

Erkek Arı ve Bal Arısı Yetiştiriciliğindeki Önemi

Cengiz ERKAN¹, Habip KIZILTAŞ¹

¹ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Van, Türkiye.

Özet: Kontrol edilmesi güç çiftleşme davranışı ve spermaların ana arı sperm kesesinde depolanması gibi birçok özellik, koloni halinde yaşayan bal arılarını diğer çiftlik hayvanlarından ayırmaktadır. Güçlü sosyal yapı içerisinde, temel ifadeyle binlerce işçi arı, mevsime bağlı olarak değişen yüzlerce erkek arı ve koloninin ebeveyni olarak değerlendirilen bir adet ana arı bulunur. Ana arı, normal koşullarda koloni içerisinde yumurtlayan tek birey olması nedeniyle yetiştiriciliğine yönelik çalışmalar gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bununla birlikte erkek arıların önemi ve yetiştiriciliği göz ardı edilmektedir. Oysa ana arılar ile çiftleşen erkek arıların sahip olduğu özellikler koloni verimini doğrudan etkilemektedir. Ayrıca erkek arıların ana arılara oranla daha kısa üretim sezonunun olması nedeniyle ile ana arı yetiştiriciliği için sınırlayıcı faktör erkek arı varlığıdır. Çiftleşme mevsiminde yeteri kadar ve kaliteli erkek sağlanamaması; sperm depolamada olumsuzluklara neden olmakta, ana arının yaşam süresini kısaltmakta ve koloni verimliliğini düşürmektedir. Bu nedenle istenilen özelliklere sahip güçlü erkek arı yetiştirme kolonilerinin oluşturulması ve bu kolonilerin ön görülen dönemlerde beslenmeleri gibi konuları da içeren erkek arı yetiştirme programları geliştirilmelidir.

Anahtar kelimeler: Bal arısı, Yetiştiricilik, Ana arı, Erkek arı

Drones and Their Significance in Beekeeping

Abstract: Several features, such as difficult to control mating behavior and the storage of sperms in spermatheca, distinguish the honey bee colonies from other livestock. Within their strong social structure, basically, there thousands of worker bees, hundreds of drones depending on the season, and one single queen bee regarded as the parent of the colony. Since the queen bee is the only individual that can normally lay eggs in the colony, studies on queen breeding are becoming increasingly significant. However, at the same time, the significance and breeding of drones are ignored. In fact, the characteristics of the drones that mate with the queen directly affect the colony productivity. Furthermore, due to the fact that drones have a limited breeding season when compared to the queen bees, the limiting factor in beekeeping is the presence of drones. The lack of adequate number of quality drones in the mating season results in low seminal stock, shortens the life span of the queen bee and reduces the colony. Thus, drone breeding programs should be developed, which include the establishment of strong drone breeding colonies with the desired characteristics and feeding of these colonies during the predetermined periods.

Keywords: Honey bee, beekeeping, queen bee, drone.

Giriş

Arıcılık diğer tarımsal faaliyetlere oranla daha az sermaye ile yapılabilmekte ve kısa sürede kazanç sağlamaktadır. Arıcılık için ciddi bir yapıya ihtiyaç duyulmadığı gibi arazi mülkiyetine de gerek yoktur. İyi planlandığı veya diğer üreticilerle işbirliği yapıldığı takdirde kolaylıkla ikinci bir meslek olarak da yapılabilmektedir. Genel anlamda küçük aile işletmelerinde gelir artırıcı bir uğraş olarak değerlendirilen arıcılık aynı

zamanda aile iş gücünü verimli kullanılmasını da yardımcı olmaktadır.

Arılar başta bal olmak üzere polen, arısütü, propolis ve arı zehiri gibi insan sağlığı açısından son derece değerli ürünler üretirken söz konusu ürünlerin çeşitli sanayi dallarında kullanımı da gün geçtikçe artmaktadır. Bal arılarının ekonomiye katkıları sıralanan ürünlerin getirisinden farklı olarak bitkisel üretimde tohum ve meyve oluşumu için tozlaşmayı sağlayarak ürün miktarı ve

kalitesinde de çok büyük artışlar sağlamaktadır.

