

## Kısır böcek salıvermede kalite kontrolü

Aydın Ştüzü TUNÇBİLEK\*

I. Akif KANSU\*\*

### Summary

#### Quality control in sterile insect release

Possible methods have been reviewed for the evaluation of the quality control of sterile insects used in genetic programs. The purpose of sterile insect release programmes is to eradicate suppress or prevent spread of a wild population. This technique requires rearing, sterilizing, and releasing large numbers of flies. Precautions must be taken that the rearing and handling procedures result in the efficient production of effective flies for this technique to be successful.

Measure for quality control include fecundity, egg hatch, rate of growth, larval production per unit of diet, pupal weight and adult eclosion. Also product qualities are necessary for success in SIT (Sterile Insect Technique). It seems possible to routinely monitor insect quality with simple laboratory tests complemented by less frequent verifications in field situations.

A standardized program for the establishment of quantitative quality profiles in mass-reared *Ceratitis capitata* Wied is described.

### Giriş

Kısır böcek salıverme gibi genetik savaşım programlarındaki kitle üretim metodlarının etkinliği, diğer endüstriyel ürünler için uygulanan yöntemler gibi değerlendirilir. Kısır böcek salıverme yönteminde her hafta milyonlarca böcek yetiştirilip doğaya salıverilir. Etkin kitle üretim sistemlerinin geliştirilmesinde bazen doğa koşullarında etkin olmayan böcekler üretilebilir. Bu böceklerin üretimini engellemek veya en az indirmek için, böceklerin tanısı mutlaka yapılmalıdır. Bu gibi böcekler gözle tanınabilir olmasına karşın, çoğu kez kimi eksiklikler gözle görülmeyebilir. O zaman bu böceklerin etkinliğini anlamak için, böceklerin bir seri denemeye alınması gerekir.

\* Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Ankara Nükleer Tarım Araştırma Enstitüsü, 06105 Sarayköy, Ankara

\*\* A.Ü.Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 06110 Kalaba, Ankara

Alınış (Received) : 4.11.1991

Genetik ve biyolojik savaşım yöntemlerinde, kitle üretimi yapılan böceklerin kalite sorunu yakın geçmişte dikkatleri üzerine çekmiştir. Kalite kontrol işlemleri, yetiştirme metodlarının basitleştirilmesiyle ve üretim masraflarındaki azalmanın gözlenmesiyle hızlanmıştır. Kitle üretimi yapılan böceklerin davranış ve genetik özellikleri çeşitli yazarlarca incelenmiştir (Boller, 1972; Boller and Chambers, 1977; Chambers, 1975; Huetel, 1976; Mackauer, 1976). Son yıllarda eleştiriler özellikle, doğa koşullarında işlevi olan davranışların, laboratuvar koşullarında denenmesi ile elde edilen verilerin, doğa koşullarında geçerliliği üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu nedenle, son zamanlarda doğa ve laboratuvar denemelerinin birbirinin tamamlayıcısı olarak kurulması şeklinde genel bir fikir birliği vardır. Çünkü her iki yaklaşımın da belirli üstünlükleri ve eksiklerinin olduğu saptanmıştır.

9K : 1D (9 Kısır : 1 Dölleyici) klasik salıverme oranı *Callitroga (Cochliomyia) hominivorax* Coquerel için başarıyla uygulanmıştır. Çeçe sineği'nde daha küçük oranlar bile iyi bir etki yapmıştır. Buna karşı meyve sineklerinde uygun oranda bir salıverme için kesin bir bilgi yoktur (Knipling, 1979'a atfen Calkins et al., 1982). Kavunlarda zararlı *Dacus cucurbitae* Coquilett için Rota adasında gerçekleştirilen bu türün kökünü kazımanın sonuçlarına göre bu oran 14 : 1 ile 90 : 1 arasında değişmiştir (Steiner et al., 1975). Daha sonraki uygulamalarda *Dacus dorsalis* (Hendel)'e karşı Saipan'da 27:1 ile 64:1 ve Tinian'da 39:1 ile 322:1 oranlarındaki salıverme başarılı olmuştur. Akdeniz meyvesineği (*Ceratitis capitata* Wied.) için Tunus'da 49:1 ile 1740:1 (ortalama = 430:1) oranlarındaki salıvermelerle zararlı ancak baskı altına alınmış, fakat kökü kazınmamıştır (Cheikh et al., 1975). Nikaragua'da 1000:1 oranındaki salıverme zararlı ile popülasyonu %90 oranında baskı altına alınmıştır. Bütün bu bilgiler göz önüne alınarak meyve sineklerinin kökünü kazımak için uygun salıverme oranının 100 : 1 olabileceği sonucuna varılmıştır.

