

BAL ARISI IRKLARININ ÇEŞİTLİLİĞİNİN KORUNMASI, KOLONİLERİN YÖNETİMİ VE GENETİK YAPILARININ İSTENEN YÖNDE GELİŞTİRİLMESİ ÜZERİNE MODEL OLUŞTURULMASI

Protecting Diversity of Native Honey Bee Subspecies, Developing a Model on Colony Management and Breeding

Devrim Oskay

Bal Arısı Genetiği ve Islahı Laboratuvarı, Entomoloji Bölümü, Washington State Üniversitesi, Pullman, WA, 99164

Özet: Koloni yönetimi ve genetik geliştirme (ıslah) çalışmaları arıcılığın önemli konularındandır. Genetik geliştirme yöntemleri kullanılarak bal arılarının ekonomik açıdan önemli olan genetik özellikleri geliştirilebilir. Bu konu özellikle kendi yerli ırklarına sahip olan ülkelerin gen kaynaklarını koruyup geliştirmeleri için çok önemlidir. Avrupa ve Amerika ülkelerinde kışı iyi geçiren, Avrupa, Amerikan yavru çürüklüğü, kireç, nosema hastalığına, Varroa zararlısına dayanıklı yüksek bal verimli ve oğul verme eğilimi düşük olan ırklar ve hatlar oluşturulmuştur. Bu genetik geliştirme kriterlerinin oluşturulmasında koloni yönetiminin, ana arı yetiştirme ve yapay tohumlama tekniklerinin kullanımı arıcılık sektöründe genetik geliştirme programlarının başarıya ulaşmasında en etkili yollar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yazımda ülkemizde yaşayan arı ırklarımızın korunmasının önemi, arıcılık işletmelerinde uygulanan koloni yönetim sistemleri, kapalı toplum genetik geliştirme programı, bu programında kullanılan genetik geliştirme kriterlerinin kolonilerde hangi tekniklerle sınındığı ve bütün bunları bir araya getirerek oluşturulan arıcılık modeli sunulacaktır.

Anahtar kelimeler: Bal arısı, genetik, ıslah, koloni yönetimi, yapay tohumlama, kapalı toplum genetik geliştirme programı.

Giriş

İnsanlar uzun yıllardan beri arı kolonilerini yöneterek, elde ettiği ürünleri sağlıklı yaşam için gerekli olan besinler zincirine eklemiştir. Diğer taraftan, bal arılarının bitkiler ile karşılıklı fayda ilişkisinden yararlanarak, zirai ürünlerin çiçeklerinin tozlaşmasını sağlayarak, daha fazla, kaliteli meyve, sebze ve tohum üretmiştir. Bal arılarını diğer ürünlerinden faydalandığımız hayvanlardan ayıran en büyük özellik sosyal hayvan olmalarıdır. Bu özellikleri çeşitli bilim dallarında çalışan araştırmacıların dikkatini üzerilerine çekmesine neden olmuştur. Bal arısı davranış ve biyolojisinin çeşitli yönlerini çalışmak için mükemmel canlı modeldir. Bu yüzden hayvanlar aleminde sosyal eklem bacaklıların arasında, üzerinde en çok bilimsel araştırma yapılan canlı olmuşlardır.

Dünya üzerinde çok sayıda bal arısı ırkı bulunmaktadır. Bu ırklar buldukları çevre koşullarına uyum sağlamışlar, farklı morfolojik, davranış ve verim özellikleri ile çeşitlilik

göstermişlerdir. Amerika ve Avustralya kıtaları bal arıları ırklarıyla 1800'lü yıllarda insanlar yoluyla tanışmışlardır. Ekolojik ve coğrafi özelliği nedeniyle ülkemiz binlerce yıldır birçok bal arısı ırkını ve ekotiplerini bünyesinde bulundurmaktadır. Yerli ırklara sahip olması nedeniyle ülkemiz arıcılığının yapısı sadece Türkiye için önemli olmayıp bütün dünya için önemli bir konumdadır. Ülkemizde en az 5 farklı bal arısı ırkı bulunmaktadır. Bunlar, Anadolu arısı (*Apis mellifera anatolica*); Kafkas arısı (*Apis mellifera caucasica*), İran arısı (*Apis mellifera meda*), Suriye arısı (*Apis mellifera syriaca*), ve Karniol arısı (*Apis mellifera carnica*) (Kandemir ve ark.2000).

Ülkemiz coğrafi ve ekolojik yapısı nedeniyle 4 milyon üzerinde arı kolonisine ev sahipliği yapmaktadır. Bu da bizi dünya ülkeleri arasında 2. sıraya kadar çıkarmıştır (FAO 2004). Çeşitli ve yüksek kaliteye sahip bal arısı gen kaynaklarımızın olması diğer ülkelerin bilim adamlarının ve arı

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

genetikçilerinin uzun yıllar önce dikkatini çekmiştir. Örnek olarak dünyaca ünlü İngiliz arı genetikçisi Brother Adam, 1987 de yayınladığı “Bal arısı Islahı” adlı kitabında İngiltere’ye bütün dünyadan çeşitli arı ırklarını getirerek kendi arılıklarında yaptığı performans ve genetik çalışmalarını anlatmıştır. Adam, bu ırklardan uygun gördüklerini İngiltere’nin yerli bal arısı ırkıyla genetik geliştirme programına alarak, dünyaca ünlü “Buckfast” arı hattını oluşturmuştur. Bu çalışmaları esnasında Anadolu arısının (*Apis mellifera anatolica*) birçok özellik yönünden diğer arı ırklarından çok üstün olduğunu belirtmiştir. Bu yüzden Anadolu arısını dünyaca ünlü “Buckfast” arısı ile genetik geliştirme programına almıştır. Aynı kişi kaskas arısı (*Apis mellifera caucasica*) ile 15 yılın üzerinde çalıştığını ve bu ırk ile İngiltere’de başarılı sonuç alamadıklarını belirtmiştir (Adam 1987). Adam’ın bu çalışmalardan, her bal arısı ırkının farklı ekolojik bölgelerde farklı yaşama ve verim performansı gösterdiğini anlayabilmekteyiz.

