyutu, ana arının yetiştirme koşullarından ve genetik kaynağından da etkilenir ve ana arının başlangıçta larva olarak yetiştirildiği yaşla ters orantılıdır (Tarpy vd. 2000, Tarpy vd. 2012). Yumurtadan çıkmış larvaların transferiyle yetiştirilen ana arıların daha büyük spermateka çapına sahip olduğu bildirilmiştir (Gilley vd. 2003). Bu ölçüm, hacmin doğrudan bir tahmini olarak ve spermateka'da depolanan teorik maksimum spermatozoa sayısının dolaylı bir tahmini olarak kullanılmıştır (Tarpy vd. 2012, Collins ve Pettis 2013). Bununla birlikte, deneysel çalışmalarda spermatekanın nadiren tamamen dolu olduğu gözlenmiştir (Tarpy vd. 2012).

Ana Arının Çiftleşme Sayısı ve Kalitesi

Bal arısı ana arıları hayatlarının çok erken dönemlerinde (1-2 haftalık), erkek arılarla çiftleşmek için bir veya birkaç çiftleşme uçuşuna çıkarlar (Al-Lawati vd. 2009). Çiftleşme genellikle, muhtemelen akrabalı çiftleşmeyi önlemek için kendi arılığındaki kolonilerinden çok daha uzakta olan erkek arı toplanma alanlarında gerçekleşir (Koeniger vd. 2014). Ana arılar, ortalama 12-14 olmak üzere 6 ila 26 arasında değişen erkek arıyla çiftleşebilir (Kraus vd., Delaney vd. 2011).

Bu tür tahminler tipik olarak, alt ailelerin sayısını ve dolayısıyla çiftleştiği erkek arıların sayısını belirlemek için bir ana arının işçi yavrularına uygulanan genetik belirleyici analiz yöntemi kullanılarak elde edilmiştir (Tarpy ve Nielsen 2002, Delaney vd. 2011). Böcekler arasındaki çok eşliliği açıklamak için düzinelerce teori vardır (Boomsma and Ratnieks 1996, Palmer and Oldroyd 2000). Bireysel düzeyde çoklu çiftleşmenin zindelik maliyetleri kesinlikle olsa da (Amiri vd. 2016), çok eşliliğin birkaç karşı dengeleyici faydası mevcuttur. Belki de en önemlisi, çoklu çiftleşme, koloni içindeki genetik çeşitliliği artırarak, koloni içinde yeni biyotik veya abiyotik tehditlere dayanacak genetik

kaynakların var olma olasılığının artmasına yol açar (Rueppell vd. 2008).

Daha spesifik olarak, çoklu çiftleşmenin, depolanan sperm sayısında artış da dahil olmak üzere faydalar sağladığı gösterilmiştir (Delaney vd. 2011). Daha spesifik olarak, ana arının çok sayıda erkek arıyla çiftleşmesi, depolanan sperm sayısında ve ana arı çekiciliğinde artış, koloni içinde gelişmiş iş bölümü, kuluçka sıcaklığının stabilizasyonu, işçi arılar arasında gelişmiş iletişim, azalan hastalık insidansı gibi koloni büyümesini ve hayatta kalmasını olumlu yönde etkileyen faydalar sunduğu gösterilmiştir (Delaney vd. 2011, Carr-Markell vd. 2013).

Çiftleşme sayısının genellikle genetik çeşitlilik için bir yöntem olarak kullanıldığına dikkat edilmelidir. Eğer erkek arıların akrabalık düzeyleri yüksekse veya düşük genetik çeşitlilik sergiliyorsa, ana arı ve koloni için çoklu çiftleşme avantajı ortadan kalkacaktır. Bununla birlikte, genel olarak, artan çiftleşme sayısı ve bunun sonucunda koloni içi genetik çeşitlilik, ana arıların üreme kalitesini belirlemek için bir başka önemli kriterdir (Seeley and Tarpy 2007).

Başarılı çiftleşme, genetik çeşitliliği ve genel koloni performansını sağlamak için çok önemlidir. Ticari işletmeler, ana arıların damızlık değeri yüksek erkek arılarla uygun şekilde çiftleşmesini sağlamalıdır. Çiftleşme alanları üzerinde kontrolü sürdürmek ve akrabalı çiftleşmeyi önlemek, genetik çeşitlilik ve dayanıklı bal arısı kolonileri üretmek için çok önemlidir.