Boller and Chambers (1977) kalite teriminin, uyum, hareket yeteneği, cinsel etkinlik ve üreme yeteneği gibi birkaç bölüme ayrılması gerektiğini ileri sürmüştür. Bu bölümlerin her biri savaşım programının amacına göre farklı önemde olabilir. Kitle üretimi yapılan böceklerdeki cinsel etkinlik konusunda genel bir fikir birliği vardır. Bu özellik genetik savaşım programlarında salıverilen böceklerin, doğal popülasyonla rekabeti yönünden önemlidir.

Calkins et al. (1982)'e göre kısır böcek salıverme programında, kalite kontrol işlemleri için iki uygun değerlendirme şekli vardır. Bunlar üretimde ve üründe (davranışların) kalite kontrolüdür. Bu şekilde sınıflandırılan kalite kontrolü daha ayrıntılı olması ve en son araştırmaları da göz önüne alması nedeniyle tercih edilmiştir.

### Üretimde Kalite Kontrolü

Üretimde kalite kontrolünde göz önüne alınacak kıstaslar her bir dişinin koymuş olduğu yumurta sayısı ve açılma oranı, ürün olarak ele alındığında larva oranı yani, bir gram besin karşılığı elde edilen larva sayısı, larva yetiştirme sisteminin etkinliği, pupalaşma oranı, pupa boyutları veya ağırlığı, ergin çıkış oranı ve ergin ömrü gibi özelliklerdir. Bu kıstasların çoğu böcek yetiştirme birimlerinde genelde Metodoloji olarak

belirlenmiştir. Bu etkinliklerin kontrolü, sıcaklık, nem, ışık koşulları, besin içeriği ve yetiştirme tekniklerinin geliştirilmesiyle olabilir.

Tsitsipis (1977) 'in *Dacus oleae* (Gmel.) için geliştirmiş olduğu kitle üretim metoduyla emek gereksinimi azalmış ve maliyetler düşmüştür. Burada kullanılan yumurtlama sistemleri ve kafesler önceki kullanılanlardan daha basittir. 1982 yılında emek gereksinimi % 90 oranında azalmıştır. Diyet etkinliği, 1973 yılında 2.54 pupa/g besin, 1977 yılında 2.93 pupa/g besin, 1982 yılında ise 5.4 pupa/g besin'e yükselmiştir. Yine pupa maliyeti, 1973 yılında 1\$/1000, 1977 yılında 0.66\$/1000, 1982 yılında 0.34\$/1000 pupa olmuştur.

#### Ürünün (veya) Davranışların Kalite Kontrolü

Ürünün etkinliğini davranış ve fizyoloji etkenleri belirler. Bunların birbirleri ile etkileşimi önemlidir. Salıverilen böceklerin görevlerini başarıyla tamamlayabilmeleri için uygun hareket yeteneği, uygun gelişme alanlarına yönelme, çiftleşme etkinliği, rekabet ve yaşama gücü gibi özellikleri olması gerekir.

**Hareket Yeteneği :** Salıverilecek böceklerin hareket yeteneği bu işlemde hemen sonra çok önemlidir. Böcekler kendileri için uygun olmayan çevreden, daha uygun olan bir çevreye doğru dağılmalıdır. Böcekler buralarda yaşamlarını sürdürmek için gıda ve barınak yerlerini bulabilir ve üreme organları olgunlaşmaya kadar yaşayabilirler. Herhangi bir sebeple düşük hareket yeteneğine sahip olan böcekler, salıvermeden sonra konukçularının bulunduğu bölgeye ve büyük bir olasılıkla da çiftleşme yerlerine ulaşamayacaktır. Hareket yeteneği; şaşırtma denemesi, uçuş yeteneği, kanat hareketi sıklığı ve dağılma gibi çeşitli yönleriyle incelenmiştir.

**Uçuş yeteneği :** Bu konuyla ilgili ilk deneme 1978 yılında Guatemala'da uluslararası bir ekip tarafından, doğa koşullarında kullanılmak üzere tanınlanmıştır. Buna karşın böyle denemede, en az gayretle en çok faydayı sağlamak için standart ve basit metodların geliştirilmesi gerekir. Bu teknikle pupadan ergin çıkış oranı, açık bir kutuda pupadan çıkan sineklerin kaçmaları sırasındaki uçuş yeteneği, kutudan uçarak çıkan sineklerin oranı, yarı çıkmış veya deforme olmuş sineklerin sayılarını aynı zamanda ölçmek mümkündür.