Yine Danimarka’nın ünlü damızlık ana arı yetiştiricisi Sorensen, son üç yıldır damızlık ana arı hattını Anadolu arısı ile çiftleştirdiğini belirtmiştir (Traynor 2008)

Ülkemiz arı koloni sayısı ve çeşitli bal arısı gen kaynakları yönünden dünyanın önde gelen ülkeleri arasında yer almaktadır. Buna karşın arıcılığı ileri olan ülkelerde koloni başına alınan bal verimi ortalaması 50-60 kg iken ülkemizde bu miktar uzun yıllardan beri 17 kilogramı geçememiştir. Bunun nedenini arı ırklarımızın yaşama ve verim performansında değil, yıllardır mesleki eğitim ve örgütlenmesini, ürün pazarlamasını, yetiştirme ve genetik geliştirme politikalarını tam anlamıyla başaramamamızda aramalıyız.

Arıcılık sektöründe yetiştirme ve ıslah politikalarının başarılı bir şekilde yürütülmesinin arkasında ülke şartlarına uygun modellerin oluşturulması yatmaktadır. Arıcılıkta gelişmiş ülkeler uzun yıllardan beri çeşitli modeller kullanarak, yetiştirme ve ıslah teknikleri uygulayıp, bunları geliştirerek arı kolonilerinden daha fazla fayda elde etmek için çalışmaktadırlar. Bu çalışmaların sonucu, üstün verimli, saldırganlığı düşük düzeyde, oğul eğilimi düşük, arı hastalıklarına ve zararlılarına dirençli hatlara sahip olmuşlardır.

Günümüzde yanlış siyaset, çevre kirliliği, iklim değişiklikleri, ekolojik problemler ve eğitimsizlik bütün dünyayı olumsuz yönde etkilemektedir. Bunlara bağlı olarak nedeni henüz anlaşılmayan

koloni çöküş sendromu ve yanlış koloni yönetimleri yüzünden dünya üzerinde büyük miktarlarda koloni kayıpları yaşanmaktadır. Buna örnek olarak, ülkemizin çeşitli bölgelerinde üreticiler ile yapılan ön çalışma niteliğindeki anketler sonucu, 2004, 2005 ve 2006 yıllarındaki koloni kayıpları % 10 civarında olurken, 2007 yılında bu oran % 40’a kadar yükseldiği görülmüştür (Giray ve ark. 2007). 2007 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nde koloni kayıp oranı % 60’a kadar çıkmıştır. Bu durum çeşitli ülkelerde sadece arıcılık sektörünü olumsuz yönde etkilemekle kalmayıp, bal arılarının bitkisel üretimde tozlaşma görevinden dolayı bitkisel üretim sektörünün de olumsuz etkilenmesine neden olmuştur. Bu durum karşısında ülkeler yeni arıcılık modelleri ve araştırma stratejileri oluşturmak ya da olan stratejilerini geliştirmek zorunda kalmıştır.

Dünyadaki ve ülkemizdeki bu gelişmeler göze alındığında Türkiye’de bu güne kadar kullanılan arı kolonilerinin yönetim ve genetik geliştirme (ıslah) tekniklerini daha etkili bir şekilde kullanılmasını ve geliştirilmesini sağlayacak modellerin oluşturulması zorunludur.

Arı kolonilerinin yönetimi ve genetiklerinin geliştirilmesi (ıslah) ile ilgili arıcılık modelinin oluşmasında ve yürütülmesinde iki ana programın birlikte yürütülmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Zira iyi ve etkili koloni yönetimi yapılmayan arıcılık işletmesinde genetik geliştirme tekniklerinin uygulanarak başarılı sonuç alınması imkansızdır.

Ülkemizdeki arı ırklarımızın korunması ve üstün verimli bal arısı hatlarının oluşturulması gerekmektedir. Bu amaca ulaşmak için oluşturulacak modelde uygulanması gereken iki program karşımıza çıkmaktadır.

1-) Arı kolonilerinin yönetimi programı

2-) Arı kolonilerinin genetik yapılarını geliştirme programı.

1-) Bal arısı kolonilerinin yönetimi programı

A) Koloni kayıt sistemi

Bal arısı kolonilerinin yönetilmesinde arıcılık işletmesinde bulunan kolonilerin yapısı, yapılacak işlerin organize edilerek işçilikten kazanma, genetik geliştirme çalışmaları ve ileriki dönemlerde işletmeye verilecek yonlerin tayin edilmesinde kullanılacak olan kayıt sistemi çok önemlidir. Kayıt sistemi olmayan işletmelerin kolonilerini beklenen verimlilikte yönetmeleri ve genetik geliştirme programlarını yürütmeleri beklenemez. Kullanılacak

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

kayıt sistemi ile, arıcılık işletmesinin yapısına uygun kayıt sistemi oluşturulmalıdır. Bu şekilde kolonide bulunan arı miktarı, ana arının yaşı, kuluçka durumu, yiyecek miktarı, koloninin oğul verme düzeyi ve hastalık durumu vb. analiz edilebilir. Ana arı yetiştiren işletmelerde kaç tane ana arı gözünün kabul edildiği ve yetiştirilen anaların hangi kovanlardan geldiği kayıt altına alınmalıdır (Laidlaw ve Page. 1997). Genetik geliştirme yapan işletmelerde kayıt sistemi, kolonilerin genetik yapılarını geliştirme (ıslah) kriterlerine göre puanlanmasında çok etkili şekilde kullanılmalıdır.

B-) Koloni yönetim teknikleri

Arıcılık işletmelerinde bulunan kolonilerin yüksek performanslı ve sağlıklı olmalarını sağlamak için farklı dönemlerde çeşitli koloni yönetim teknikleri uygulanmalıdır. Bu teknikler ile:

1-) Üretim kolonilerinde nektar akım zamanlarında kolonide bulunan tarlacı arı sayısını en yüksek düzeye çıkartıp, tüketici konumunda olan arı sayısını en az düzeye düşürecek "koloni destek" sistemi kullanılarak daha yüksek düzeyde bal üretilebilir (Doğaroğlu. 1999).

