

## BALARILARINDA ÜREME ÖZELLİKLERİ VE SUN'I TOHURLAMANIN KULLANIMI (DERLEME)

### The Reproductive Characteristics and Use of Artificial Insemination in Honey Bee (A Review)

Mesut ÇEVİK<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lalahan Hayvancılık Merkez Araştırma Enstitüsü, ANKARA

#### ÖZET

Bu derlemede, ana ve erkek arıların üreme organları ve doğal çiftleşme davranışları anlatılmaya çalışılmıştır. Bunun yanı sıra, sun'i tohumlamanın arı ıslah çalışmalarında oldukça gerekli ve önemli olduğu saptaması yapıldıktan sonra, tohumlama tekniğinin gelişimi bir düzen halinde sunulmuştur. Sun'i tohumlama uygulamaları ve tohumlama sonuçlarını etkileyen değişik faktörler ayrıntılarıyla belirtilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Balarısı, üreme, sperma, sun'i tohumlama.

#### SUMMARY

In this review, the reproductive organs of queen and drone bees and mating behaviour were described. However, after explaining the necessity and the importance of artificial insemination in honey bee breeding programmes, the development of artificial insemination technique was presented. Detailed explanations were made on the artificial insemination and several factors affecting insemination results.

**Key Words:** Honey bee (*Apis mellifera*), reproduction, semen, artificial insemination.

#### GİRİŞ

Balarılar; hayvanlar aleminin *Arthropoda* kısmının *Insecta* sınıfına ait olup *Hymenoptera* takımının *Apiidae* ailesine ve bu ailenin *Apis* cinsine aittir (2.3).

Balarılar topluluk halinde yaşayan sosyal böceklerdir. Anavatanları Asya, Avrupa ve Afrika kıtalarıdır. Uzun yıllardan beri buldukları bölgelerin ekolojik faktörlerinin etkisi altında kalan arılarda doğal seleksiyon ile morfolojik ve fizyolojik olarak birbirinden farklı bölgesel ırklar ve aynı ırk içerisinde farklı ekotipler oluşmuştur. Balarılarında ırklararası ve aynı ırk içerisindeki ekotipler arasında büyük bir varyasyon olması ve aynı zamanda generasyon aralığının kısa olması nedeniyle çok kısa sürede genetik ilerleme sağlanabilmekte ve verimleri artırılabilir (11,15,16).

Diğer hayvancılık dallarının tamamında olduğu gibi genetik ilerleme büyük ölçüde ebeveynlerin seçimine bağlıdır. Anaarı yetiştirilecek koloniler ve yetiştirilen anaarılarla çiftleşecek erkek arıların yetiştirileceği kolonilerin seçimi ve bu kolonilerden yetiştirilen bireylerin kontrollü olarak çiftleştirilmeleri seleksiyon etkinliğini arttıracak ve genetik ilerlemeye katkı sağlayacaktır (9,10,11).

Damızlık kolonilerin seçimi ne kadar isabetli yapılırsa yapılsın anaarların çiftleşme biyolojileri nedeniyle, doğal çiftleşmede damızlık erkek arıların seçiminde çok büyük güçlüklerle karşılaşmaktadır. Doğal çiftleşmede izole bölgeler olmaksızın anaarının hangi erkek arı ile çiftleştiği kontrol edilememektedir. Bu nedenle seleksiyonda isabet oranı düşmekte, buna bağlı olarak da genetik ilerleme hızı azalmaktadır (10).

Seleksiyonda anaarının çiftleşme biyolojisinden kaynaklanan engeli aşmak için, selekte edilmiş anaarılar ile bunlarla çiftleşecek erkek arıların ya 5 km yarıçapında izole edilmiş bir alanda çiftleşmeleri ya da laboratuvar şartlarında sun'i tohumlama yöntemleri kullanılarak çoğaltılmaları sağlanmalıdır (11).

Balarılarının hemen her yerde yaygın bir şekilde bulunmaları ve yüksek bir uçuş etkinliğine sahip olmaları nedeniyle kontrollü çiftleşme için izole edilmiş bölgeler oluşturulması çok zor bir durumdur. İzole edilmiş bölgeler kurulsun bile o bölgede ancak bir tek arı ırkı ile çalışılabilir, birden fazla ırkın bulunduğu durumlarda yine hangi erkekle hangi anaarının çiftleştiği kontrol edilemez. Yukarıda açıklanan uygulama zorluklarından

dolayı ıslah çalışmalarında sun'i tohumlama yönteminin kullanılması başarıyı arttıracak ve aynı zamanda seleksiyonun etkinliğini ve genetik ilerlemeyi uygun düzeye getirmiş olacaktır (10).