Bu deneme ünitesi 100 pupanın bulunduğu 9 cm çapında plastik bir petri kabı ve 20 cm yüksekliğindeki karton bir tüpten ibarettir. Bu tüp petri kabı içerisine oturtulmuş ve iç yüzeyi dikey olarak Fluon=Ad-1 adlı özel bir boya ile boyanmıştır. Bu boya böceklerin yukarı doğru yürüyerek kaçmalarını engellemektedir. Böylece böcekler bu deneme ünitesinden sadece uçarak çıkabilirler. Deneme ünitesinin boyutları doğal popülasyonların yaklaşık %95'i ve daha fazla böceğin uçarak cihazı terketmesi esas alınarak boyutlandırılmıştır. Örneğin, çıkıştan bir gün önce 100 pupa bu üniteye konularak denemeye başlanmış ve ergin çıkışından 10 gün sonra denemeye son verilmiştir. Daha sonra deneme ünitesinde kalan normal, bozuk yapılı ve yarı çıkmış böcekleri içeren parametreler kaydedilmiştir. Ayrıca bu pupalardan çıkan toplam böcek sayısı (100 pupa - ölü pupa + yarı çıkmış böcek) ve üniteyi uçarak terkeden böceklerin sayısı (Çıkan böcek sayısı - Deneme ünitesinde kalan böcek sayısı) da bulunabilir. Bu sayıların her biri kalite profilinde kalitenin belirlenmesinde kullanılır. Bu denemeyle uçuş yeteneği (UYD) de hesaplanır (Boller et al., 1981).

$$\text{UYD} = \frac{\text{Uçarak terkeden böcek sayısı}}{\text{Pupadan çıkan böcek sayısı}} \times 100$$

Kanat hareketi sıklığı : Böceklerin uçuş anındaki kanat hareketi sıklığı ile uçuş hızı arasında ilişki vardır. "Anormal" kanat hareketi sıklığı bir tanı göstergesi olarak kullanılır. Çünkü bunlar anormal fizyolojik ve morfolojik koşullar nedeniyle oluşmuş saptamaları gösterebilir. Kanat hareketi sıklığı elektronik flaş ışığı ve üretilen seslerin analizi ile kolayca saptanabilir (Calkins et al., 1982).

Bu denemede sinekler, yapıştırıcıyla böcek iğneleri tepelerine yapıştırılmıştır. Ses kaydedileceği zaman sinek kondansatör bir mikrofonun 2.5 cm üzerine yerleştirilir. Sineğin bacaklarına tutturulan kağıt çıkarılır ve sinek uçmaya başlar. Bir dakikalık uçuş sesi magnetik bir banda kaydedilir. Kaydedilen sesler, esas kanat hareketi sıklığı, frekans eğrisi altındaki toplam güç, çarpan dalga formu, her bir sineğin birim zamandaki esas yayılma ve dağılma sıklığı gibi parametreler için analiz edilir.

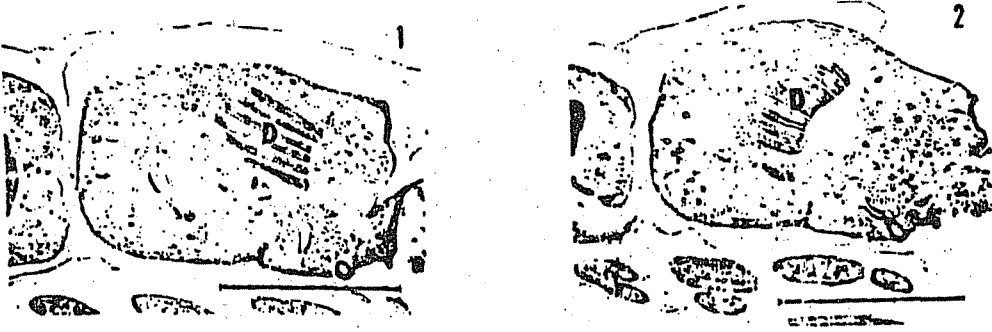
Dağılma : Bir böceğin doğa koşullarında uçabilmesi ve uçağının gerçek kanıtı, o böceğin doğaya salıverilmesi ve verilen süre içerisinde nasıl ve ne kadar mesafeye uçabildiğini görmektir. Bunun için tek bir pratik yol vardır ; o da çok sayıda böceği işaretleyip doğaya salıvermek ve daha sonra bunları belirli bir mesafede tekrar yakalamaktır. Bu deneme için böcekler uygun ve uygun olmayan yaşama yerlerine salıverilebilir. Bununla beraber böceklerin yaşama yeteneğini hızlı bir şekilde öğrenmek için uygun olmayan yaşama yerlerine salıvermek çok daha açıklayıcı olabilir. Mümkünse böcekler konukçusu olmayan bir bölgeye salıverilmeye zorlanır.

Sinekleri yakalamak için tuzaklar tek merkezli daireler, ızgara veya X işareti şeklinde yerleştirilir (Calkins et al., 1982).