2-) Nektar akımı dönemine güçlü kolonilerle girebilmek için oğul verme döneminde ana arı gözlerinin titizlikle taranıp bozulması ile kolonilerin oğul vermesi engellenir.

3-) Kolonilerin yüksek performans, yaşlanan ya da sağlıklı olmayan analarını değiştirirken uygun şekilde ana arı kabul ettirme sağlanır (Ambrose 1993).

4-) Kolonilerde arılar için yetersiz besin bulunduğu dönemlerde koloni sağlığını olumsuz yönde etkilemeyecek besleme teknikleri kullanılarak koloninin sağlıklı gelişmesi sağlanır.

5-) Kolonilerden bal, polen, arı sütü, arı zehiri hasat etme, balmumu elde etme teknikleri kullanılarak bu ürünleri en sağlıklı şekilde muhafaza edilmesi sağlanır.

6-) Arı ürünlerinde kalıntı bırakmadan hastalıklar ve zararlılar ile kültürel ve kimyasal yollar ile mücadele edilir.

7-) Yapay oğul alma teknikleri kullanılarak koloniler çoğaltılır.

8-) Arıcılık gereçlerinin en akılcı şekilde kullanılması sağlanır.

C-) Bal arısı ürünlerinde kalıntı bırakılmadan hastalık ve zararlıların kontrolü

Daha önceki yıllarda hastalıkların ve zararlıların kontrolü denildiğinde aklımıza gelen tanıların laboratuvar koşullarında yapılması ve kolonilere çeşitli kimyasallar uygulanarak hastalık ve zararlıların kontrol altına alınması şeklindeydi. Daha sonra, sadece kimyasal yolla hastalıkların kontrolünün balda ve arı ürünlerinde katkı bıraktığı ve bunun insan sağlığını olumsuz yönde etkilediği anlaşıldı. Uzun süreli ve yanlış dozaj kullanımı nedeniyle hastalık ve zararlıların kimyasallara karşı direnç kazanmasına neden olduğu anlaşıldı. Günümüzde bu olumsuzlukları giderebilmek için gelişmiş ülkelerde hastalık ve zararlılara dayanıklı genetik yapısı geliştirilmiş arı hatları oluşturulmuştur. Bunun yanında hastalık ve zararlıların kontrolü amaçlı "bio-teknolojik" yöntemler geliştirilmiştir. Bu yolla arı ürünlerinde kimyasal kalıntı problemi çözülerek hastalık ve zararlılarla daha etkin bir şekilde kontrol sağlanmıştır. Ayrıca günümüzde Amerikan yavru çürüklüğü gibi hastalıklar arazi şartlarında teşhis edilebilecek duruma gelmiştir.

Ülkemizde uygulanacak arıcılık modellerinde Varroa, trake akarı, Amerikan yavru çürüklüğü, Avrupa yavru çürüklüğü, kireç, nosema gibi hastalıkların teşhisini ve kontrolü ıslah ve bio-teknoloji teknikleri kullanılarak arı sağlığına zarar vermeden ve balda istenmeyen kalıntıların kalmayacak şekilde uygulanması sağlanmalıdır. Hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı arı hatlarının oluşturulması ıslah programları kapsamında sağlanmalıdır.

2-) Bal arısı kolonilerinin ıslahı Programı

A-) Ana arı yetiştirme sistemi

Arıcılıkta arı kolonilerinde yüksek verim almada kolonilerin iyi yönetilmesi kadar yüksek kaliteli ana arı yetiştirilmesinin rolü büyüktür. Günümüzde ana yetiştirmek için çeşitli teknikler kullanılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan ise "Doollittle" ya da "larva transferi" adıyla bilinen ana yetiştirme yöntemidir (Laidlaw 1979).

Bu yöntemde izlenmesi gereken basamaklar; ana arı gözlerinin yapılması, ana arı gözlerine transfer edilecek larvaların sağlanması, larvaların petek gözlerinden hazırlanan ana arı gözlerine transferi, başlatıcı ve bitirici kolonilerinin hazırlanması ve yönetimi, erkek arı yetiştirilmesi, bakire anaların çiftleştirilmesi ve ana arı bankası hazırlamasıdır.

Bilim adamları, bal arılarının vücut ölçülerinin, renklerinin ve davranış özelliklerinin kuşaktan

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

kuşağa aktarıldığını keşfederek bu özellikleri büyüteç altına almışlardır. Irkları birbirinden ayırma tekniği olarak yıllarca morfolojik özelliklerden yararlanılmıştır (Ruttner 1978, 1988). Günümüzde bu ayırım DNA ve enzim analiz teknikleriyle daha kesin olarak dünyanın çeşitli ülkelerinde ve ülkemizde rahatlıkla yapılabilmektedir (Sheppard ve Berlocher 1984, Smith ve ark. 1997. Kence 2006).

Bal arılarında genetik yoluyla kuşaktan kuşağa geçen davranış özelliklerini incelediğimizde gerek biyolojik yönden, gerek arıcılık sektörü açısından önemli özelliklerin karşımıza çıktığını görebiliriz. Bu özellikler ırklar arasında farklılık gösterdiği gibi, aynı ırktan olan, aynı arılıkta bulunan koloniler arasında bile farklılık gösterebilmektedir. Bu özelliklerin üzerinde ıslah yöntemleri ile çalışıldığında istenmeyen davranış özellikleri gelecek kuşaklarda en az düzeye indirilebildiği gibi tamamen de yok edilebilmektedir. İstenilen davranış özellikleri ise ıslah yöntemleri ile gelecek kuşaklarda en üst düzeye çıkarılabilmektedir. Bu çalışmaların sonucunda koloniler daha rahat yönetilebilmekte, verimleri, hastalıklara ve zararlılara karşı dirençleri artırılabilir. Günümüzde üzerinde çalışılan bazı önemli ıslah kriteri şunlardır.