Tohumlama Başarısı

Ana arının uzun ömürlü olması, spermatekada yeterli sayıda canlı depolanmış sperm ile önemli şekilde bağlantılıdır. Çünkü ana arılar genellikle sperm tükenmesinin bir sonucu olarak işçi arı gözlerine döllememiş erkek arı yumurtaları bırakmaya başladıklarında değiştirilirler (Winston, 1987). Sperm depolamanın kritik aşaması, çiftleşmeden hemen sonra bir ana arı, genital sistemindeki yumurta kanallarında ortalama 10–20 µL semen (100 milyon spermatozoa) ile kovana döndüğünde gerçekleşir (Woyke, 1983).

Bu semenin büyük çoğunluğu boşaltılır ve her erkek arının sperminin yalnızca %3-%5'i aktif olarak depolandığı spermateka'ya göç eder (Woyke, 1962). Bir ana arının spermatekasında depolanan tahmini sperm sayısı, üreme kalitesini değerlendirmek için kullanılmaktadır (Delaney vd. 2011). Woyke (1962), üç milyondan az sperm taşıyan ana arıları yetersiz çiftleşmiş olarak değerlendirmesine rağmen, farklı

DERLEME / REVIEW

araştırmalar ticari olarak üretilen ana arıların %13,6-%19,0'ının bu eşiğin altında olduğunu göstermiştir (Camazine vd. 1998, Tarpy vd. 2012). Spermatozoanın canlılığı aynı zamanda çiftleşme ve üreme başarısı için çok önemli bir parametredir ve çiftleşme ve depolama boyunca yüksek seviyede muhafaza edilmelidir (Den Boer vd. 2009). Sperm depolandıktan sonra, sperm hücreleri hareketsiz kalır ve ana arı spermi birkaç yıl boyunca canlı tutmak için onlara spermatekal bezden salgılar sağlar (King vd. 2011). Ticari olarak üretilen ana arılarda sperm canlılığı, ortalama %83,7 ile ana arı üreticileri arasında önemli farklılıklar göstermiştir (Hatch vd. 1999). Genel olarak, daha yaşlı ana arıların spermatekalarında daha yüksek sperm ölümleri gözlenir (Lodesani vd. 2004). Yaşlı ana arıların spermatekalarında depolanan spermatozoanın hareket modelleri bile genç ana arılardan daha yavaştır (Al-Lawati vd. 2009).

Ana arı Sağlığı

Ana arılar işçilere göre enfeksiyonlara karşı daha az duyarlı olduğu bilinmektedir (Rueppell vd. 2016). Ana arılar, onları enfeksiyondan korumak için fiziksel ve sosyal engeller sağlayabilen genç işçi arılar tarafından sürekli olarak bakılır ve beslenir (Amiri vd. 2014). Bu tür sosyal bağışıklık mekanizmalarına ek olarak, ana arılar ayrıca bireysel bağışıklık savunmaları ile doğal olarak daha iyi donatılmış olabilir (Chen vd. 2012).

Bununla birlikte, ana arılar, bir koloninin diğer üyeleri gibi, hem *N. apis* hem de *N. ceranae* tarafından enfekte olabilir (Traver and Fell 2012). Nosema ile enfekte olmuş ana arılar, yumurtlama kapasitelerinde bir düşüş yaşayabilir. Hastalık ilerledikçe, enfeksiyon ana arının üreme sistemini bozarak günde bırakabileceği yumurta sayısında azalmaya yol açar. Yumurtlamadaki bu azalma, işçi arı popülasyonlarının daha yavaş oluşmasına ve potansiyel olarak zayıflamış kolonilere yol açar (Botías vd. 2012).

Varroa nadiren ana arı kuluçkasında görünmesine rağmen, koloninin diğer üyelerinde, ağırlık kaybı, uçuş kabiliyetinde azalma, yaşam süresinin kısalması ve bağışıklığı zayıflatarak koloniyi hastalıklara açık hale getirmekte (Martin vd. 2012) ve dolaylıda olsa ana arıyı besin zinciri yoluyla etkileyebilir Trakeal akar istilasının ana arılarda çiftleşme, hayatta kalma ve ana arıların performansını bozup bozmadığı henüz bilinmemesine rağmen, bu akara karşı oldukça hassas oldukları bilinmektedir (Amiri vd. 2017).