Hareket yeteneğini etkileyen faktörler : Akdeniz meyvesineği'nde "sarkık kanat" olarak tanımlanan bir anormallik Hawai'de yapılan bir çalışma ile ortaya çıkarılmıştır. Bu olayda sinekler normal görünümündedir, yatay olarak uçabilmelerine karşın hafif dikey pozisyonda uçamamaktadır. Bunun en önemli nedeni pupaların, pupa ortamından ayrılması anında median dorsal uçuş kaslarındaki bağların ayrılmasıdır (Calkins et al., 1982; Little et al., 1981) çeşitli yaşlardaki pupalarda kasların gelişmesi üzerine elemenin etkisini saptamak amacıyla yaptıkları bir çalışmada, pupalar 3, 7, 8, 9, 10, 11 ve 12 günlük iken elendiğinde, uçmayı sağlayan kaslarda hiçbir anormallik gözlenmemiştir. Yine bunların kontrollerinde de anormallik gözlenmemiştir. Bununla beraber 4 ve 5 günlük pupaların elenmesi sonucunda erginlerin uçuş yeteneğinde önemli eksiklikler gözlenmiştir (Şekil 1). Yine yapılan gözlemlerde pupalar 5 günlük iken elendiğinde, bunlardan çıkan erginlerin yaklaşık % 98'inin uçuş yeteneğinde olmadığı ortaya çıkarılmıştır. Zaman ıskalası türler arasında ve yetiştirme ortamının sıcaklığına göre farklılıklar göstermektedir.

Yaşama İlişkileri : Yaşamayeri ilişkilerinde en önemli özellik, böceğin konukçu ve besin kaynaklarını tanıması ve bunların üzerinde veya yakınında çiftleşme yerlerinin saptanmasıdır. Ağaçlar çiftleşmemiş dişilerin sığınacağı bir limandır. Başarılı bir yaşama

yeri ilişkilerini araştırmak için görme keskinliği, görüntüye duyarlılık, renk ve şekil algılaması gibi özellikler göz önüne alınmalıdır.



Şekil 1. *C. capitata*'nın elenmemiş (1) ve elenmiş (2) pupalarının 5. gündeki boyuna kesitleri, D = Median dorsal kas, (ölçek çizgisi = 1 mm) (Little et al., 1981'den).

**Görme keskinliği :** Böceklerin ışık dağılımına duyarlılığı ve görme keskinliğini ölçme sistemi, görme analizi olarak isimlendirilir. Bu yöntem kitle üretimi yapılan böceklerin bir monitörü olarak kullanılır. Elektoretinogramlarla (ERG) görme eşiği duyarlılığı ölçülür ve laboratuvarda yetiştirilen böceklerin görme yetenekleri doğadaki bireylerle karşılaştırılır. Bu metot böceklerin ışık dağılımına duyarlılığını saptamak için de kullanılır (Calkins et al., 1982).

**Şekil ve renk algılama :** Şekil ve renk algısı *Dacus oleae* ve *Rhagoletis cerasi*'nin uygun konukçu seçmesinde ve dişilerin uygun bir meyveye yumurta koymasında önemlidir. Denemelerde uygun renk ve şekil modelleri kullanılmış ve bunlar yapışkan bir maddeyle yapıştırılarak deneme bölgesine yerleştirilmiştir. Stoklardaki laboratuvar ve doğa ırkı erginler, farklı şekilde işaretlenerek belirli bir mesafeden salıverilirler. Her bir uygulamadan sonra yakalanan erginlerin sayıları karşılaştırılmış ve salıverilen sineklerin doğru yöne yönelme yetenekleri incelenmiştir (Calkins et al., 1982).

Prokopy and Haniotakis (1975), *Dacus oleae*'nin doğal ve laboratuvar kültürlerinin konukçu bitkide renk algısını saptamak için araştırmalar yapmıştır. Yaprak rengi algısını değerlendirmede, ağaç büyüklüğü, şekli ve yaprakların ağaç üzerinde yerleşimi gibi etkenleri elimine etmek için, yapraklar 200 x 130 cm boyutlarda açık renkli pleksiglaslar üzerine yapıştırılmıştır. Güneşin etkisini yok etmek için yapraklı yüzeyler kuzeye bakan tarafa çevrilmiştir. Salıverme anında erginlerin kaçma duygusunda olmamaları için, boş alanlar yerine konukçu yaprakları altında yapılmıştır.

Yaşamayeri ilişkilerini etkileyen faktörler : Görme keskinliğini besin, genetik yapı, ışınlama, larva yoğunluğu ve yetiştirme teknikleri etkileyebilir. Sineklerin göz renkleri nadir bulunur renktedir; bazı göz pigmentleri de yoktur. Bu nedenle ışığa duyarlıdır ve normal koşullarında, yoğun ışık nedeniyle, kısmen körlük meydana gelmektedir. O nedenle ışığa az duyarlı sinekler gibi hareket etmektedir. Laboratuvar ırkları renkleri, kavisleri ve düz yüzeyleri doğadaki sinekler kadar ayırdedememektedir (Calkins et al., 1982).

Üreme Yeteneği : Salıverilen böcekler için en kritik dönem çiftleşme davranışıyla ilgili olanlardır. Kısır böceklerin, dişileri döleyebilmesi için bir davranış serisine gereksinim vardır. Bir kısır böcek salıverme programında başarı bu olaya bağlıdır.