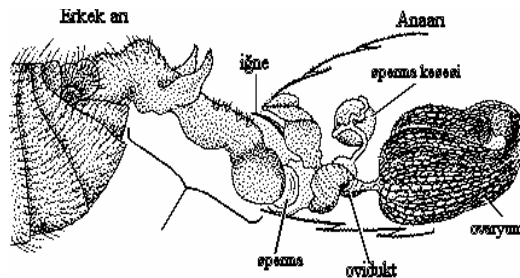
## BALARILARININ ÜREME BİYOLOJİLERİ

### Yumurta ve Yumurta Bırakma

Balarılarının yaşamı yumurtadan başlar. Arı yumurtaları anaarının iki büyük yumurtalığında gelişir ve yumurtanın gelişmesi tamamlanınca yan yumurta kanalına geçer. Yumurtanın cinsiyeti orta yumurta kanalında belirlenir. Anaarıya yaşamı boyunca gerekli olan 5-6 milyon adet spermatozoon, anaarının sperma depolama organında (spermatheca) depo edilir. Bu organ, orta yumurta kanalına bağlı olup küresel biçimdedir. Anaarı spermanın çıkışını, sperma pompası ile kontrol altına alır. Eğer bir yumurta döllenmişse gelişerek bir dişi arıyı, döllenmemiş ise erkek arıyı meydana getirir (1,5,12,15).

Anaarılar daha iridir ve yaşama süresi sperma miktarına bağlı olmakla birlikte ortalama 2 yıldır. Cinsiyeti dişidir, ancak biseksüel de olabilir. Görevi erkek arı ile çiftleşmek olup günde yaklaşık 1500-2000 yumurta üretir. Aynı zamanda *9-hydroxy-decenoic acid* isimli feromonu da salgılar. Bu feromon anaarının sağlıklı ve hayatta olduğunu bildirmekle beraber, kolonideki bütün dişileri kısırlaştırır. Ayrıca kovanda bu madde bulunduğu sürece işçi arılar başka bir anaarı hücresi hazırlamazlar. Kolonideki fertlerin birbirini tanınmasını sağlayan da yine bu salgıdır (2,3).

Anaarının üreme organı şekil 1'de gösterildiği gibi bir çift yumurtalık, bir çift lateral oviduct, median oviduct, spermatheca ve vagina'dan oluşmaktadır (1).



**Şekil 1:** Çiftleşme sırasında ana ve erkek arının üreme organlarının anatomik konumu

Yumurtalıklarda, yumurtaların olgunlaştığı *ovariol* adı verilen tüpler vardır ve her bir yumurtalıkta yaklaşık 160-180 adet ovariol bulunur. Ovariollerde olgunlaşan yumurtalar önce lateral oviduct'a, daha sonra median oviduct'a iner ve oradan da vaginaya geçer. Spermatheca ince bir kanal ile vaginaya bağlanmıştır. Spermatheca kanalı ile vagina girişi arasında vagina tabanından spermatheca kanalına doğru uzanan vaginayı tıkayacak şekilde bir girinti vardır ve sübap işlevini gören bu girintiye "*Valvula vaginalis*" (Vagina valvi) adı verilir. Bu sübap çiftleşmeden hemen sonra vaginayı tıkararak spermanın dışarıya çıkmasını önler ve spermanın spermatheca'ya pompalanmasına olanak sağlar. Çiftleşme sırasında anaarı, kaslarının yardımı ile vagina valvini açar ve erkek arıların spermalarını lateral oviduct'a enjekte etmelerine olanak sağlar (1, 2, 16, 18, 19).

Çiftleşme uçuşunda anaarı ile yaklaşık 8-10 adet erkek arı çiftleşir ve bunlar yaklaşık 70-80 milyon spermatozoon enjekte ederler. Spermatheca'nın hacmi yaklaşık 1mm<sup>3</sup> olduğundan ancak 5-6 milyon spermatozoon spermatheca'ya ulaşır, geri kalan kısmı dışarıya atılır. Erkek arıların enjekte ettikleri spermalar anaarıda, yaşadığı sürece (ortalama 2 yıl) canlılıklarını korurlar. Bunun sebebi ise akrabalı yetiştirilmenin olumsuz etkilerinden kurtulmak ve spermatozoonların spermatheca'ya kolay bir şekilde gönderilmesini sağlamaktır (10).

Bir tek erkek arı ile çiftleştiğinde o erkek arının kendi kovanından olma ihtimali fazla olur ve dolayısıyla kardeş-kardeş çiftleşmesi olacak ve akrabalı yetiştirme dejenerasyonları kendisini gösterecektir. Anaarılar, işçi arı ve anaarı gözlerine döllenmiş yumurta, erkek arı gözlerine ise döllenmemiş yumurta bırakırlar. Eğer bir yumurta vaginayı terketmeden hemen önce spermatheca'dan salıverilen spermatozoa ile döllenirse *işçi arılar*, döllenmez ise *erkek arılar* oluşurlar (1,3).