- 1-) Koloni savunma eğilimi
- 2-) Oğul verme eğilimi
- 3-) Bal, polen ve propolis toplama
- 4-) Hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık

Koloni Savunma Eğilimi (K.S.E.):

Bal arıları kolonisi hayatta kalabilmek ve üremek için doğanın onlara belli dönemlerde sunduğu yiyecekleri toplayıp depolarlar. Bu şekilde doğada yiyecek bulma imkanı olmadığında depoladığı bu yiyecekleri tüketirler. Bal arıları gelecek kuşaklarını ve yiyeceklerini diğer canlılardan korumak amacıyla koloni savunma sistemi geliştirmişlerdir. Bal arısı ırkının K.S.E. düzeylerinde farklılıklar gösterir. Bu eğilim aynı ırk içindeki kolonilerde dahi farklılık gösterebilir. Bazı koloniler savunmaya daha önem verdiği gibi diğerleri savunmaya önem vermeyebilir. K.S.E yüksek olan ırkların arıların tarlacılık aktivitesinden daha çok kolonide kalarak koloni savunmasında görev aldıkları bilinmektedir. Bu özelliğe sahip olan ırklara en güzel örnek Afrikalaşmış bal arısını verebiliriz. Bu ırk tropik bölgelere uyum sağlamıştır. Tropik bölgelerde yiyecek yılın her zamanında bol şekilde bulunduğundan dolayı, bu ırkın tarlacıları genellikle

nektar tarlacılığını az yaparak düşük düzeyde bal toplarlar. Bunun yerine polen tarlacılığı ve koloni savunmasında görev yaparak koloninin daha hızlı üremesini sağlarlar. (Rivera 2006). Avrupa arı ırkları buldukları bölgelere uyum sağlamıştır. Tropik bölgelerin aksine bu bölgelerde kısıtlı zamanda bol yiyecek akımı olduğu için yaşama üreme, davranış stratejilerinde farklılıklar gözlenir.

Bazı bal arısı ırkları diğer ırklardan çok daha saldırganıdır. Bu tip arı kolonilerinde bulunan arıların sokma eğilimi diğerlerinden daha yüksektir. Irkların dışında aynı ırktan olup aynı arılıkta bulunan kovanların bazıları diğerlerinden daha saldırganıdır. Bu özellik genler ile kuşaktan kuşağa geçer. Kovanların saldırganlık düzeylerinin belirlenmesinde iki önemli yöntem kullanılmaktadır. Birincisi saldırganlık davranışı testi yöntemidir. Bu yöntemde kolonideki petekler üzerinde bulunan arıların davranışı gözlenerek puanlama yapılır (Rivera 2006). İkincisi sokma eğilimini belirleme testidir. Bu yöntemde koloninin giriş deliğinin yanında ya da örtü tahtası kaldırılıp, sopalara bağlanmış siyah renkli güderi bayraklar belli süre sallanarak, arıların bu siyah bayrakları sokması sağlanır. Bayrak üzerinde kaç tane arı zehir kesesi olduğu sayılarak puanlama yapılır (Rivera 2006). Genetik geliştirme programlarında bu şekilde saldırganlıkları belirlenen kolonilerin arasından en az saldırgan koloniler belirlenerek, bu kolonilerden ana arı yetiştirilmeye çalışılır.

Oğul Verme Eğilimi: Bal arısı kolonileri çoğalma içgüdüğü ve bazı zorlayıcı nedenler ile oğul eğilimi gösterirler. Oğul vermede, kolonide bulunan ana arı beraberinde kolonide bulunan arı topluluğunun yaklaşık yarısını alarak koloniyi terk eder ve başka bir yerde yeni yuva oluşturur. Oğul döneminde koloni birçok kez oğul verebilir. Arıcılık çalışmalarında koloninin kontrol dışı oğul vermesi durumunda, koloni nektar akımı dönemine kadar güçlü arı topluluğu oluşturamayacağından yüksek bal verimi alınamayacaktır. Bu yüzden arıcılık işletmeleri iş gücünden kazanmak için, oğul eğilimi düşük koloniler ile çalışmayı arzu ederler.

Kolonilerin oğul vermemeleri için yönetim ve genetik geliştirme teknikleri kullanılır. Koloni oğul verme eğilimi özelliği kuşaktan kuşağa kalıtım yoluyla geçmektedir. Oğul döneminde en az ana arısı gözü yapan ya da oğul eğilimi göstermeyen koloniler belirlenip, bu özelliğe sahip kolonilerden ana yetiştirilerek, kolonilerdeki oğul eğilimi çok düşük düzeye indirilebilir.

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

Bal, Polen, Propolis Toplama: Arıcılık sektöründe yüksek bal ve polen üretimi yapan koloniler istenir. İşletmelerin tercihine göre günümüzde propolis üretimi önem kazanmıştır. Koloniler belli dönemlerde topladıkları bal, polen ve propolis ağırlıklarına bakılarak puanlamaya alınır. İstenen kriterleri yakalayan kolonilerden ana yetiştirilerek genetik geliştirme programları yönlendirilebilir.

Hastalık ve Zararlılara Karşı Direnç:

Diğer canlılarda olduğu gibi bal arılarının da hastalıkları ve zararlıları bulunmaktadır. Hastalıkları iki ana grupta toplayabiliriz: yavru hastalıkları ve ergin arı hastalıkları. En yaygın ve tehlikeli yavru hastalıkları olarak karşımıza çıkan, Amerikan yavru çürüklüğü, Avrupa yavru çürüklüğü ve kireç hastalığıdır. En yaygın ve tehlikeli ergin arı hastalığı ise Nosemadır. Bal arısı zararlıları içinde en tehlikeli ve yaygın olanı ise Varroa'dır.

Kimyasal yolla hastalıkların ve zararlıların kontrolü pahalı ve zordur. Kimyasallarla yapılan uygulamalar sonucu bal ve arı ürünlerinde kalıntı problemi ortaya çıkmıştır. Bunun yanında hedef organizmalarda kimyasallara karşı direnç oluşmuştur. Günümüzde bir çok ülkede hastalık ve zararlılara karşı kimyasal kullanılması yasaklanmıştır. Bu yüzden ileriki yıllarda arı kolonilerini ıslah yöntemleri ile hastalıklara karşı dirençli hale getirmek büyük önem kazanacaktır.

Bal arıları hastalık ve zararlılara karşı kullandığı genetik temelli direnç mekanizmasını üç ayrı sınıfta toplayabiliriz.