Davranış ökologlarının çoğu döllenme olayını dişilerin idare ettiğine inanırlar. Erkekler sadece sperm verirler, bunlar da çabucak yenilenir. Birden fazla çiftleşen erkeklerin genleri döllenmenin meydana gelmesinde en yüksek şansa sahiptir. Dişiler birikimlerinin çoğunu yumurta meydana getirmek ve bunların olgunlaşmasını sağlamak için harcarlar. Ayrıca dişiler uygun bir yumurtlama yerinin bulunması ve yumurtlamayı bitirinceye kadar yaşaması gibi sorumlulukları üzerinde taşırlar (Calkins et al., 1982).

Bu temel bilgilerden sonra çiftleşme davranışlarına bakacak olursak, bu davranışların aslında memelilerin çoğu türlerinde, kuşlarda ve sineklerde (Tephritidae) görüldüğü saptanmıştır. Bu olay çiftleşme yeri davranışı "toplanma davranışı" olarak tanımlanmaktadır. Çiftleşme yeri, erkeklerin sadece dişileri cezbetme ve kur yapmak için toplandıkları gösteri yeri olarak tanımlanmaktadır ve dişiler buraya çiftleşmek için gelmektedir (Emlen and Oring, 1979). Bu davranışa yakın zamanda *C.capitata* (Prokopy and Hendricks, 1979), *Dacus tyroni*(Tychsen, 1977) ve *Anastrepha suspense* (Dodson, 1978 'e atfen Calkins et al., 1982) gibi türlerde de rastlanılmıştır.

Çiftleşme yeri davranışı için pekçok aşamalar vardır. Erkekler önce çiftleşme yerlerini bulmalıdır. Daha sonra çiftleşme yerinde optimal çağırma istasyonuna yerleşmek için, diğer erkeklerle rekabet etmesi gereklidir. Çiftleşme için buralara gelen dişi, erkeklerin bir tanesini eş olarak seçme fırsatına sahiptir. Bu nedenle salıverilen erkekler doğadaki erkekler gibi görünüşe sahip olmalıdır. Bir kısır böcek salıverme programında, eğer salıverilen kısır erkekler, çiftleşme yerinde doğadaki döleyici erkekler gibi kur yapma davranışına yakın davranış göstermezlerse, bu erkekler dişiler tarafından aritmetik olarak belirlenen oran kadar seçilemeyeceklerdir. Gerçekte bu erkeklerin kur yapmaları yeterince doyurucu değilse, çiftleşmek için hiçbir zaman bir aday bile olmayabilirler. Bu olay kökünü kazıma için kısır/döleyici oranının neden çok yüksek tutulması gerektiğine önemli ölçüde açıklık getirmektedir (Calkins et al., 1982).

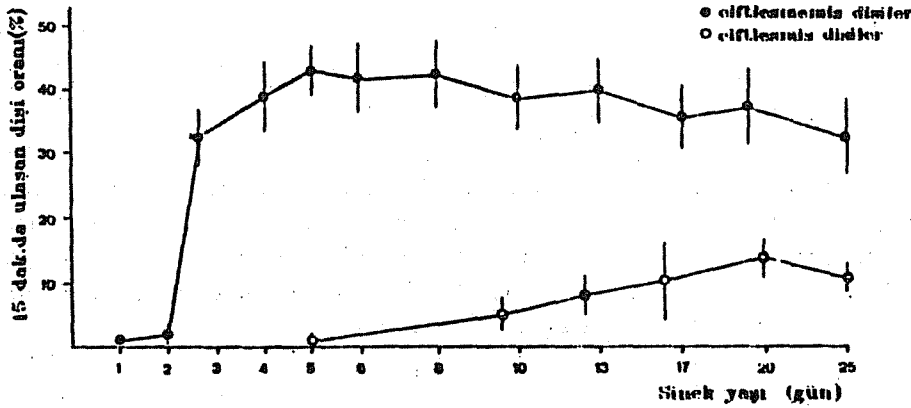
Kısır böcek salıvermede kullanılacak erkekler, konukçu bitkiye ulaştıktan sonra çiftleşme için en iyi potansiyele sahip yerlere yerleşmeli ve orada kalabilmeli, çiftleşme yerinde doğal popülasyondaki erkeklerle avantajlı bir alan için rekabet edebilmeli, burada uzun süre feromon çıkarabilmeli ve üretilen feromonun dağıtılması için iyi bir mekanizmaya sahip olmalıdır. Dişi çiftleşme yerine geldiğinde erkek onu tanımalı ve kur yapmaya başlamalıdır. Bunun için böcekler iyi bir görme keskinliğine ve uygun kur yapma yeteneğine sahip olmalıdır (Calkins et al., 1982).

Üreme yeteneğinin ölçülmesinde koku algısı, çiftleşme hızı, eğilimi ve süresi gibi özellikler gözönüne alınmalıdır.