Erkek arılar döllenmemiş yumurtadan oluştuğu için haploid kromozom (n) yapısına sahiptirler. Gelişmelerini 24 günde tamamlayarak ergin hale gelirler ve 12-14 gün içerisinde cinsel olgunluğa ulaşırlar. Anaarı, petekler üzerinde bulunan ve işçi arılar tarafından

temizlenmiş olan petek gözlerinin her birisine bir yumurta bırakarak gözlerin dip kısmına dik olacak şekilde iğnelerinin de yardımı ile yapıştırır. Balasının yumurtası; üzeri düzgün, beyaz renkte, sosis biçiminde olup 1,5 mm uzunluğundadır (14).

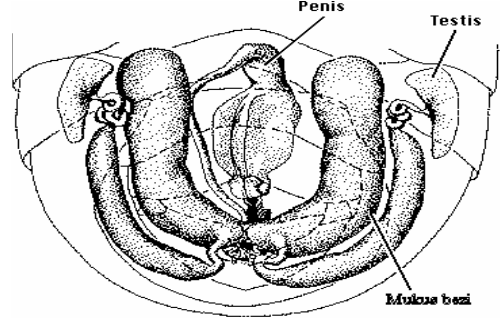
Birinci günde yumurta döllenmemiş ise çekirdek, döllenmişse zigot bölünür. Embriyonun yapısı (baş, vücut halkaları) üçüncü güne kadar görülemez. Oluşacak arının başı yumurtanın göz tabanına tutturulmamış, serbest kalan üst kısmındadır. Geri kalanı da kıvrılmış kavisli kısımdadır (7,15).

Yumurtada ilk çatlama 72-84 saat sonra oluşur. Embriyo bir seri kasılma hareketi yaparak dış zarı yırtar. Yumurtanın içinde bulunan sıvı çıkarak embriyonun dış yüzeyini sarar. Alt kısmı ile petek hücrelerinin tabanına bağlı olan embriyo, baş kısmı da hücrenin tabanına değinceye kadar hareketine devam eder. Sonuçta larva, hücre tabanında serbest hale geçip "C" harfi şeklini alır. Larvalar, işçi arılar tarafından salgılanan arı sütü ile beslenirler. İlk 24 saat boyunca daha yaşlı bakıcı arılar tarafından arı sütü ile bol miktarda beslenirler. İkinci 24 saat içinde biraz daha ek besin verilir (5).

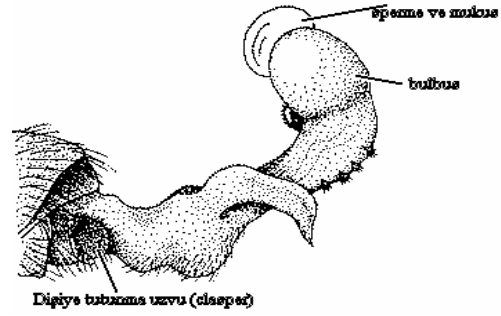
### Sperma ve Bazı Spermatolojik Özellikler

Erkek arılar hacim olarak orta büyüklüktedir. Yaşam süresi baharda 21-32 gün, yaz mevsiminde 90 gündür. Temel görevi anaarı ile çiftleşmektir. Erkek arıların üreme organları bir çift testis, vasa deferens, seminal vezikül, bir çift iri müköz salgı bezi, ejakülasyon kanalı ve penis veya endophallus'dan oluşur (Şekil 2). Spermatozoa üretimi henüz pupa dönemindeyken testislerde başlar. Genç erkek arıların abdomenleri iridir ve spermatozoa testisten henüz ayrılmadığı için ejakülasyon yetenekleri yoktur. Ergin hale geldikten birkaç gün sonra spermatozoa testislerden sperma kesesine iner ve burada depo edilirler (1,6,21).

Çiftleşme sırasında sperma ejakülasyon kanalından çiftleşme organı olan endophallus'a geçer.



Şekil 2: Erkek arı üreme organları



Şekil 3: Erkek arıda penisin yapısı

Endophallus'un ereksiyonu (Şekil 3) ve müköz bezlerinden salgılanan mukusun basıncıyla sperma anaarının üreme organına bırakılır. Çiftleşme sırasında erkek arılar Endophallus'un bir kısmını anaarının abdomeninde bırakırlar ve anaarı ile çiftleşen erkek arılar çiftleştikten hemen sonra ölürlür (1,21).

Genel olarak erkek arıdan sperma almak kolaydır. Ancak erkek arı cinsel olgunluğa ulaşmış olmalı ve sperma kesesinde yeterince sperma bulunmalıdır. Olgun sperma sarı-krem renklidir ve 12 günlükten daha yaşlı erkeklerde bulunur. Sperma alma yöntemleri olarak el ile masaj, elektriksel uyarım, kloroform ya da eter verilmesi metodlarından birisi kullanılır. Spermadan sonra sümüksü bir madde salgılanır. Bu madde doğal çiftleşme sırasında anaarının dölyolunu tıkama işlevi görmektedir. Erkek arıdan sperma almak için en uygun zaman hava şartları eğer müsaitse öğleden sonralarıdır. Çünkü bu saatler erkek arının en aktif olduğu zamandır. Bir erkek arıdaki sperma miktarı ortalama 1.7 mm<sup>3</sup> olup, 1.5-1.75 mm<sup>3</sup> arasında değişmektedir (4, 6, 7, 20).