Fizyolojik mekanizma

Larva ya da ergin bal arısının fizyolojik ürün üreterek hastalık etmeninin gelişimini, ya da üremesini baskı altına almasını sağlamasıdır. Amerika'da yapılan araştırmalarda Amerikan yavru çürüklüğüne direnç gösteren koloniler Dr. Walter Rothenbuhler ve ekibi tarafından bulunarak, "Brown hat" adı verilen arı hattı oluşturulmuştur (Laidlaw, Page 1997)

Davranış mekanizması

Bal arılarında en iyi bilinen hastalık direnç mekanizması hijyenik davranışdır. Bu davranış ilk olarak 1937 yılında Dr. O.W.Park tarafından tanımlanmıştır. Burada birbirinden ayrı iki davranış mekanizması gözlenmektedir. Hastalıklı, sırlanmış kuluçka gözlerinin açılması ve hastalıklı larvaların bu gözlerden çıkarılarak kovan dışına atılmasıdır. Bu iki davranış mekanizması 1964 yılında Dr.

Rothenbuhler tarafından gösterilmiştir. Hijyenik davranış, Amerikan, Avrupa yavru çürüklüğü, kireç hastalıklarına ve Varroa parazitine karşı etkili bir davranış mekanizması olarak gösterilmiştir (Laidlaw, Page 1997).

Hijyenik Davranış Testi

Kolonilerin hijyenik olup olmadığını anlamak için iki yöntem kullanılmaktadır. Kolonilerden farklı zamanlarda farklı sonuçlar alınabileceğinden kolonilerin sezonda iki kere sınanması gerekmektedir.

Petek kesme yöntemi

Sırlanmış kuluçka peteğinden 100 kuluçka gözü içeren bir parça kesilir. -22 °C de en az 24 saat bekletilir. Daha sonra donmuş petek parçası koloniye geri verilmek üzere kuluçka peteğindeki yerine geri yerleştirilir.

Sıvı Nitrojen yöntemi

İşletmede sıvı nitrojen yöntemi uygulandığında işçilikten ve zamandan kazanılır. Yüz petek gözünü içine alabilecek büyüklükteki, alt kısmı ve üst kısmı açık olan metal küp ya da silindirin içine 250 ml sıvı nitrojen dökülerek 5 dakika beklemek suretiyle kapalı gözlü kuluçka gözlerinin içinde bulunan arıların ölmesi sağlanır.

Seçilim

Her iki yöntemde kapalı kuluçka gözleri içersinde ölü arılar çerçeve ile koloniye geri verilerek 24 saat tutulur. Bu sürenin sonunda petekler kolonilerden alınarak, arıların kaç tane gözü temizlediği sayılır. Gözlerden %80 ni temizleyen koloniler seçilmelidir. Bu uygulamadan 2 gün sonra aynı uygulama kolonilere tekrar yapılmalıdır. İkinci kez gözlerden temizleme oranı %80 nin üzerine çıkan koloniler seçilmelidir (Cobey 2004).

Bal Arılarının Varroa'ya Karşı Gösterdikleri Direncin Mekanizması

Varroa bal arılarının (*Apis mellifera*) doğal konukçusu değildir. Varroa *A.cerana*'nın doğal asalağıdır. *A.cerana* evrimleşmesi sonucu bu doğal asalağına karşı tımarlama, ısırma ve üreme özelliği gösteren varroa'ları kapalı kuluçka peteklerinde belirleyip kovan dışına atma davranışını geliştirerek direnç oluşturmuştur.

Varroa bal arılarına geçtiği ilk yıllarda çok büyük koloni kayıplarına neden olmuştur. İlk zamanlar bu zararlıya karşı yoğun bir şekilde kimyasal mücadele

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

yöntemleri kullanılarak zararı engellenmeye çalışılmıştır. Günümüzde Varroa'ya karşı eskiden beri kullanılan bir çok kimyasala direnç kazandığı için ya yeni kimyasallar ile ya da varroa'ya dayanıklı hatlar oluşturularak mücadeleye yolları ağırlık kazanmıştır.

Bal arılarında Varroa'ya karşı ilk dirençli hat oluşturma çalışmalarında her koloniden kapalı kuluçka gözlerinden 100 tanesi açılarak erkek, dişi ve ergin olmayan varroa'ların sayılması yolu izlenmiştir (Laidlaw, Page 1997). Bu peteklerde en az Varroa bulunan kolonilerden ana arı yetiştirilerek Varroa'ya dirençli hatlar oluşturulmuştur.

A. cerana'nın Varroa'ya karşı geliştirdiği en az 4 davranış mekanizması California Davis Üniversitesinde çalışan Christine Peng tarafından gösterilmiştir (Peng ve arkd. 1987). Varroa bulaştırılan arıların tımarlama hareketi ile Varroa'ları üzerlerinden attıkları, eğer atamazlarsa tımarlama dansı yaparak yakınlarında bulunan işçi arıların ağız organlarıyla Varroa'nın üzerlerinden atılmasını sağladıkları gözlenmiştir. Daha sonra tımarlama yapan işçi arının Varroa'ya sıklık ile vurarak kovan dışına attığı görülmüştür. Ne zaman Varroa'yı üzerinden atmaya zorlaşırsa, diğer arılar Varroa'nın bulunduğu arıya saldırarak Varroa'nın arının üzerinden atılmasını sağlamışlardır. Bu tip davranışlar *A. mellifera* da gözlenmesine karşın *A. cerana* daki görünen sıklıkta olamamıştır.

Puerto Rico Üniversitesi'nde Dr. Giray'ın arı laboratuvarında bulunduğu yıllarda bal arısı kolonilerinin davranışlarından yararlanarak kolonilerin varroa'ya karşı hangi düzeyde direnç gösterdiğini belirleyen yöntemi geliştirdim (Rivera 2006). Bu yöntemle göre her koloniden toplanan 10 arı şeffaf plastik kaplara konulmuştur. Yine kolonilerden toplanan canlı Varroa'ların her biri arıların bulunduğu ortama bırakılarak, arıların bu Varroa'ya gösterdikleri davranışlar gözlenmiştir. Varroa'yı ısırma, tımarlama ve vurma davranış sayıları not edilerek puanlama yapılmış ve direnç gösteren koloniler belirlenmiştir.