Bitkilerin tohum ve meyve üretebilmeleri için çiçeklerin yeterli miktarda tozlaşmaları gerekmektedir. Bal arıları, özellikle açık alanlarda tozlaşmayı (polinasyon) en iyi yapan böceklerdir. Bal arılarının değişik evrim aşamalarından geçerek nektar ve polenle beslenme sistemine geçmeleri ve bu amaca uygun organlarının oluşumu bitkilerin tozlaşma ihtiyaçlarının karşılanması ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle vücut yapıları ve beslenme tarzları gereği çok iyi tozlayıcı olan arılar, nektar ve polen üreten çiçekler tarafından cezbedilirler (Kaya, 2008). Başta badem, elma, kiraz, şeftali, armut, kayısı, erik ve çilek gibi meyve türleri; pamuk, ayçiçeği ve anason gibi tarla bitkileri; kavun ve karpuz gibi bahçe bitkileri; fiğ, üçgül, yonca ve korunga gibi yem bitkileri olmak üzere pek çok bitkinin tozlaşmasında bal arıları etkin rol oynamaktadır. Bitkilerin tozlaşmaya olan ihtiyaçlarını ve tozlaşmada bal arılarının önemini kavrayan tarımda ileri ülkeler bitkilerin çiçeklenme dönemlerinde arı kolonisi kiralayarak daha fazla ve daha kaliteli ürün elde etmektedirler.

Koloni adı verilen topluluklar halinde yaşayan bal arıları morfolojik ve fizyolojik açıdan farklı yapıya sahip bir adet ana arı, binlerce işçi arı ile sayıları oğul döneminde üst seviyeye ulaşan ve yüzlerce erkek arıdan oluşmaktadır. Ana arı ve işçi arılar dişi bireyler olup döllü yumurtalardan gelişmektedir. Erkek arılar ise dölsüz yumurtalardan gelişmektedir.

Diğer Koloni Bireyleri ve Erkek Arılar

Bütün koloninin anası ve ebeveyni durumunda olan ana arı döllü yumurtadan gelişir ve 2N kromozomlu (diploid) yapıya sahiptir. Aynı yapıya sahip olmasına rağmen işçi arıların

aksine üreme yeteneğine sahip olmaları larva aşamasında beslenme farkından kaynaklanmaktadır (Gupta ve ark., 2012, Gempe ve ark, 2009).

Kuluçka süresini 16 günde tamamlayan ana arılar bir çiftleşme uçuşunda 7-17 kadar çıkan erkek arılardan aldığı spermeleri sperm kesesinde depolarlar. Yetersiz çiftleşmeye bağlı olarak söz konusu uçuş bir kaç kere tekrarlanabilmektedir (Woyke, 1962). Yumurtaları dölemek için sperme kesesindeki spermeleri kullanan ana arılar yaşamı boyunca tekrar çiftleşme uçuşuna çıkmaz. Kolonide yumurtlayan ve kolonin devamlılığını sağlayan tek birey olan ana arı, nektar bolluğu ve koloni işçi arı popülasyonu büyüklüğü gibi birçok faktöre bağlı olmakla birlikte günde 2000 adet yumurta yumurtlayabilir (Genç ve Dodoloğlu, 2003). Döllü yumurtalarından işçi, dölsüz yumurtalarından da erkek arılar geliştiği göz önüne alındığında kovanın tek ebeveyni olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenlere bağlı olarak ana arı gerek yetiştiricilik gerekse ıslah çalışmalarında büyük bir öneme sahiptir.

Normal şartlarda 3-4 yıl yaşayabilen ana arılar (Winston, 1987), sperm keselerinde depoladıkları spermatozoidlerin kullanımına bağlı olarak teknik arıcılıkta en çok iki yıl kullanılmaktadır (Seeley, 1978; Cobey,2007; Rangel ve ark, 2013). Yaşam süreleri boyunca döllenme uçuşu ve oğul verme haricinde kovandan dışarı çıkmayan ana arıların her hangi bir nedenle ölmesi ya da yumurtlama yeteneğini kaybetmesi durumunda ana arı üretimine uygun yaşta yavrulardan birkaç tanesi farklı besleme programına alınarak ana arı olarak yetiştirilir. Kovan içerisinde ana yetiştirmeye uygun yaşta yavru bulunmaması koloninin yok olması ile sonuçlanmaktadır (Amiri ve ark., 2017).