Spermatozoa yoğunluğu ise ortalama  $7.5 \times 10^9$  spermatozoon/ml olup diğer hayvanlardan daha yüksektir. Erkek arıların büyüklüğü ile sperma miktarı arasında doğru orantı bulunduğu iri gövdeli arılar tercih edilmektedir. Spermanın saklanması üzerine yapılan ilk çalışmalar, spermatozoonların yaklaşık 60 dakika sonra hareketliliğini kaybetmesinden dolayı kesintiye uğramıştır. Bu durumun spermatozoonların ölümünden değil, yalnızca hareketsiz bir döneme girmesinden kaynaklandığı sonradan anlaşılmış ve konuyla ilgili çalışmalar devam ettirilerek büyük ilerlemeler sağlanmıştır (4,20).

### BALARILARINDA ÇİFTLEŞME DAVRANIŞLARI

Onsekizinci yüzyılın başlarına kadar anaarının çiftleşmediği sanılıyor ve yumurtaların petek gözleri içerisinde döllendiği düşünülüyordu. Bazıları da çiftleşmenin kovanda olduğunu savunmuştur. Anaarının çevreyi tanıma uçuşu, havada erkek arılarla çiftleşmesi ve iğne odacığında beyaz bir parçayla (*erkek arı üreme organı-çiftleşme işareti*) kovana dönüşü ilk olarak 1775 yılında Janscha tarafından açıklanmıştır. Çiftleşme ile ilgili ilk denemeleri ise 1792'de Huber yapmıştır. Çiftleşmenin havada gerçekleşmesi nedeniyle, doğal çiftleşme hala ender gözlemlenebilen bir olay olarak nitelendirilmektedir (8,9).

Anaarı, yüksükten çıkışından sonraki ilk 3-5 gün içinde 2-5 dakika süren çevreyi tanıma uçuşu yapar. Bu uçuşun ardından 5 ve 6'ncı günlerde çiftleşmek için kovana terkedir. Çiftleşme uçuşu 1-3 defa yapılır. Anaarı yön belirleme ve çiftleşme uçuşunun dışında ayrıca 2 dakika süren çiftleşmelerarası uçuş yapar ve çiftleşme sırasında erkek arılardan alınan spermanın spermatheca'ya göçünün etkinliğini bu uçuşlarla artırır (1,2,3,8).

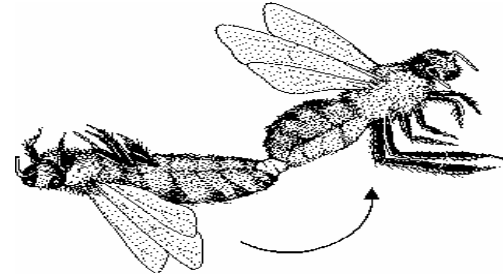
Anaarı aynı gün içinde birden fazla uçuş yapabilir ve bir çiftleşme uçuşunda gerçekleşen çiftleşmelerin sayısı 7-17 arasında olabilir. Anaarının tekrar uçuşma eğilimi göstermesi, ilk uçuştan sonra sperm torbasındaki sperm yoğunluğuna bağlıdır. Yeterli yoğunlukta sperm keseye ulaşmadığı sürece anaarı tekrar uçuşma eğilimi gösterir. Bir kısım araştırmacının gözlemlerine göre, birinci çiftleşme uçuşuna çıkmış 303 adet anaarının

%63'ü ikinci çiftleşme uçuşuna, %6'sı da üçüncü uçuşa çıkmıştır (4,7).

Çiftleşme uçuşlarının süresi ortalama 25 dakikadır. Birinci çiftleşme uçuşu ile sonraki uçuş arasında geçen süre 19-120 dakika arasındadır (ortalama 52 dakika). İki uçuş arasındaki süre ne kadar uzun ise ikinci uçuş o kadar kısa sürmekte ve sürenin kısalmasıyla birlikte ikinci çiftleşmenin etkinliği azalmaktadır (22).

**Çiftleşme:** Anaarının çiftleşmesi, erkek arı toplanma alanında yaklaşık 10 metre yükseğe yerleştirilmiş bir fotoğraf makinesi önündeki desteğe yapıştırılmış anaarı ile gözlenebilmiştir. Çiftleşmenin gerçekleşebilmesi için anaarının iğne odacığın yapay olarak açık tutulmalıdır (12).