Anatomik Mekanizma

Bal arıları depolanmış bal içinde bulunan Amerikan yavru çürüklüğü (AYÇ) sporlarını farklı düzeyde yok etme yeteneği gösterirler. Arının karın kısmında, bal midesinin önünde bulunan proventricular valfin (bal durdurucu) nektarda ya da bal tüketen işçi arılarda AYÇ sporlarını süzdüğüne inanılmaktadır. Rothenbuhler yaptığı çalışmalarda AYÇ'ne dirençli

Brown hattından olan işçi arıların, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus cereus*, ve AYÇ'ne neden olan *Bacillus larvae* enjekte edilmiş şuruptaki sporları daha etkili bir şekilde yok ettiklerini göstermiştir (Laidlaw ve Page 1997).

Kontrollü Çiftleştirme ve Yapay Tohumlama

Uzun yıllardan beri çeşitli bitkiler ve hayvanların gelecek kuşaklarından üstün verim alma, hastalıklara dirençli kuşaklar yetiştirme vb. nedenlerle kontrollü bir şekilde üremeleri ve çiftleştirilmeleri sağlanmaktadır.

Ana arılar doğada her çiftleşme uçuşunda bir erkek arı ile olmak üzere, genellikle birden fazla erkekle çiftleşme gerçekleştirir. Ortalama 7-17 erkek ile, bir kaç gün ya da haftada çiftleşme işlemini tamamlarlar (Winston 1987). Bal arılarının kontrollü çiftleştirilmesi yalıtılmış alanlarda ya da yapay tohumlama tekniği uygulanarak gerçekleştirilmektedir. Yalıtılmış alanlar çok yaygın bulunmadığı ve bu alanlarda istenen her çiftleştirme tasarımı uygulanamayacağı için yapay tohumlama tekniği doğal çiftleştirmeye göre daha önemli bir yere sahiptir. Erkek arılardan şırınga yardımıyla toplanan spermilerin ana arının üreme organına mikroskop ve özel aletler yardımı ile enjekte edilmesi olayına yapay tohumlama denir. İlk başarılı yapay tohumlama 1939 yılında Laidlaw tarafından gerçekleştirilmiştir (Laidlaw ve Page 1997). Günümüzde aynı amaca hizmet eden çeşitli ülkelerde üretilen yapay tohumlama aletleri mevcuttur. Yaygın olarak kullanılanlar: Shley, Swienty, Laidlaw-Gross, Kühnert-Laidlaw yapay tohumlama aletleridir (Cobey 1995).

Yapay tohumlama tekniği sayesinde erkek arılardan toplanan sperm depolanabilir ve dünyanın istenilen yerine posta yolu ile gönderilebilir (Collins 2000). Sperm gönderebilme, canlı arı gönderilmelerinde yaşanan, hastalık ve zararlıların yayılma riskini en az düzeye indirir.

Yapay tohumlanmış ve doğal çiftleştirilmiş ana arıların performansları çeşitli araştırmacılar tarafından karşılaştırılmıştır. Yapılan 14 çalışmanın 6 tanesinde yapay tohumlama ve doğal çiftleştirilmiş ana arıların performansları eşit, 7 çalışmada yapay tohumlanan ana arıların performansı daha yüksek, 1 çalışmada ise yapay tohumlanan ana arıların performansı daha düşük bulunmuştur (Cobey 2007).

Bal arılarının genetik sistemi diğer çiftlik hayvanlarından farklıdır. Erkek arılar ana arının

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

yumurtladığı dölsüz yumurtalardan meydana gelirler. Onların babaları yoktur. Erkekler ana arılardan tek kromozom seti alırlar. Bu yüzden her bir sperm ana arının aynı genomunu içerir. Bunun yanında yetiştirilen döllere arasındaki süre çok kısadır. Bu yüzden yapay tohumlama tekniği ve akrabalı yetiştirme teknikleri uygulanarak istenilen özellikler çok hızlı bir şekilde seçilebilir. Kendine dölleme, bir erkek ile birden fazla ana arı dölleme, ana-kız çiftleştirilmesi, baba-kız çiftleştirilmesi, super kızkardeş-super kız kardeş çiftleştirilmesi, tam kızkardeş-tam kızkardeş çiftleştirilmesi, yarım kızkardeş-yarımkızkardeş çiftleştirilmesi, kuzen çiftleştirilmesi gibi farklı akrabalı yetiştirme programları kullanılarak bal arısı hatları oluşturulabilir (Laidlaw ve Page 1997). Akrabalı yetiştirme programları ile başarılı, aynı özelliklere sahip arı kolonileri yetiştirilebilir. Bunun için birden fazla hat üretilerek, hatlar arasında melezlemeler yapılır. Genel ve hedeflenen özelliklere göre kolonilerin performansları sınanabilir. Bu çalışmalar sonunda elde edilen istenilmeyen özellik gösteren hatlar ayıklanabilir. Bazı hatlar kaza sonucu kaybolabilir ya da akrabalık krizi nedeni ile yaşamlarına devam edemiyebilirler. Bu yüzden yeni hat oluşturma çalışmaları devam edilmelidir. Yeni hatlar kaybolan hatların yerine konularak yetiştirme programlarına devam edilmelidir.

Genetik geliştirme (ıslah) programları 1980'li yıllara kadar genellikle büyük arı topluluklarında yapılırdı. Koloni sayısı yaklaşık 3.000-10.000 civarında olurdu. Daha sonraki yıllarda yeni ıslah programları geliştirilerek daha düşük sayıda bulunan arı topluluklarında ıslah yapılabilen programlar geliştirilmiştir. Bu sayede daha önce çok yüksek maliyetler yüzünden kolaylıkla ile yapılamayan arı ıslahı günümüzde daha düşük maliyetlerle ve daha pratik şekilde yapılabilecek duruma gelmiştir.