Deforme kanat virüsü (DWV), varroa akarı istilası ile ilişkili, neredeyse her yerde bulunan ve kalıcı bir virüstür. Çiftleşme yoluyla ana arıya geçer (Amiri vd. 2016).

Diğer taraftan, üreme organlarında yüksek bir virüs yoğunluğu, yumurtalık dejenerasyonuna yol açabilir veya muhtemelen depolanmış sperm canlılığını etkileyebilir (Yañez vd. 2012). Bu nedenle, üreme performansında DWV kaynaklı ciddi bir düşüş ana arının değiştirilmesine sebep olabilir. Besin yoluyla geçtiği sanılan tulumu yavru çürüklüğünün ana arıların yumurtalıklarında tespit edildiği bildirilmiştir (Chen vd. 2012). Yine kronik arı felci işçi arıları etkilediği gibi ana arıyı da etkilemekte hareketlerin yavaşlaması ve bacaklarda titremeye neden olmaktadır (Amiri vd. 2014).

SONUÇ

Ticari ana arı işletmeleri tarafından yetiştirilen ana arıların kalitesi Türkiye'de arıcılık sektörü için büyük önem taşımaktadır. **İşte bazı nedenler;**

- 1. Bal Üretimini artırılması:** Yüksek kaliteli ana arılar, artan bal üretim kapasitesini artıran koloniler oluşturabilir ve bu da arıcılar için bal verimini olumlu yönde etkiler.
- 2. Yerli Genetik Kaynakların Korunması:** Bölge şartlarına yüz yıllardır uyum sağlamış yerli genotipler çevresel streslere ve hastalık salgınlarına karşı daha dirençlidir. Yerli genotipler ile çalışmak koloni kaybı riskini azaltır ve Türkiye arıcılık sektörünün sürdürülebilirliğini artırır. Bu konuda ilgili bakanlığın ticari ana arı üreticileri için yerli üretime yapacağı teşvikler hem yerli genotiplerin kullanımını yaygınlaştıracak, hem de kaçak yollarla ülkeye sokulan farklı genotipten ana arıların önüne geçilmiş olacaktır.
- 3. Polinasyon Hizmetleri:** Güçlü ve üretken koloniler, etkili tozlaşma hizmetlerine önemli ölçüde katkıda bulunur, Türk tarımına fayda sağlar ve ürün verimini artırır.
- 4. Ekonomik Faydalar:** Geliştirilmiş koloni verimliliği ve genel sağlık, Türk arıcıları için ekonomik faydalara dönüşerek arıcılık endüstrisinin büyümesini teşvik eder.

Ticari ana üretim işletmelerine tavsiyelerimiz ise;

1. Ticari ana arı işletmeleri, yetiştirme programlarında genetik çeşitliliğe öncelik vermelidir. Farklı bir genetik havuz, bal arılarının

DERLEME / REVIEW

çeşitli çevresel faktörlere ve hastalıklara karşı uyum sağlama kabiliyetini ve direncini artırır. İşletmeler, arı ürünleri üretimi, sakinlik, hijyenik eğilimleri ve zararlılara ve patojenlere karşı direnç gibi özelliklerin seçilmesine odaklanan iyi planlanmış yetiştirme programlarından yararlanabilirler.

2. Ticari işletmeler tarafından yetiştirilen ana arılar, hastalık ve patojenlerden arınmış olduklarından emin olmak için sıkı bir sağlık taramasından geçmelidir. Amerikan yavru çürüklüğü, Avrupa yavru çürüklüğü ve Varroa akarları gibi hastalıklar arı kolonilerini önemli ölçüde etkileyebilir. Hastalığa dayanıklı ana arılar, ülke arıcılığının sürdürülebilir gelişimi için çok önemli olan, gelişen ve hastalığa dayanıklı arı kolonilerinin oluşturulması için güçlü bir temel sağlar.
3. Bir koloninin kuluçka düzeni, ana arının sağlığının ve üretkenliğinin bir göstergesi olabilir. Elips şeklinde ve boşluksuz bir kapalı yavru düzeni, sağlam ve doğurgan bir ana arıyı gösterir. Ticari işletmelerin, yüksek kaliteli kolonileri sürdürmek için ana arıların yumurtlama performansını izlemesi çok önemlidir. Güçlü yumurtlama yeteneklerine sahip sağlıklı ana arılar, koloninin genel gücüne ve büyümesine katkıda bulunur.
4. Bir ana arının uzun ömürlü olması, koloni üretkenliğinde önemli bir faktördür. İdeal olarak, ana arılar uzun süre etkili bir şekilde yumurtlayabilmelidir. Ayrıca, iyi bir ticari işletme, üretimde kritik kontrol noktalarını oluşturarak ana arılar izlemelidir.