Kuluçka süreleri 21 gün olan işçi arılar (Moore ve ark., 2015) ise yavru yetiştirme, petek örme, bal toplama ve koloninin savunulması gibi tüm işlerden sorumlu bireylerdir. Koloninin tüm fizyolojik ve davranışsal özelliklerini yansıtan işçi arılar koloninin en kalabalık grubunu oluşturmaktadırlar. Kalabalık oluşları koloni gücü ve verimliliğinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Suwannapong ve ark., 2011).

Sayıları binler ile ifade edilen işçi arılar döllü yumurtalardan gelişmelerine rağmen yumurtalıklarının ve sperm keselerinin gelişmemiş olmalarından dolayı üreme yeteneğine sahip değildirler. Ancak koloni içerisinde mevcut ana arı ve yavrular tarafından salgılanan feromon baskısından kurtulmaları durumunda gelişen yalancı ana arılık durumunda bir veya bir kaç işçi arının yumurtlaması mümkündür. Ancak çiftleşme uçuşuna çıkmadıklarından dolayı dölsüz yumurta bırakırlar (Crewe ve Velthuis, 1980; Andrew ve ark., 2001).

Dölsüz yumurtalardan gelişen ve kuluçka süresi 24 gün olan erkek arıların sayıları ise mevsime bağlı olarak değişmektedir. Yapısal olarak işçi arıdan büyük, ana arıdan küçüktürler. Bakire ana arılar ile çiftleşmekten başka bir görevleri olmayan erkek arılar kovan içerisinde her hangi bir faaliyete katılmazlar (Lee, 1985; Winston, 1987; Schlüs ve ark., 2003; Czekonska ve ark., 2013).

Koloni içerisinde işçi arıların yapmış olduğu bal, polen toplama ya da kovan içi sorumlulukların hiç birini yerine getiremeyen erkek arılar başı neredeyse tamamen kapatan iki adet bileşik göz sayesinde petek üzerinde diğer bireylerden kolayca ayırt edilebilirler. Boyları ana arı kadar uzun olmamakla birlikte işçi arılardan daha iri ve geniştirler. Çok kısa bir dil yapısına sahip olduklarından çiçeklerden nektar

toplayamazlar. Benzer şekilde bal mumu ve arı sütü salgı bezleri olmadığından bal mumu ve arı sütü salgılayamazlar. İğneleri de bulunmadığından kendilerini savunamazlar (Anonim, 2017).

Kolonideki sayıları mevsime bağlı olarak değişmektedir. Genel anlamda erken ilkbahar ve geç sonbaharda koloni içerisinde erkek arı gözlenmezken ilkbaharda havaların ısınmasıyla birlikte çevre koşullarına ve koloni gücüne de bağlı olarak sayıları artmaya başlar (Seeley ve Mikheyev, 2003; Koeniger, 2005). İşçi arılar büyük petek gözü yapımı ve gözler içerisindeki bireylere yapacakları bakım-besleme ile erkek arı üretimini düzenlemektedir. Sayılarının sınırlanması istendiğinde büyük petek gözlerine bırakılan yumurta, larva ve pupalar tahrip edilerek gelişimleri engellenmektedir. Oğul mevsimi ile birlikte sayıları en üst seviyeye ulaşan erkek arılar nektarın azalmasıyla birlikte kovan dışına atılarak ölüme terk edilirler.

Gözden çıkan erkek arılar yaklaşık bir haftalık yaşa ulaştıklarında ilk uçuşlarını yaparlar. Genelde öğleden sonra yapılan uçuşlar çevreyi tanıma amaçlı başlamakta daha sonraları toplanma (çiftleşme) bölgesi adı verilen alanlara doğru yönelmektedir. Hava sıcaklığı 20 °C'ye ulaşmadıkça uçuş yapamayan erkek arılar günde 2-4 kadar uçuş yaparlar. Yaklaşık 8 günlük yaşa ulaştıklarında cinsi olgunluğa erişmeler de çiftleşme ve yapay tohumlama için en uygun olanları 12-15 günlük yaştakilerdir (Cobey, 2007; Güler, 2008).