Dairesel çiftleştirme sistemleri ise Ohio State ve California Davis üniversitelerinde düşük ve yüksek miktarda polen toplayan arı hatları oluşturulmasında başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Bu sisteme göre 127 kolonide bulunan polenli çerçevelerin alanları ölçülmüştür. Yüksek ve düşük düzeyde polen depolamış koloniler belirlenerek, her arılıkta bulunan 10 yüksek ve 10 düşük düzeyde polen depolamış kolonilerden yüksek düzeydekilere Y1-Y10, düşük düzeydekilere D1-D10 olarak tasarlanmıştır. Y1 -Y5 ve D1-D5 den yetiştirilen bakire ana arılar Y5-Y10 ve D6-D10'dan erkek arıların spermeleriyle yapay tohumlanışlardır (Laidlaw H.H.& Page, E. R. 1997).

Her alt grup hattan 5-10 çiftleşmemiş ana yetiştirilmiş ve her biri yapay tohumlama tekniği ile tek erkek arı ile çiftleştirilmiştir. Bu başlangıç melezlemeleri ile düşük düzeyde polen toplayan ve yüksek düzeyde polen toplayan alt grup hatları oluşturulmuştur.

Kapalı Toplum Koloni Genetiği Geliştirme Programı

Kapalı toplum ıslah programı yukarıda bahsi geçen genetik iyileştirme amaçlı çiftleştirme tekniklerinden sonra Robert E. Page ve Harry H.Laidlaw tarafından geliştirilmiştir. Bu programın geliştirilme amacı ise ekonomik amaçlı kurulan damızlık yetiştiricisi işletmelerinin uzun süre (20 yıl) akrabalı yetiştirme krizi olmadan, daha az koloni sayısı ile kolay yönetilebilen genetik geliştirme programlarının izlenebilmesidir.

Bu programa 35-50 koloni topluluğu ile başlanabilmektedir. Koloniler bir yıl boyunca arzulanan özellikler göz önüne alınarak puanlanmaktadır. Puanlama sonucunda koloni topluluğunda bulunan kolonilerin en başarılı olan %20 den 100-200 ana arı yetiştirilerek topluluğu temsil eden erkek arılar ile yapay tohumlama tekniği uygulanarak çiftleştirilir. Yeni genç analar ile koloniler oluşturularak bütün yıl boyunca performansları izlenerek puanlama yapılır. Diğer sezon bütün bu işlemler tekrar edilerek programın devamlılığı sağlanmış olur.

Sonuç

Günümüzde yukarıda bahsi geçen programlar ve teknikler uygulanarak kışı iyi geçiren, oğul verme eğilimi çok düşük, Varroa ile savaşabilen, Amerikan, Avrupa yavru çürüklüğü ve kireç hastalığı bulaşmış larvaları petek gözlerinden çok hızlı bir şekilde çıkarıp kovandan uzaklaştıran, Nosema hastalığına dayanıklı, bal verimi yüksek, bütün bu özelliklerden dolayı organik arıcılığa uygun arı hatları çeşitli ülkelerde geliştirilmiştir. Bu özelliklerin geliştirilmesine devam edilmektedir. Üzerinde bu özellikleri bulunduran yalıtılmış bölgelerde ya da yapay tohumlama yoluyla yetiştirilen ana arılar, damızlık ana olarak adlandırılmaktadır. Bal arılarında kuşaklar arasındaki süre çok kısa olması nedeni ile genetik geliştirme programları bir inekte, koyunda, ya da tavukta olduğu gibi uzun süre ve çok büyük yatırımlar gerektirmemektedir. İyi yönetilen projeler 5 yıl gibi bir sürede çok güzel sonuçlar vermektedir. Gelişmiş ülkelerde bu tip projeler üniversitelerin ya

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

da araştırma merkezlerinin tekelden çıkarak profesyonel üretici işletmelerinin uygulayabildiği konuma gelmiştir. Teknikler zaman içerisinde gelişerek daha pratik, kullanılabilir duruma gelmiştir. Ülkemizde ise 5 bal arısı ırkı ve bunların birçok ekotipleri bulunmasına karşın çok az yerde birkaç ırk, sadece saf halde tutulabilmektedir. Uzun yıllar yanlış izlenen politikalar yüzünden sadece bir bölgemizde bulunan ve o bölgeye uyum sağlamış arı ırkımız, bütün bölgelerimizde en başarılı ırk olarak gösterilerek, bu bölgeden diğer yerli arı ırklarımızın bulunduğu bölgelere yoğun miktarda ana arı satışı yapılmıştır. Bu da yerli arı gen kaynaklarımızın yok olma tehlikesinin meydana gelmesine neden olmuştur. Halbuki bu tip bölgelerde başarı gösteren ırklarımızın ıslah programlarına tabi tutularak yerli ırkları olmayan ülkelerin damızlık ana, ana arı ve hatta paket arı ihtiyaçlarını karşılama yoluna gidilmesi izlenecek en

doğru politikadır. Yerli ırklarımızın ortadan kalkması tehlikesinin önüne geçebilmek için, ülkemizde yerli ırklarımızın bulunduğu alanlarda koloni yönetim ve genetik geliştirme programlarını izleyebilecek özel ya da devlet yapısında bulunan çekirdek merkezler kurulmalıdır. Bu merkezlerde koloni yönetim programları en iyi şekilde uygulanmalı ve bünyelerinde saf olarak yerli arı topluluğu bulundurulmalıdır. Bununla birlikte bu yerli arı topluluğundan oluşturulmuş diğer arı topluluğu üzerinde genetik geliştirme programları uygulanmalıdır. Bu merkezler buldukları bölgelerdeki diğer arıcılık işletmelerinin damızlık ana arı ihtiyaçlarını karşılayarak, işletmeler ile devamlı iletişim halinde olmalı, arıcılıkta koloni yönetim ve genetik geliştirme programlarının nasıl uygulanması gerektiği ve bu programlarda uygulanan teknikler ile ilgili eğitim programları üreticilere öğretilmelidir.

.....Bölüm Sonu (Sürekli).....