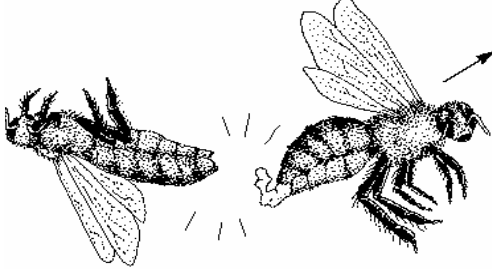
Erkek arı tutkallanmış anaarıyı izlerken, arka bacaklarını anaarıya asar, hafifçe yana ve sırtta bacaklarını yayar. Bir anda 6 bacağı ile anaarıyı tutar. Anaarının üzerine çıktuktan sonra erkek arının karnı alta doğru kıvrılır ve iğne odacığın açık olduğu anda çiftleşme hemen gerçekleşir (11).



**Şekil 4:** Çiftleşme sonrası anaarı ve erkek arının ayrılması (eversiyon)

Açık iğne odacığın ile temas ettikten çok kısa bir süre sonra güçlü karın kaslarının kasılması ile membranlı *penis* ters-yüz olur. Erkek arı felç olarak geriye doğru sallanır ve eversiyon tamamlanırken anaarının yumurta kanallarına spermasını boşaltır (Şekil 4). Erkek arı geriye doğru sallandıktan birkaç saniye sonra patlayıcı bir sesle koparak, anaarıdan ayrılır ve kapanan iğne odacığın çiftleşme işaretini bırakır (Şekil 5). Çiftleşme sonrasında bırakılan bu işaretin temizlenmesi, anaarı kovana döndükten sonra işçi arılara düşmektedir. Bir sonraki erkek arı, çiftleşme

işaretinin altından anaarıya penisini sokarak yeni bir çiftleşme gerçekleştirebilir (12).



**Şekil 5:** Çiftleşmeden sonra erkek arının anaarıya çiftleşme işaretini bırakması.

### SPERMANIN DEPOLANMASI ve KULLANIMI

Anaarılar çiftleştikten sonra erkek arılardan aldığı spermaları, sperma kesesi adı verilen toplu iğnenin başı büyüklüğünde yaklaşık 1-1.5 mm<sup>3</sup> hacmindeki bir organda depolarlar. Spermatozoonlar burada canlılıklarını anaarı yaşadığı sürece (2-3 yıl) korurlar. Anaarılar yumurtlayacakları zaman 1. çift bacakları ile petek gözlerinin çaplarını ölçerler. İşçi arı ve anaarı gözlerine döllenmiş yumurta, erkek arı gözlerine ise döllenmemiş yumurta bırakırlar (9).

Sperma depolama organında 4-5 milyon spermatozoa taşıyan ana arıların 1 yılda ortalama 250.000-300.000 yumurta bıraktığı göz önüne alınırsa en geç iki yıl içerisinde, Spermatheca'daki spermaların tükeneyeceği görülmektedir (10).

### ANAARI GEREKSİNİMİ

Başarılı ve kazançlı bir arıcılık için, kolonilerdeki anaarıların mümkünse her yıl, değilse iki yılda bir değiştirilmesi gerekmektedir. Yaklaşık 2.6 milyon koloninin bulunduğu Türkiye'de anaarıların her iki yılda bir değiştirilmesi gereği göz önüne alınacak olursa, her yıl ortalama 1-1,5 milyon anaarının üretilmesine ihtiyaç vardır. Devletin anaarı yetiştiriciliğini teşvik etmesi, yetiştiriciliği yapan özel kuruluş ve arıcılara denetimli kredi, girdi ve eğitim olanakları sağlaması, anaarı ihtiyacının karşılanmasına, ülke arıcılığının gelişmesine ve bal üretiminin artmasına büyük katkılar sağlayacaktır (9,10).

## BALARILARINDA SUN'İ TOHURLAMA UYGULAMASI

### Ana ve Erkek Arıların Hazırlanması

Sun'î tohumlama ve ıslah çalışmaları için yapılan anaarı yetiştiriciliğinde 9 mm çapında anaarı yüksüklerine çifte aşılama yaparak daha kaliteli ve iri cüsseli anaarılar elde edilebilir. (3,16).

Doğal olarak anaarılar 8-10 günlük olunca çiftleşme uçuşuna çıktıkları için sun'î tohumlama çalışmaları da 8-15 günlük anaarılarda uygulanmalıdır. 6-7 günlükten daha genç anaarıların üreme organları ve dokuları çok zayıf olduğundan; 15 günden daha yaşlı anaarılarda ise dokuların elastikiyeti azaldığından sun'î tohumlamada güçlüklerle karşılaşılabilir (4,10).