Ticari ana üretim işletmeleri konusunda Bakanlığa öneriler ise;

1. **Kayıt ve Ruhsatlandırma:** Ticari ana arı yetiştirme işletmelerinin kayıt ve ruhsatlandırılması denetlenmeli. Bu işletmelerin ilgili yasa, yönetmelik ve standartlara uyması sağlanmalıdır. Damızlık ana arı üretimi ülkemiz arıcılığının ihtiyacına cevap verecek şekilde teşvik edilmeli ve uygulanabilir belli esaslara bağlanmalıdır.
2. **Kalite Kontrol ve Standartlar:** Ana arı arılar ve ilgili ürünler için kalite standartlarını oluşturulmalı ve sıkı bir şekilde uygulanmalı. Bu standartlara uygunluğun sağlanması için zaman zaman denetimler yapılmalı standartlara uygun olmayan işletmeler ifşa edilmelidir.
3. **Araştırma ve Geliştirme:** Ana arı yetiştiriciliği ve yetiştirme teknikleriyle ilgili araştırma ve geliştirme çalışmalarına öncelik verilmeli. Yerli

ırlarda verime yönelik ıslah çalışmaları süratle desteklenmelidir. Aksi takdirde yerli ırklarımızın ıslah edilmiş ırlara karşı tercih şansları her geçen gün azalmaktadır. Diğer taraftan, ana arı arı üretiminin kalitesini ve verimliliğini artırmak için sektörde yenilikler teşvik edilmelidir. Sektörde üretim işletmelerinde alınan arı örnekleri moleküler genetik testlere tabi tutularak genotipler için sonuçları istenen seviyede olan işletmelere teşvik ödemesi yapılmalıdır.

4. **Hastalık Kontrolü ve Biyogüvenlik:** Ana arı üretim kolonilerinde hastalık ve zararlıların yayılmasını önleyici tedbirlerin uygulanmalı. Bunun için kolonilerden arı, bal, bal mumu örneği alınarak akredite olmuş laboratuvarlarda hastalık ve parazit testleri yapılmalıdır. Önemli arı hastalık ve parazitlerine karşı devlet mücadelesi uygulanmalı; koloni imhasını gerektirecek durumlar için arıcıya tazminat ödenmelidir. Hastalık salgınları veya biyogüvenlik tehditleri yakından izlenmeli ve gereken önlemler alınmalıdır. Kaçak yollardan ülkeye girmiş ana arılarla üretim yapan işletmelere idari cezalar uygulanmalıdır.
5. **Veri Toplama ve Raporlama:** Ana arı üretimi, satışları ve pazar eğilimlerine ilişkin verileri toplamalı. Gerek damızlıklar gerekse kulanma melezlemesi ana arılar için genotipin ismi ve niteliğini belirten kimlik kartları düzenlenmeli; satışları mutlaka fatura karşılığında yapılmalıdır. Bakanlık zaman zaman ana arı endüstrisinin sağlığı ve durumu hakkında hükümet yetkililerine ve paydaşlara rapor sunmalıdır.
6. **Çatışma çözümü:** Ana arı yetiştirme endüstrisindeki anlaşmazlıklara ve çatışmalara aracılık etmeli. Ana arı ürünleriyle ilgili tüketici şikayetleri veya endişeleri ele alınarak ilgili işletmeler şikayetler konusunda uyarılmalıdır.
7. **Çevresel sürdürülebilirlik:** Ülke genelinde ağaçlandırma faaliyetlerinde arıcılıkta önem taşıyan orman ağaçlarının plantasyonuna öncelik verilebilir. Bakanlık tarafından ana arı yetiştiriciliğinde doğal çiftleştirme ve kimyasal kullanımının azaltılması gibi sürdürülebilir uygulamaları teşvik edilebilir. Yine, bal arısı sağlığını desteklemek için habitatın korunmasını ve pestisitlerin azaltılması teşvik edilebilir.
8. **İşbirliği ve Koordinasyon:** Ticari ana arı yetiştirme işletmeleri için destekleyici bir ortam geliştirmek amacıyla diğer devlet kurumları, araştırma kurumları ve sektör dernekleriyle işbirliği yapılmalı. Sektördeki zorlukları ve fırsatları

DERLEME / REVIEW

ele almak için ilgili paydaşlarla koordinasyon sağlamalıdır.