Koklama ve koku alma yeteneği : Olfaktometre (koku algısı ölçer) denemesi böceğin seks feromonunun nicelik olarak ölçülmesi işlemidir (Calkins et al., 1982). Bu gibi denemelerde doğal ırk standart olarak alınır ve buna göre laboratuvar ırkının performansı karşılaştırılır. Bu yöntemle daha önceleri bilinmeyen bir ırkın fizyolojik yaşı kolaylıkla saptanabilir. Koku algısı ölçme denemesi dişilerin cinsel olgunluğa ne zaman ulaştığını, zaman ve materyal olarak en az yatırımla öğrenilmesi olanağını sağlar. Bu çalışmalarla cinsel performans için denemenin günün hangi saatlerinde yapılacağını ve optimal yaşı ne olması gerektiği saptanabilir. Bu önemli feromon üretimi üzerine radyasyon, besin değişikliği ve larva kalabalıklığı gibi çeşitli baskı faktörlerinin etkisi saptanabilir (Boller et al., 1981).

Bu konuda ayrıntılı araştırmalar Katsoyannis et al. (1980) tarafından yapılmıştır. Koku algısı ölçme cihazı 50 adet çiftleşmemiş dişinin konulduğu kafes ve dişilerin kafesine hafif bir hava akımıyla feromon üfleyen bir tüpten ibarettir. Bu denemede dişiler feromon kaynağına doğru hareket eder ve tel kafesli bir huninin arkasından tüpe girer ve burada yakalanırlar. Bu dişiler 15 dakika sonra sayılır ve dişiler daha sonra yeniden tutma kafeslerine alınır. Denemelere aynı dişilerle fotoperiyodun ilk 8-9 saatlik bölümünde birer saatlik aralarla devam edilir.

Erkek feromonuna dişilerin karşılık vermesinde koku algısı ölçümünün kullanılması, kitle üretim sistemlerinde feromonun nicelik ve nitelik değişikliklerini açıklamada iyi bir yoldur (Boller et al., 1981).



Şekil 2. *C. capitata* dişilerinin erkek seks feromonuna karşılık vermede yaşın etkisi (Boller et al., 1981'den).

Çiftleşme hızı veya eğilimi : Salıverilen kısır erkeklerin doğadaki erkeklerle rekabet edebilmesi için yüksek çiftleşme arzusuna sahip olmaları gerekir. Eğer bu özellik eksikse, dişi başka bir erkekle çiftleşecektir (Calkins et al., 1982). Çiftleşme hızı denemesi, dişi ve erkeklerin birbirinden ayrılması ve daha sonra çiftleşme kafeslerinde erkek ve dişilerin çiftleşme gayret ve hızlarının ölçülmesidir (Boller et al., 1981). Böyle bir uygulama *Rhagoletis cerasi* ve *Ceratitidis capitata* için doyurucu sonuç vermiştir.

Bu gibi bir denemede belirli yaştaki erginler, çiftleşme için uygun olmayan koşullar altında (ışık yoğunluğu ve düşük sıcaklık) gözlem kafeslerine yerleştirilir. Sonra bu kafeslerde çiftleşme için optimal koşullar sağlanır ve belirli zaman aralarında eşleşen bireyler başlangıçtan itibaren kaydedilir (Boller et al., 1977).

Çiftleşme hızları (veya eğilimi) iki yolla saptanabilir : Birinci yöntemde, denemeye başladıktan sonra belirli sürelerde eşleşen bireyler sayılır. Buradan elde edilen değerler gözlem sırasında çiftleşen bireylerin oranını verir. Deneme ve gözlem zaman aralığı ne kadar kısa olursa, çiftleşme hızı da o kadar yüksek olur. Bu zaman aralığı özellikle oligogami ve poligami olan türler için çok daha önemlidir. İkinci yöntemde, denemeye alınan populasyon sık aralıklarla kontrol edilir ve eşleşmiş olan bireyler kafeslerden çıkarılır. Böylece daha değişken ve verimli bilgiler elde edilebilir. O populasyona ilişkin zaman akışı içinde değişik düzeylerde çiftleşme hızları elde edilir (Boller et al., 1977).

Uluslararası karşılaştırmalarda koku algılama ölçme denemesinde kullanılan üniteden yararlanılır (Boller et al., 1981). Üreme olgunluğuna ulaşan 25 çiftleşmemiş erkek ve dişi deneme kafeslerine yerleştirilir. Her 10 dakikada bir gözlem yapılır. Her bir gözlem aralığı bir ağırlık (katsayı) değerine sahiptir. Başlangıçta çok yüksek olan bu değer daha sonra gittikçe azalır. Bu değerlerden elde edilecek Ortalama Çiftleşme Değeri (OÇD) 100 - 1 arasında değişmektedir. Eğer denemeye alınan bütün bireyler ilk 10 dakika içinde çiftleşmiş ise OÇD = 100, deneme boyunca hiç çiftleşme meydana gelmezse OÇD = 1 olur (Calkins et al., 1982).