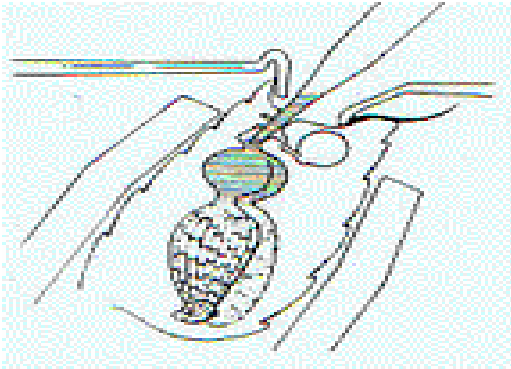
Sun'î tohumlamada kullanılacak erkek arıların seçilmesi ve yerleştirilmesi de ıslah açısından önemli bir konudur. Erkek arı yetiştiriciliği, mevsimsel olup her mevsim her kolonide istenildiği kadar ve istenilen yaşta erkek arı bulunmaz. Bu nedenle anaarı yetiştiriciliği ile erkek arı yetiştiriciliği belli bir ortak program dahilinde yapılmalıdır. Erkek arıların 24 günde ergin hale geldikleri ve 14 günde cinsel olgunluğa ulaştıkları göz önüne alınır, erkek arı yetiştiriciliğine sun'î tohumlama yapılacak tarihten en az 40 gün önce başlanmalıdır. Bu amaçla koloniye erkek arı gözleri bulunan kabartılmış bir petek verilmeli ve anaarı özel olarak hazırlanmış ızgara yardımıyla bu peteğe hapsedilmelidir. Erkek arı gözlerine döllenmemiş yumurta bırakılacağından anaarının hapsedilmesinden itibaren 24-25 gün sonra erkek arılar elde edilmeye başlanacaktır ve bu erkek arılar işaretlenerek 14-15 gün sonra cinsel olgunluğa ulaştığında sun'î tohumlamada kullanılacaktır (10).

### ANA ARILARIN DÖLLENMESİ

Cinsel olgunluğa ulaşmış 14 günlük ve daha büyük erkek arıların thorax'ı sağ elin işaret ve baş parmağı ile abdomene doğru sıkıştırılarak ejakülasyon sağlanır. Endophallus üzerinde sperma, mukoz ile birlikte ince bir film tabakası halinde dağılır. Bu sperma daha önce hazırlanarak sun'î tohumlama aletine monte edilen enjektöre çekilir. Sperma toplanırken enjektör ucunun mukus tabakasıyla

temas etmemesine ve mukusun enjektöre alınmamasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde enjektör tıkanır. 8-10 mm<sup>3</sup> sperma toplanıncaya kadar sperma alma işlemine devam edilir. (4, 13).

Anaarılar CO<sub>2</sub> ile kapalı bir ortamda bayıltılır ve abdomenlerinin son 5-6 segmentleri anaarı tüpünden dışarı çıkacak şekilde tüpe yerleştirilirler. Anaarı tüpü, CO<sub>2</sub> tüpüne bağlanarak anaarının sun'i tohumlama işlemi süresince baygın vaziyette kalması sağlanır. Ventral ve dorsal kancalar yardımıyla anaarının iğne çemberi mikroskop altında açılır ve anaarının iğnesi dorsal kancadaki delik içerisinden geçirilir. Enjektörün ucu vagina girişinden vaginaya oradan da vaginal valvi geçerek lateral oviduct'a ulaşıncaya kadar yavaşça ve dikkatlice hareket ettirilir (Şekil 6). Enjektörün kontrol düğmesi saat yönünde döndürülerek toplanan sperma anaarıya enjekte edilir. Bu işlem tamamlandıktan sonra enjektör yavaşça çekilir. Enjektör çekildiğinde sperma görülüyorsa, tohumlama işlemi başarıyla yapılmış demektir.



**Şekil 6:** *Tohumlama sırasında vagina valvinin geçilmesi*

Bundan sonra, anaarının iğnesi dorsal kancadan kurtarılır ve anaarı tüpten çıkarılarak baygınlığı geçtikten sonra alındığı koloniye verilir. Anaarının yumurtlamaya daha çabuk başlaması için 24 saat sonra tekrar 10 dakikalık bir CO<sub>2</sub> uygulamasına tabi tutulur (1, 2, 11).

Sun'i tohumlama sonrasında anaarının spermatecha'sı, spermatozoon ile dolar ve yaklaşık 5-6 milyon spermatozoon burada depolanır. Enjekte edilen ve spermatecha'ya ulaşamayan sperma, doğal çiftleşmede olduğu gibi aynı şekilde dışarıya atılır. Sun'i

tohumlamadan sonra koloniye verilen anaarının iğne çemberi, işçi arılar tarafından temizlenir (15,17).

### **SUN'İ TOHURLAMADA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR**

Sun'i tohumlamada temizlik ve hijyen koşullarının sağlanmasına dikkat edilmelidir. Sun'i tohumlamanın yapıldığı laboratuvarların temiz, kullanılan alet ve ekipmanların steril olması gerekir. Kullanılan alet ve ekipmanların hastalık oluşturan mikroorganizmalarla bulaşmış olması, anaarının hastalanmasına ve ölmesine sebep olur (4).