9. Acil müdahale: Ana arı endüstrisini etkileyebilecek hastalık salgınları veya doğal afetler gibi acil durumlara müdahale etmek için acil durum planları ve protokolleri geliştirmelidir.

10. Politika Geliştirme: Ticari ana arı yetiştirme sektörünün sürdürülebilir büyümesini destekleyecek politika ve düzenlemeleri formüle etmeli. Mevcut politikaların gözden geçirilmesi ve gerektiğinde güncellenmesini yapmalıdır.

Sonuç olarak, ticari ana arı işletmelerinde yetiştirilen ana arılarda kalite kriterleri Türkiye arıcılığının başarısı ve büyümesi için çok önemlidir. Ticari işletmeler, genetik çeşitliliğe, koloni sağlığına, yumurtlama performansına, çiftleşme başarısına ve uzun ömürlülüğe öncelik vererek, güçlü ve dayanıklı bal arısı kolonileri oluşturmak için çok önemli olan yüksek kaliteli ana arıları üretebilirler. Ülke arıcıları, arılıklarının geleceğini ve ülkedeki daha geniş arıcılık endüstrisini güvence altına almak için birinci sınıf kaliteli ana arılara yatırım yapmanın önemini anlamalıdır.

Çıkar Çatışması: Yazarların çalışma ile ilgili olarak bir çıkar çatışması yoktur.

Etik Belgesi: Bu çalışma için etik belgesi gerekmemektedir.

Mali Kaynak: Bu çalışmada herhangi bir mali kaynak kullanılmamıştır.

Veri Sağlama Durumu: Çalışmada bulunan bilgi ve veriler akademik etik kurallarına uygun bir şekilde verilmiştir. Derleme bir çalışma olduğu için kullanılan veriler literatüre atıf yapılarak kullanılmıştır.

Yazar Katkıları: Bu çalışmanın gerçekleştirilmesine yazarlar eşit olarak katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

Akyol E, Yeninar H, Kaftanoğlu O. Live weight of queen honey bees (*Apis mellifera* L.) predicts reproductive characteristics. J. Kans. Entomol. Soc, 2008;81(2):92-100. DOI: 10.2317/JKES-705.13.1

Al-Lawati H, Kamp G, Bienefeld K. Characteristics of the spermathecal contents of old and young honeybee queens. J. Insect Physiol., 2009;55(2):117-122. DOI: 10.1016/j.jinsphys.2008.10.010

Amiri E, Meixner M, Büchler R, Kryger P. Chronic bee paralysis virus in honeybee queens: Evaluating susceptibility and infection routes. Viruses 2014;6:1188–1201. DOI:10.3390/v6031188

Amiri E, Meixner MD, Kryger P. Deformed wing virus can be transmitted during natural mating in honey bees and infect the queens. Sci. Rep., 2016;6(1):33065. DOI:1038/srep33065

Amiri E, Strand MK, Rueppell O, Tarpay DR. Queen quality and the impact of honey bee diseases on queen health: potential for interactions between two major threats to colony health. Insects, 2017;8(2):48. DOI:10.3390/insects8020048

Amiri E, Strand MK, Tarpay DR, Rueppell O. Honey bee queens and virus infections. Viruses, 2020;12(3):322. DOI:10.3390/v12030322

Anonymous, Türkiye Tarım ve Orman Bakanlığı verileri. www.tarimorman.gov.tr/Konular/Hayvancilik/Arıcılık, 2023

Arslan S, Cengiz MM, Gül A, Sayed S. Evaluation of the standards compliance of the queen bees reared in the Mediterranean region in Turkey. Saudi J. Biol. Sci. 2021;28(5):2686-2691. DOI: 10.1016/j.sjbs.2021.03.009

Boomsma JJ, Ratnieks FL. Paternity in eusocial Hymenoptera. Philos. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci. 1996;351(1342):947-975. DOI:10.1098/rstb.1996.0087

Botías C, Martín-Hernández R, Días J, García-Palencia P, Matabuena M, Juarranz Á, Barrios L, Meana A, Nanetti A, Higes M. The effect of induced queen replacement on *Nosema* spp. infection in honey bee (*Apis mellifera iberiensis*) colonies. Environ. Microbiol. 2012;14:845–859. DOI:10.1111/j.1462-2920.2011.02647.x