Çiftleşme sıklığı : Çiftleşme sıklığı terimi çeşitli yazarlar tarafından böceklere (çoğunlukla erkekler) veya populasyon uygulamalarına bağlı olarak farklı anlamlarda kullanılmıştır. Bunlar içinde en çok kullanılanı, belirli zamanda meydana gelen çiftleşme sayısı olarak tanımlanmıştır (Boller et al., 1977).

Meyve sineklerinin çiftleşme sıklığını saptamak için iki yöntem geliştirilmiştir. Aynı zamanda bunların karmaşıklık şeklinde de bir yöntem vardır. Birinci yöntemde, belirlenen zaman süresi içerisinde devamlı veya kısa aralıklarla erkekler, tek veya birden fazla sayıda kafeslere yerleştirilerek gözlenmiştir. Elde edilen çiftleşme sayısı o erkeğin çiftleşme sıklığını vermektedir (Cavalloro and del Rio, 1974; Ohinata et al., 1971; Tsiropoulos and Tzanakakis, 1970; Rogsler, 1975; Boller et al., 1977). İkinci yöntemde, çiftleşme sıklığı, erkekler belirli bir süre dişilerle birlikte bulundurulur, daha sonra bu dişilerin tohum kapsülleri (spermathecae) incelenmek suretiyle de doğrudan ölçülür.

Birinci yöntem, çiftleşme performansı ve periyodisitesi hakkında gerekli bilgiyi elde etmek için laboratuvar denemeleri kurmadaki olanakların sınırlı olmasıdır (Boller et al., 1977).



Rekabet ve oran denemesi : Böyle bir deneme daha önce Steiner and Christenson (1956) tarafından gerçekleştirilmiştir. Cinsel göç veya rekabet olarak tanımlanabilen karmaşık kalite özelliklerini ölçmek için geniş şekilde kullanılmıştır (Boller et al., 1977).

Kısır ve dölleyici bireylerin her iki cinsiyeti laboratuvar ve doğa koşullarında belirli oranlarda karşılaştırılmıştır. Denemeye alınan populasyonda üretilen yumurtalar birbiri arkasına alınır. Gözlenen doğurganlık değerleriyle hesaplanan değerlerin karşılaştırılması esasına dayanır. Bulguları analiz etmede ve yorumlamada Haisch (1970) ve Fried (1971)'in geliştirdiği yöntemler kullanılmaktadır. Bu denemeyi yapan araştırmacıların çoğu, yumurta açılması esasına dayanan kısır erkeklerin rekabetini ölçmek suretiyle doğrudan saptamışlardır. Yumurta açılması pek çok etkenin ilişkilerini yansıtır. Bu etkenler çiftleşme yeteneği, spermin dişiye aktarılması ve birbiri arkasına meydana gelen çiftleşmelerin etkilerini içerir.

Üremeyi etkileyen faktörler : Meyve sineklerinin çiftleşmelerinde karmaşık olaylar dizisi vardır. Pekçok kimyasal etken, çiftleşme başarısını etkileyecek veya engelleyecek bir potansiyele sahiptir. Radyasyon çiftleşme rekabetini azaltmada önemli bir etkindir. Yine radyasyon daha önce sözü edilen hareket ve görtüş yeteneğini azaltır. Bu arada ömür de kısılır, kur yapma sırasında çıkarılan ses sinyalleri de değiştirir. Radyasyon çiftleşme hızını etkilemekte ve artan radyasyon dozuyla birlikte rekabet azalmaktadır. Kullanılacak radyasyon dozu kısırlık meydana getirmeli ve rekabet yeteneğini azaltmayan bir düzeyde olmalıdır.

Besin, ses sinyallerini değiştirerek kur yapma davranışını etkiler. Erkek dişiye yaklaşırsa onu izleyemez ve sinyalleri dişiye mesaj iletemez. Bu arada gözleri de az görmektedir. Bu nedenle dişi, o erkeği eş olarak seçemeyecektir. *Anestrapa suspense* ve *Ceratitıs capitata*'da erkek iriliği eş seçmede çok önemlidir. Küçük erkekler, küçük dişilerle daha çabuk çiftleşmelerine karşın, genelde iri dişiler tarafından reddedilmektedir. Öte yandan iri erkekler hem iri dişilerle hem de küçük dişilerle kolayca çiftleşmektedir. Bir çiftleşme yerinde iri ve küçük erkekler bir arada bulunursa, iri erkekler daha başarılıdır. İri yapılı erkekler optimal yerleşim yeri için küçüklere daha üstün gelmesiyle ve dişilerin buraları iyi tanınmasıyla daha başarılı olmaktadır (Calkins et al., 1982).