Sun'i tohumlama ile döllenmiş anaarınların doğal olarak çiftleşen kız kardeşlerinden yaşama gücü, yavru üretimi ve kolonilerin bal verimi yönünden önemli bir farklılık göstermedikleri belirtilmektedir. (4,13).

Sun'i tohumlama uzun yıllardan beri uygulanmasına ve geliştirilmesine rağmen uygulamada istenilen hız ve başarıya henüz ulaşamamıştır. Sun'i tohumlama yapacak elemanın olmayışı veya az oluşu; sürekli mikroskop altında çalışmayı gerektirmesi; sperma toplama ve döllemede karşılaşılan güçlükler; bir tohumlama operatörünün bir günde dölleyeceği ana arı sayısının sınırlı olması ve benzeri sebepler sun'i tohumlamanın bu günkü koşullarda ekonomik olarak yapılabilecek yaygın bir şekilde kullanılmasını sınırlamaktadır (1).

Ancak arı ıslahı çalışmalarında çiftleşmelerin kontrol altına alınması, yağmurlu, rüzgarlı ve soğuk günlerde dahi laboratuvarlarda sun'i tohumlamanın uygulanabilmesi, çiftleştirme kolonilerine ihtiyaç duyulmaması ve bazı üstün vasıflara sahip arı ırklarının mevcut stoklarının ve seleksiyonla elde edilen üstün vasıflara sahip genetik materyalin ancak sun'i tohumlama ile korunabilmesi konunun önemini arttırmakta ve kullanımının yaygınlaştırılmasını gerektirmektedir (2, 7, 21).

Bir ülkede arı ıslahı çalışmaları yapılabilecekse sun'i tohumlamanın kullanılması mutlak surette gerekmektedir. Aksi takdirde, yapılan çalışmaların ve başarının derecesi düşecektir.

Türkiye'de son yıllarda geleneksel olarak uygulanan gezgin arıcılık ve yoğun bir

şekilde uygulanan zirai mücadele ilaçları nedeniyle, arıcılar kolonilerini sık sık taşımakta ve gittikleri yerlerde bölme işlemi yaparak koloni sayılarını artırmaktadırlar. Uzun yıllardan beri doğal seleksiyon ile çeşitli ekolojik koşullara adapte olmuş bölgesel arı ırkları diğer bölgelerden gelen arıların erkekleriyle çiftleşmekte ve ırk özellikleri yavaş yavaş kaybolmaktadır. Bu bölgesel ırkların korunmaları ancak anaarların aynı ırktan erkek arılarla sun'î tohumlama yöntemiyle döllenmesiyle sağlanabilir. Eğer bir sun'î tohumlama organizasyonu kurulmaz ve gen merkezleri oluşturulmaz ise kısa bir zaman sonra tüm bölgesel ırklar ve ekotipler birbirine karışacaktır (7,9,10).

Türkiye'de günümüz koşullarında Kafkas, Muğla, Ege, Gökçeada gibi değişik bölgesel ırklar bulunmaktadır. Ancak sun'î tohumlama çalışmalarına başlanmadığı taktirde, bu ırklar zamanla özelliklerini kaybedeceklerdir (1).

Arıcılığı gelişmiş ülkelerde sun'î tohumlama, pedigrili damızlık anaarı üretiminde ve arı ıslahı çalışmalarında kullanılmaktadır. Bal verimi yüksek hatlar, Amerikan yavru çürüklüğü ve diğer bazı hastalık ve parazitlere dayanıklı hatlar ve tüm hibrit arı yetiştiriciliği çalışmaları sun'î tohumlama sayesinde gerçekleşmiştir. A.B.D.'de yeterli olan stokları Güney Amerika'dan gelen Afrika arılarına karşı korumak amacıyla sun'î tohumlama programları geliştirilmekte ve özel servisler kurulmaktadır. Yine aynı şekilde balırsı paraziti *Varroa jacobsoni*'ye karşı savaşında sun'î tohumlama ile fizyolojik ve davranışsal olarak parazite dayanıklı hatlar geliştirilmeye çalışılmaktadır (7,10,16).

Türkiye'de koloni gelişme hızını, hastalıklara dayanıklılığı, yaşama gücünü ve bal verimini artırmak amacıyla ülkesel bir "Balırsı İslahı Projesi" hazırlanmalıdır. Arı popülasyonları arasındaki mevcut varyasyondan yararlanarak kontrollü çiftleştirme ile çeşitli karakterlerin ıslahına bir an önce başlanması gerekmektedir. Türkiye'de, TKV (Türkiye Kalkınma Vakfı) dışında henüz programlı bir şekilde sun'î tohumlama ve ıslah çalışması yapan bir özel ve kamu kuruluşu yoktur. Yüksek verimli, hastalıklara dayanıklı ve hırçın olmayan test edilmiş anaarların yurt

dışından getirilerek çoğaltılması ve gerekirse melezlemeler yaparak yeni hatlar oluşturulması ve bunların korunması için sun'î tohumlama organizasyonları kurulması gereklidir.