Camazine S, Cakmak I, Cramp K, Finley J, Fisher J, Frazier M, Rozo A. How healthy are commercially-produced US honey bee queens? Am. Bee J. 1998;138(9) 677-680

Carreck NL, Andree M Brent CS, Cox-Foster D, Dade HA, Ellis JD, Hatjina F, vanEnglesdorp D. Standard methods for *Apis mellifera* anatomy and dissection. J. Apic. Res. 2013;52:1–40. DOI:10.3896/IBRA.1.52.4.03

DERLEME / REVIEW

- Carr-Markell MK, McDonald KM, Mattila HR. Intracolony genetic diversity increases chemical signaling by waggle-dancing honey bees, *Apis mellifera*. *Insectes Soc.* 2013;60:485-496. DOI:10.1007/s00040-013-0315-5
- Cengiz M, Yazici K, Arslan S. The effect of the supplemental feeding of queen rearing colonies on the reproductive characteristics of queen bees (*Apis mellifera* L.) Reared from egg and different old of larvae. *Kafkas Univ. Vet. Fak.* 2019;25(6):849-855
- Chen X, Hu Y, Zheng H, Cao L, Niu D, Yu D, Sun Y, Hu S, Hu F. Transcriptome comparison between honey bee queen- and worker-destined larvae. *Insect Biochem. Mol.* 2012;42:665–673. DOI: 10.1016/j.ibmb.2012.05.004.
- Collins AM, Pettis JS. Correlation of queen size and spermathecal contents and effects of miticide exposure during development. *Apidologie*, 2013;44:351-356. DOI:10.1007/s13592-012-0186-1
- De Souza DA, Bezerra-Laure M, Franco T, Gonçalves L. Experimental evaluation of the reproductive quality of Africanized queen bees (*Apis mellifera*) on the basis of body weight at emergence. *Genet. Mol. Res.* 2013;12(4):5382-5391. DOI: 10.4238/2013.November.7.13
- De Souza DA, Huang MH, Tarpy DR. Experimental improvement of honey bee (*Apis mellifera*) queen quality through nutritional and hormonal supplementation. *Apidologie*, 2019;50:14-27. DOI: 10.1007/s13592-018-0614-y
- Dedej S, Hartfelder K, Aumeier P, Rosenkranz P, Engels W. Caste determination is a sequential process: effect of larval age at grafting on ovariole number, hind leg size and cephalic volatiles in the honey bee (*Apis mellifera carnica*). *J. Apic. Res.* 1998;37(3):183-190. DOI:10.1080/00218839.1998.11100970
- Delaney DA, Keller JJ, Caren JR, Tarpy DR. The physical, insemination, and reproductive quality of honey bee queens (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*, 2011;42:1-13. DOI: 10.1051/apido/2010027
- Den Boer SPA, Boomsma JJ, Baer B. Honey bee males and queens use glandular secretions to enhance sperm viability before and after storage. *J. Insect Physiol.* 2009;55:538–543. DOI: 10.1016/j.jinsphys.2009.01.012
- Gaþka J, Zajdel B, Skorupka M, Ostaszewska T, Kamaszewski M. Effect of honey flow on acceptance of bee eggs at different age in rearing colonies. *Med. Weter.* 2014;70(12):760
- Genç F, Cengiz MM. Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Anatomisi, Genetik ve Islahı ile Ana Arı Yetiştiriciliği. Gece Kitaplığı, Ankara. 2019, ISBN: 978-605-288-857-5. s 203
- Gilley DC, Tarpy DR, Land BB. Effect of queen quality on interactions between workers and dueling queens in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 2003;55:190-196. DOI 10.1007/s00265-003-0708-y
- Gregorc A, Škerl M. Characteristics of honey bee (*Apis mellifera carnica*, Pollman 1879) queens reared in Slovenian commercial breeding stations. *J. Apic. Sci.* 2015;59(2):5-12. DOI:10.1515/jas-2015-0016
- Harano KI, Sasaki M, Sasaki K. Effects of reproductive state on rhythmicity, locomotor activity and body weight in European honeybee, *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apini) queens. *Sociobiology*, 2007;50(1):189-200
- Hatch S, Tarpy RD, Fletcher C. Worker regulation of emergency queen rearing in honey bee colonies and the resultant variation in queen quality. *Insect Soc.* 1999;46:372–377. DOI:10.1007/s000400050159
- Hatjina F, Bien ´kowska M, Charistos L, Chlebo R, Costa C, Draz ´ic MM, Wilde J. A review of methods used in some European countries for assessing the quality of honey bee queens through their physical characters and the performance of their colonies. *J. Apic. Res.* 2014;53:337–363. DOI: 10.3896/IBRA.1.53.3.02
- Hayworth MK, Johnson NG, Wilhelm ME, Gove RP, Metheny JD, Rueppell O. Added weights lead to reduced flight behavior and mating success in polyandrous honey bee queens (*Apis*