Var oluş nedenleri çiftleşmek olan erkek arılar bu amaçla kovandan ayrılan çiftleşmemiş, bakire ana arıyı havada takip ederek çiftleşirler. Normal şartlarda 40-50 gün kadar yaşam süreleri olan erkek arılar bakire ana arı ile çiftleştiklerinde çiftleşme organlarını kaybettikleri için ölürlürl.

Açık havada bakire ana arı ile çiftleşen erkek arılar döllenmemiş

yumurtadan geliştikleri için bir genetik temsilci konumundadırlar (Laidlaw, 1979). Döllenen yumurtadan gelişen ana arı, cinsiyet lokusunda birisini anasından diğerini de babasından aldığı, heterozigot diploid yapıya sahiptir. Ana arı tarafından bırakılan her bir yumurta da heterozigot diploid yapıdaki bu setlerden sadece birini temsil eder. Döllenen yumurtadan gelişen erkek arılar haploid yapıda 16 kromozomludur ve ana arının sahip olduğu söz konusu setlerden sadece birini taşımaktadırlar. Bu nedenle her bir erkek arı, kendi analarının genomunu oluşturan büyükanne ve büyükbabasının genetik temsilcileri olarak kabul edilmektedir (Woyke and Skowronek, 1974; Gempe ve ark., 2009).

Erkek Arıların Önemi

Erkek arılar genetik kopyalama için bir araç olarak görülse de oluşacak koloni bireylerinin baba hatlarını oluşturacaklarından dolayı ana arı kadar önemlidirler.

Türkiye arıcılık politikaları içerisinde ana arı yetiştiriciliği önemli bir yer kaplamaktadır. Verimliliğin artırılması çabalarında üzerinde durulan özellikler bakımından damızlık olarak belirlenen kolonilerden ana arılar yetiştirilmekte, çok özel çalışma olmadıkça, bakire ana arılar ile çiftleşecek olan erkek arılar şansa bırakılmaktadır. Halbuki üzerinde durulan tüm morfolojik ve fizyolojik özellikler, ana ve baba hatlarının genetik yapılarına göre şekillenmektedir. Bu nedenle koloni verimliliği çalışmalarında erkek arıların yetiştirileceği damızlıkların seçimi de oldukça önemlidir.

Görevi, yaşamı boyunca bir makine gibi yumurtlayarak koloninin devamlılığını sağlamak olan ana arıların verimli yaşam uzunluklarının belirlenmesindeki en temel unsur sperm kesesinde depoladığı spermatozoitlerdir.

Yeterli sayıda üstün özelliklere sahip erkek arıyla çiftleşen ana arılar petek üzerinde göz atlamadan yumurtlamakta ve bu özelliğini sperm kesesindeki yoğunluk azalınca kadar devam ettirmektedir (Cobey ve Lawrence, 1988; Moritz, 1984; Gerula ve ark., 2016). Aksi takdirde ana arıların döller yumurta bırakma oranlarına bağlı olarak koloninin üreteceği işçi arı sayısı azalacak ve koloni verimliliği düşecektir. Özellikle göçer arıcılık koşullarında yumurtlama hızı daha yüksek olan ana arılar sperm kesesinin büyük bölümünü ilk sezon içerisinde boşaltmaktadır. Bu nedenle de göçer arıcılık yapan üreticilere ana arıların her yıl değiştirilmesi önerilmektedir.

Birçok üretici, koloni içerisinde bir aktivitesi olmayan ve işçi arılara oranla daha fazla bal tüketen erkek arıları kovandan uzaklaştırma yoluna gidebilmektedir. Bu amaçla üreticiler kovana büyük petek gözüne sahip çerçeve vermektan uzak durabildiği gibi kovana girişine bırakacağı ızgaralar ile kovandan çıkan erkek arıların kovana girişini engelleyebilmektedir. Ancak çiftleşme döneminde bakire ana arıların yeteri kadar ve istenilen kalitede erkek arı bulamamaları doğrudan verim düşüklükleri ile sonuçlanacaktır. Özellikle bir dönemde yüzlerce ana arı üreten ticari işletmelerde çiftleşmesi gereken her bir ana arı için minimum 30 adet erkek arı gerekliliği dikkate alındığında damızlık erkek arı kolonilerinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Erkek Arı Yetiştiriciliği

Doğal koşullar altında her bal arısı kolonisi, kendi ana arısı çiftleşmiş ve yumurtlıyor olmasına rağmen erkek arı üretmektedir. Ancak kolonideki yaşlı ana arı, oğul verme eğilimi ve büyük petek gözlerinin fazla sayıda olması ile hava sıcaklıkları ve nektar kaynaklarının

uygunluğu erkek arı üretimini artırmaktadır. Erkek arı üretimine yönelik kolonide ana arı büyük petek gözlerine dölsüz yumurta bırakmaya başlar. Büyük petek gözü bulunmaması halinde ise yeni petek gözleri üretirler yada küçük yapıdaki işçi arı gözlerini erkek arı gözüne dönüştürürler.