### SONUÇ:

Çiftleşme davranışı, arıların ilginç özelliklerinden biridir. Çiftleşmenin havada olması nedeniyle anaarı ile çiftleşecek erkek arıların bilinmesi mümkün değildir. Bu ise, arı ıslahını güçleştiren önemli bir faktördür. Diğer taraftan doğal çiftleşme, akrabalı yetiştirimin olumsuz etkilerini ortadan kaldırması nedeniyle önemli bir davranıştır. Seleksiyon yapılabilmesi, genetik ilerlemenin ve bağlantılı olarak da verim artışının sağlanabilmesi için arı yetiştiriciliğinde sun'î tohumlamanın Türkiye şartlarında yaygın olarak kullanılabilirliği artırılmalıdır.

### KAYNAKLAR

1. **Akyol E, Şahinler NK** (1995) *Bal Arılarında Yapay Tohumlamanın Uygulanması*. Teknik Arıcılık Dergisi, 49: 6-12
2. **Anonymous**(2003).<http://koning.escu.ctstateu.edu/Plants-Human/bees/bees>. 22.10.2003
3. **Anonymous**(2003).<http://www.geocities.com/raricilik>. 22.10.2003
4. **Cobey SW** (2003) *Honey Bee Breeding Program. Instrumental Insemination in Honey Bees*. The Ohio State University. Cobey.1@osu.edu.
5. **Collins AM, Donoghue AM** (1999) *Viability assessment of Honeybee, Apis mellifera, sperm using dual fluorescent staining*. Theriogenology, 51(8): 1513-1523.
6. **Collins AM** (2000) *Survival of honey bee (Hymenoptera: Apidae) spermatozoa stored at above-freezing temperatures*. Journal Econ. Entomology. 93(3) :568-571.
7. **Gençer HV** (1998) *Bal arılarında yapay tohumlama*. Hayvancılık Araştırma Dergisi, 8: (1-2), 39-51.
8. **Harbo JR** (1986) *Sterility in honey bees caused by dimethylsulfoxide*. Journal Hered. 77(2): 129-130.
9. **Kaftanoğlu O** (1987) *The Instrumental Insemination of the Queen Bee. Training Course on Apiculture (Beekeeping and Honey Processing) at the Development Foundation of Turkey*. June 8-July19, Kazan, Ankara/TURKEY, 73-78.

10. **Kaftanoğlu O** (1988) *Balarılarında sun'i tohumlama teknikleri*. Marmara Bölgesi 1. Arıcılık Semineri Bildirileri, 10-11 Şubat, Bursa.
11. **Kaftanoğlu O** (1992) *Anaarı yetiştiriciliğinin önemi ve anaarının kalitesini etkileyen faktörler*. Doğu Anadolu Bölgesi 1. Arıcılık Sempozyumu, 6-8 Haziran, Erzurum.
12. **Koeniger G, Koeniger N, Fabritius M** (1979) *Some detailed observations of mating in the honeybee*. Bee World. 60(2): 53-57.
13. **Laidlaw HHJ** (1979) *Contemporary Queen Rearing*. Dadant and Sons, Hamilton-Illinois. (pp-199)
14. **Martı JJ, Del Cacho E, Josa A, Espinosa E, Muno-Blanco T** (1996) *Plasma membrane glycoproteins of mature and immature drone honeybee (Apis mellifera L.) spermatozoa: lectin-binding as seen by light and electron microscopy*. Theriogenology, 46(1): 187-190.
15. **Morse RA, Hooper T** (1985) *Illustrated Encyclopedia of Beekeeping*. Blandford Press, Poole, Dorset, UK.
16. **Öder E** (1976) *Anaarı Yetiştirme Teknikleri*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fak., sayfa-208.
17. **Robinson KO, Ferguson HJ, Cobey S, Vaessin H, Smith BH** (2000) *Sperm-mediated transformation of the honey bee, Apis mellifera*. Insect. Molecular Biology, 9(6): 625-34.
18. **Ruttner F** (1976) *The instrumental Insemination of the Queenbee*. Apimondia, (pp-123).
19. **Sasaki M, Yoshida T** (1989) *Photoperiodic control of the mating flight times of bees: a trial for maintenance of pure lines and programmed crossing by natural mating*. Honeybee Science, 10(4): 164-170.
20. **Schley P** (1982) *Arılarda aletli dölleme üzerine pratik bilgiler*. Giessen Üniversitesi, Almanya (Türkçe Çeviri).
21. **Verma LR** (1974) *Honeybee spermatozoa and their survival in the Queen spermatheca*. Bee World, 55(2):53-61.
22. **Woyke J** (1962) *Natural and artificial insemination of queen honeybees*. Bee World, 43:21-25.