DERLEME / REVIEW

- mellifera*). Ethology, 2009;115(7):698-706. DOI:10.1111/j.1439-0310.2009.01655.x
- Jackson TJ, Tarpy RD, Fahrbach ES. Histological estimates of ovariole number in honey bee queens, *Apis mellifera*, reveal lack of correlation with other queen quality measures. J. Insect Sci. 2011;11:1–11. DOI: /10.1673/031.011.8201
- Kahya Y, Gençer HV, Woyke J. Weight at emergence of honey bee (*Apis mellifera caucasica*) queens and its effect on live weights at the pre and post mating periods. J. Apic. Res. 2008;47(2):118-125. DOI:10.1080/00218839.200
- King M, Eubel H, Millar AH, Baer B. Proteins within the seminal fluid are crucial to keep sperm viable in the honeybee *Apis mellifera*. J. Insect Physiol. 2011;57:409–414. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2010.12.011
- Koeniger G, Koeniger N, Ellis J, Connor LJ. Mating Biology of Honey Bees (*Apis mellifera*); Wicwas Press: Kalamazoo, MI, USA, 2014
- Kraus FB, Neumann P, Moritz R. Genetic variance of mating frequency in the honeybee (*Apis mellifera* L.). Insectes Soc. 2005;52:1-5. DOI:10.1007/s00040-004-0766-9
- Lodesani M, Balduzzi D, Galli A. A study on spermatozoa viability over time in honey bee (*Apis mellifera ligustica*) queen spermathecae. J. Apic. Res. 2004;43(1):27-28. DOI: 10.1080/00218839.2004.11101105
- Mahbobi A, Farshineh-Adl M, Woyke J, Abbasi S. Effects of the Age of Grafted Larvae and the Effects of Supplemental Feeding on Some Morphological Characteristics of Iranian Queen Honey Bees (Skorikov, 1929). J. Apic. Sci. 2012;56(1):93-98. DOI:10.2478/v10289-012-0010-1
- Martin SJ, Highfield AC, Brettell L, Villalobos EM, Budge GE, Powell M, Nikaido S, Schroeder DC. Global honey bee viral landscape altered by a parasitic mite. Science, 2012;336:1304–1306. DOI: DOI: 10.1126/science.1220941
- Moretto G, Guerra J, Kalvelage H, Espindola E. Maternal influence on the acceptance of virgin queens introduced into Africanized honey bee (*Apis mellifera*) colonies. Genet. Mol. Res. 2004;3(3):441-445
- Niño EL, Tarpy DR, Grozinger CM. Differential effects of insemination volume and substance on reproductive changes in honey bee queens (*Apis mellifera* L.). Insect Mol. Biol. 2013;22(3):233-244. DOI: 10.1111/imb.12016
- Njeru LK, Raina SK, Kutima HL, Salifu D, Cham DT, Kimani J, Muli EM. Effect of larval age and supplemental feeding on morphometrics and oviposition in honey bee *Apis mellifera scutellata* queens. J. Apic. Res. 2017;56(3):183-189. DOI:10.1080/00218839.2017.1307714
- Okuyan S, Akyol E. The effects of age and number of grafted larvae on some physical characteristics of queen bees and acceptance rate of queen bee cell. TURJAF. 2018;6(11):1556-1561. DOI:10.24925/turjaf.v6i11.1556-1561.1955
- Ozbakir GO. Effects of rearing method on some morphological and reproductive organ characteristics of queen honey bees (*Apis mellifera* L.). Med. Water, 2021;77(2):89-94. DOI: dx.doi.org/10.21521/mw.6496
- Palmer KA, Oldroyd BP. Evolution of multiple mating in the genus *Apis*. Apidologie, 2000;31(2):235-248. DOI:10.1051/apido:2000119
- Rangel J, Keller JJ, Tarpy DR. The effects of honey bee (*Apis mellifera* L.) queen reproductive potential on colony growth. Insect. Soc. 2013;60:65–73. DOI:10.1007/s00040-012-0267-1
- Rangel J, Böröczky K, Schal C, Tarpy DR. Honey bee (*Apis mellifera*) queen reproductive potential affects queen mandibular gland pheromone composition and worker retinue response. PLoS One, 2016;11(6):e0156027. DOI:10.1371/journal.pone.0156027
- Richard FJ, Tarpy DR, Grozinger CM. Effects of insemination quantity on honey bee queen physiology. PloS One, 2007;2(10):e980. DOI:10.1371/journal.pone.0000980
- Rueppell O, Aumer D, Moritz RF. Ties between ageing plasticity and reproductive physiology in honey bees (*Apis mellifera*) reveal a positive relation between fecundity and