Ana arı üretimi, ıslah çalışmaları ve yapay tohumla uygulamalarında ise erkek arı üretimi doğal süreçte bırakılmayacak kadar önemlidir (Ruttner, 1972; Laidlaw, 1979, Güler, 2008).

Erkek arı üretimi için kullanılacak koloniler fizyolojik ve davranış özellikleri belirlenmiş ve üretim yapılacak yöre şartlarına uyum sağlamış koloniler arasından seçilmelidir. Erkek arı üretim kolonilerindeki ana arıların bir yaşın üzerinde olması dölsüz yumurta bırakma eğilimini artıracaktır. Bu kolonilerin yavrulu çerçeveleri arasına geçen sezonda erkek arı üretilmiş büyük gözlü petekler verilir (Ruttner, 1988; Cobey, 2007). Böylece ilkbaharda ana arının bu gözlere yumurtlaması sağlanır. Yavrular larva aşamasına geldikten sonra, arı üretimin sürekliliği ve kalitenin yükseltilmesi için ana arı üretiminde olduğu gibi, erkek arı larvası içeren çerçeveler daha önceden hazırlanmış bakıcı- besleyici koloniye aktarılır. Damızlık koloniye yeni erkek arı gözlü petekler verilerek uygulama devam ettirilir.

Sonuç

Bal arısı biyolojisi ve çiftleşme davranışı hakkında yeterli bilgiye sahip olunmaması ile birlikte çiftleşmemiş ana arıların doğal ortamda yeteri sayıda erkek bulabileceği kanısı ana arı kadar erkek arı yetiştiriciliğine önem verilmemesine neden olmaktadır. Ancak yöre şartlarına uygun, yüksek verimli ve hastalıklara dayanıklı koloniler ile üretim yapabilmek ana arılar kadar onunla

çiftleşen erkek arılara bağlıdır. Ayrıca erkek arıların üretim sezonunun ana arılara oranla daha kısa olmasından dolayı ana arı yetiştiriciliği için sınırlayıcı faktördür.

Çiftleşme mevsiminde yeteri kadar ve kaliteli erkek sağlanamaması sperm depolamada gözlenecek olumsuzluklara bağlı olarak ana arının yaşam süresini kısaltacak ve koloni verimliliğini olumsuz etkileyecektir. Özellikle ana arı üreticileri için söz konusu olumsuzlukların giderilebilmesi için istenilen özelliklere sahip güçlü erkek arı yetiştirme kolonilerinin oluşturulması ve bu kolonilerin ön görülen dönemlerde beslenmeleri gibi konuları da içeren erkek arı yetiştirme programları geliştirilmelidir.

Kaynaklar

- Amiri, E., Strand, M.K., Rueppell, O., Trapy, D.R., 2017. *Queen Quality and the Impact of Honey Bee Diseases on Queen Health: Potential for Interactions between Two Major Threats to Colony Health*. *Insects*, (8),88: 2-18.
- Andrew, B. B., Oldryd, B. P., Ratnieks, F. L. W., 2001. *Worker reproduction in honey-bees (Apis) and the anarchic syndrome: a review*. *Behav. Ecol. Sociobol*, 50: 199-208.
- Anonim, 2017. *"The Colony and Its Organization."* MAAREC - Mid Atlantic Apiculture & Extension Consortium. <https://agdev.anr.udel.edu/maarec/honey-bee-biology/the-colony-and-its-organization/> (12.04.2017).
- Cobey, S., Lawrence, T.,1988. *Commercial application and practical use of the Page-Laidlaw closed population breeding program*. *American Bee Journal*, 128, 341-344.