Şekil-1 Arıcılık modeli

Yukarıda görülen model çalışmasında bal arısı kolonilerini yönetim programını ve ıslah programını yönetecek uzman ekibin bulunduğu çekirdek merkezde görmekteyiz. Bu merkezde genetik özellikleri sabit tutulmaya çalışılan yerli bal arısı ırkı

Bölüm Sonu (Sürekli) (yerli ırk I arı toplumu) bulundurulurken, aynı ırkın ekonomik genetik özelliklerini geliştirmek amacı ile bulundurulmuş yerli bal arısı ırkı (yerli bal arısı ırkı II arı toplumu) bulunmaktadır. Bu model ile bir yandan yerli arı kaynaklarımızın korunması sağlanacağı

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

gibi, diğer yandan bu ırkın ekonomik genetik özellikleri iyileştirilerek arıcılık işletmeleri için gerekli damızlık ana arılar sağlanmış olacaktır.

Teşekkür

Makalenin yazılmasına ilham kaynağı olan Anadolulu arıcılar topluluğuna, makalenin editörlüğünü yapan sayın hocalarım Doç.Dr. Tuğrul Giray ve Prof.Dr. Aykut Kence'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

- Adam, B. 1987 Breeding the Honeybee. Northern Bee Books, Mytholmroyd:hebden Bridge P: 1-118
- Ambrose, J.T. 1993 The Hive and The Honey Bees. Chapter 14. Management for Honey Production. Dadant Publication P: 601-655.
- Cobey, S. 1995 Instrumental Insemination Equipment: Sophistication and Simplification in Designs. American Bee Journal. P: 697-7001.
- Cobey, S. 2004 Yapay Tohumlama ve Islah kurs notları. Ohio State Üniversitesi
- Cobey, S. 2007 Comparison studies of instrumentally inseminated and naturally mated honey bee queens and factors affecting their performance. *Apidologie* 38 P:390-410
- Collins A. M. 200. Survival of honey bee (Hymenoptera: Apidae) spermatozoa stored at above freezing temperatures, *J. Econ. Entomol.* 93,568-571.
- Doğaroğlu, M 1999. Modern Arıcılık Teknikleri. P: 1-295 İstanbul.
- FAO 2004. http://www.fao.org/index_en.htm
- Giray,T., Çakmak, Aydın, I., Kandemir,I., Inci, A.,Oskay, D.,Doke, M., Kence, Kence, A., 2007 Preliminary Survey Results on 2006-2007 colony losses in Turkey. *Uludag Bee Journal.* August 2007, 101-107.
- Kandemir, İ. Kence, M. and Kence A. 2000. Genetic and morphometric variation in honey bee (*Apis mellifera* L.) populations in Turkey. *Apidologie* 31:343-356.
- Kence, A 2006. Türkiye Bal Arılarında Genetik Çeşitlilik ve Korunmasının Önemi. *Uludağ Arıcılık Dergisi Şubat 2006*, 25-32.
- Laidlaw H.H. 1979. Contemporary Queen Rearing. Great River Printing, Hamiton, IL. P: 1-177.
- Laidlaw H.H.& Page, E. R. 1997. Queen Rearing and Bee Breeding. Wicwas Press. Cheshire, Connecticut,USA. P: 1-224.
- Peng,Y.S., Y.Fang, S. Xu, and L.Ge. 1987 The resistance mechanisms of Asian honey bee, *Apis cerana* Fabr. To an ectoparasitic mite, *Varroa jacobsonia* Oudemans. *J. Invert. Pathol.* 49:54-60
- Rivera-Marchand, B. 2006. Africanized honey bees in Puerto Rico. Ph.D. Thesis, University of Puerto Rico. P.1-100.
- Ruttner, F., Tassencourt, L. and Louveaux, J. 1978. Biometrical-Statistical analysis of the geographic variability of *Apis mellifera* L. *Apidologie* 9: 363-381.
- Ruttner, F. 1988 Biogeography and Taxonomy of Honeybees, Springer, Berlin.
- Sheppard, W. S. and Berlocher, S. H. 1984. Enzyme polymorphisms in *Apis mellifera mellifera* from Norway. *J. Apic. Res.* 23: 64-69.
- Smith, D. R., Slaymaker, A., Palmer, M. and Kaftanoğlu, O. 1997. Turkish honey bees belong to the east Mediterranean mitochondrial lineage. *Apidologie* 28: 269-27
- Traynor, K. 2008. Bee Breeding Around the World. *American Bee Journal.* Volume: 148 No: 2 P:135-139
- Winston, L, M. 1987 The Biology of the Honey Bee. Harvard University Press P 1-281

ABSTRACT

Colony management and stock improvement are very important issues of beekeeping. We can improve important economic genetic characters of honey bees by using breeding techniques. This subject is especially important for the countries that have their own honey bee subspecies for keeping their genetic resources and stock improvement. Programs for honey bee breeding in other countries such as United States of America and members of the European Union have targeted resistance to American and European foul brood, chalk brood, Nosema diseases, *Varroa*, tracheal mite, and increase in high honey production, decrease in swarm tendency in bee stocks and lines.

ARI BİLİMİ / BEE SCIENCE

Colony management, queen bee rearing and instrumental insemination techniques are the core tools for genetic improvement in beekeeping sector.

Turkey has a special position in the world because of colony numbers and honey bee genetic diversity. Turkey has over 4 million colonies, making it the second country with the highest number of colonies in the world. Diverse and differentially adapted honey bee genetic sources in Turkey has been of interest for scientists and beekeepers from other countries. A famous example is the use of *Apis mellifera* bees from Sinop province by Brother Adam in production of the commercial line of bees known as Buckfast. Brother Adam, in his book of 1987 recognizes this bee as Anatolian bee (*Apis mellifera anatolica*) and tells to be better in many characteristics than other bees. However, Anatolian bee is only one of at least 5 subspecies present in Turkey, each with particular habits that are important for local adaptation.

In this article I discuss importance of protecting diversity of native honey bee subspecies, colony management system and closed population breeding techniques. Lastly a model (See Figure 1) is proposed where an expert team provides the link between a conservation population for a local race (Yerli Irk I in Figure 1) and a closed breeding population of the same race (Yerli Irk II in Figure 1). The conservation population is maintained with the aim of preserving the genetic diversity and traits of the particular race or subspecies. The breeding population is maintained with the aim of producing breeder queen bees with improved commercial traits for the benefit of the beekeepers.

Key words: Honey bees, genetic, breeding, colony management, instrumental insemination, closed population breeding program.