DERLEME / REVIEW

- longevity as consequence of advanced social evolution. *Curr. Opin. Insect Sci.* 2016;16:64-68. DOI:10.1016/j.cois.2016.05.009
- Rueppell O, Johnson N, Rychtář J. Variance-based selection may explain general mating patterns in social insects. *Biol. Lett.* 2008;4:270–273. DOI:10.1098/rsbl.2008.0065
- Seeley TD, Tarpy DR. Queen promiscuity lowers disease within honeybee colonies. *Proc. R. Soc. B: Biol. Sci.* 2007;274(1606):67-72. DOI: doi.org/10.1098/rspb.2006.3702
- Shehata SM, Townsend GF, Shuel RW. Seasonal physiological changes in queen and worker honeybees. *J. Apic. Res.* 1981;20(2):69-78. DOI:10.1080/00218839.1981.11100475
- Skowronek W, Bieńkowska M, Kruk C. Changes in body weight of honey bee queens during their maturation. *J. Apic. Sci.* 2004;48(2):61-68
- Tarpy DR, Nielsen D. Sampling error, effective paternity, and estimating the genetic structure of honey bee colonies (*Hymenoptera: Apidae*). *Ann. Entomol. Soc.* 2002;95(4):513-528. DOI:10.1603/0013-8746(2002)095[0513: SEEPAE]2.0.CO;2
- Tarpy DR, Hatch S, Fletcher DJ. The influence of queen age and quality during queen replacement in honeybee colonies. *Anim. Behav.* 2000;59(1):97-101. DOI:10.1006/anbe.1999.1311
- Tarpy DR, Keller JJ, Caren JR, Delaney DA. Experimentally induced variation in the physical reproductive potential and mating success in honey bee queens. *Insectes Soc.* 2011;58:569-574. DOI:10.1007/s00040-011-0180-z
- Tarpy DR, Keller JJ, Caren JR, Delaney DA. Assessing the mating 'health' of commercial honey bee queens. *J. Econ. Entomol.* 2012;105(1):20-25. DOI: 10.1603/EC11276
- Traver BE, Fell RD. Low natural levels of *Nosema ceranae* in *Apis mellifera* queens. *J. Invertebr. Pathol.* 2012;110:408–410. DOI:10.1016/j.jip.2012.04.001
- Villar G, Hefetz A, Grozinger CM. Evaluating the effect of honey bee (*Apis mellifera*) queen reproductive state on pheromone-mediated interactions with male drone bees. *J. Chem. Ecol.* 2019;45:588-597. doi.org/10.1007/s10886-019-01086-0
- Winston ML. *The Biology of the Honey Bee*; Harvard University Press: London, UK, 1987
- Woyke J. Natural and artificial insemination of queen honeybees. *Bee World*, 1962;43(1):21-25. DOI:10.1080/0005772X.1962.11096922
- Woyke J. Correlations between the age at which honeybee brood was grafted, characteristics of the resultant queens, and results of insemination. *J. Apic. Res.* 1971;10(1):45-55. DOI: 10.1080/00218839.1971.11099669
- Woyke J. Dynamics of entry of spermatozoa into the spermatheca of instrumentally inseminated queen honeybees. *J. Apic. Res.* 1983;22(3):150-154. DOI: 10.1080/00218839.1983.11100579
- Yañez O, Jaffé R, Jarosch A, Fries I, Moritz R, Paxton R, Miranda J. Deformed wing virus and drone mating flights in the honey bee (*Apis mellifera*): Implications for sexual transmission of a major honey bee virus. *Apidologie*, 2012;43:17–30. DOI:10.1007/s13592-011-0088-7