- Cobey, S.W., 2007. *Comparison studies of instrumentally inseminated and naturally mated honey bee queens and factors affecting their performance*. Apidologie, 38: 390–410.
- Crewe, R. M., Velthuis, H. H. W., 1988. *False queens: a consequence of mandibular gland signals in worker honeybees*. Naturwissenschaften, 67:467-469.
- Czekonska, K., Chuda-Mickiewicz, B., Chorbinski, P., 2013. *The influence of honey bee (Apis mellifera) drone age on volume of semen and viability of spermatozoa*. J. Apic. Sci. 57, 61–66.
- Gempe, T., Hasselmann, M., Schiott, M., Hause, G., Otte, M. and Beye, M., 2009. *Sex determination in honeybees: two separate mechanisms induce and maintain the female pathway*. PLoS Biol. 7 (10):e1000222.
- Genç, F., Dodoloğlu, A., 2002. *Arıcılığın temel esasları*. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 166, Atatürk Üniv. Basımevi, Erzurum.
- Gerula, D., Węgrzynowicz, P., Panasiuk, B., Bienkowska, M., Skowronek, W., 2016. *Productivity and longevity of honey bee queens inseminated with freshly collected and diluted semen*. Journal of Apicultural Research 55:2, 130-136.
- Gupta P, Conrad T, Spötter A, Reinsch N and Bienefeld K., 2012. *Simulating a base population in honey bee for molecular genetic studies*. Genetics Selection and Evolution, 44(1):14.
- Güler, A., 2008. *Erkek arı yetiştiriciliği ve balarısı (Apis mellifera L.) kolonileri için önemi*. Uludağ Arıcılık Dergisi, 8 (3): 106–111.
- Kaya, F., 2008. *Ağrı İlinde arıcılık yapısı ve Değerlendirme raporu*. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 12 (2): 35-55.
- Koeniger, G., 2005. *The neglected gender - males in bees*. Apidologie, 36(2): p. 143-143.
- Laidlaw, H H, 1979. *Contemporary queen rearing*. Dadant and Sons Inc., Journal Printing Co., Carthage, Illinois, USA.
- Lee, P.C., 1985. *Reproduction and growth of temperate-evolved honey bee colonies (Apis mellifera L.)*. M. Sc. thesis, Simon Fraser University, Burnaby, B.C.
- Moore, P. A., Wilson, M. E., Skinner, J. A., 2015. *Honey bee queens: Evaluating the most important colony member*. eXtension BeeHealth CoP refereed extension review.
- Moritz, R. F. A., 1984. *The effect of different diluents insemination success in the honey bee using mixed semen*. Journal of Apicultural Research, 23, 164–167.
- Rangel, J.; Keller, J.J.; Tarpy, D.R., 2013. *The effects of honey bee (Apis mellifera L.) queen reproductive potential on colony growth*. Insect Soc., 60: 65–73.
- Ruttner, F, 1972. *Controlled mating and selection of the honey bee*. APIMONDIA, 1972, Lunz Am See, Austria.
- Ruttner, F, 1988. *Breeding Techniques and Selection for Breeding of the Honeybee*. The British Isles Bee Breeders Association. Verlag, Munich. 152 pp.
- Schlüns, H., Schlüns, E. A., Van Praagh, J., Moritz, R., 2003. *Sperm numbers in drone honeybees (Apis mellifera) depend on body size*. Apidologie, 34:577-584.

- Seeley, T. D., 1978. *Life history strategy of the honey bee Apis mellifera*. *Oecologia*, 32, 109–118.
- Seeley, T.D., Mikheyev, A. S., 2003. *Reproductive decisions by honey bee colonies: tuning investment in male production in relation to success in energy acquisition*. *Insectes Soc* 50: 134–138.
- Suwannapong, G., Benbow, M. E., James C. Nieh, J. C., 2011. *Biology of Thai Honeybees: Natural History and Threats*. *Biology, Threats and Colonies*, 1-98.
- Winston, M.L., 1987. *The Biology of the Honey Bee*. Harvard University Press: London, UK.
- Woyke, J., 1962. *Natural and artificial insemination of queen honeybees*. *Bee World*, 43: 21-25.
- Woyke, J, Skowronek, W., 1974. *Spermatogenesis in diploid drones of the honeybee*. *Journal of Apicultural Research* 13:183–190.