***Ceratitıs capitata* Avrupa ırklarının uluslararası karşılaştırmalarındaki kalite kriterleri**

Bu yöntem, alışlagelmiş araç-gereç ve teknolojiye gereksinim duymadan, hızlı bir şekilde kaliteyi kontrol etmektedir. Yetiştirme işlemlerinin herhangi bir döneminde, radyasyonla ilgili veya salıverme ve yakalama yöntemlerinde meydana gelen sonuçları öğrenme ve tanıma olanağını verir. Bu yöntemde kalitelendirme için çeşitli anahtar özellik ve karakterlerin ölçülmesi amacıyla 5 laboratuvar denemesine gereksinim vardır (Boller et al., 1981) :

- Pupa boyutlarının kalibrasyonu,
- Uçma yeteneği,
- Şaşırtma denemesi,
- Feromon,
- Çiftleşme hızı veya eğilimi denemesi.

Böylece hızlı bir şekilde kalite kontrolü yapma olanağı elde edilebilir. Cetvel 1'de *C.capitata*'nın çeşitli ırklarındaki hızlı kalite kontrol sonuçları görülmektedir.

Cetvel 1. Çeşitli Avrupa *C.capitata* ırklarının kalite kesitlerinin karşılaştırılması (Boller et al., 1981)

Hızlı kalite parametresi	<i>Ceratitis capitata</i> ırkları								
	Standart	A	B	C	D	E	F	G	H
Pupa boyutu (mm)	2.37	1.86	1.86	1.97	2.05	1.90	2.06	-	-
Uçma Yeteneği Denemesi									
Çıkış Oranı %	98.2	76.6	76.8	96.2	81.8	47.2	82.2	93.3	83.6
Uçuş Oranı %	93.2	59.6	53.8	41.4	66.8	28.6	77.2	83.0	31.6
Kalan Sinekler-normal %	4.0	15.6	21.8	54.8	14.8	4.6	10.3	52.0	
- deformeli %	0.2	1.4	1.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.0	0.0
Yarı çıkmış dişi %	0.8	5.6	6.0	0.4	2.4	4.6	2.8	3.3	3.2
Uçma Yeteneği Değ. (max.100)	94.9	77.8	70.0	43.0	81.6	60.6	93.9	88.9	37.8
Şaşırtma Etkinliği (max.100)	27.1	13.1	8.6	5.9	14.6	7.1	6.5	17.4	5.2
Koku Algısı Ölçme: Dişi karşılığı %	56.1	43.6	50.0	32.4	54.4	33.6	62.0	40.2	30.5
Ortalama Çiftleşme Değeri (max.100)	62.8	42.0	41.1	59.1	32.7	17.9	32.6	28.5	17.1

## Sonuç

Kalite kontrolü dinamik bir süreçtir. Bu nedenle, burada açıklanan denemeler, bu alanda yapılan çalışmaların tamamlanmış olduğunu göstermemektedir. Yeni denemelerle, bu yöntem devamlı geliştirilecek ve bazı türlerin belirli özelliklerini içerecek şekilde düzenlenebilecektir.

Önceden, kitle üretim sistemlerinde baskı etkenlerinin böcek davranışlarına zarar vermediği şeklinde bir görüş olmasına karşın, bugün böcekler üzerinde olumsuz etkileri olduğu ortaya konulmuştur. Bir kalite kontrol programında kazanılan bilgiler yetiştirme sistemlerine aktarılmak suretiyle böceğin etkinliğini artırmak mümkün olacaktır. Böylece kısır böcek salıverme programının başarısı da artmış olacaktır.

## Özet

Bu çalışmada, genetik savaşım programlarında kullanılan kısır böcek salıverme tekniğinde karşılaşılan sorunlar, özellikle de kitle üretimi sırasında, böceklerin kalite kontrol işlemleri tanıtılmaktadır.

Kitle halinde üretilen *Ceratitis capitata* Wied'da kalite kontrolünün yerleştirilmesine ilişkin standart hale gelmiş bir program tanımlanmaktadır.

## Literatür

- Boller, E., 1972. Behavioural aspects of mass-rearing of insects. *Entomophaga*, 17 : 9-25.
- Boller, E. and D.L. Chambers, 1977. Quality of mass reared insects. In : Ridgway, R.L. and S.B. Winson (Eds) : Biological control of insects by augmentation of natural enemies. New York and London, Plenum Press.
- Boller, E., U. Remund B. Katsoyannis and W.Berchtold, 1977. Quality control in the European cherry fruit fly. Evaluation of mating activity in laboratory and field-cage tests. *Z.and.Entomol.*, 83 : 183-200.
- Boller, E., B.Katsoyannis, U. Remund, and D.L.Chambers, 1981. Measuring, monitoring and improving the quality mass-reared Mediterranean fruit flies, *C.capitata* Wied. *Z.ang. Entomol.*, 92 (1) : 67-83.
- Calkins, C.O., D.L. Chambers and E.F. Boller, 1982. Quality control of fruit flies in a sterile insect release programme. IAEA / FAO Proc. Panel., Vienna 1981, 341 p
- Cavalloro, R. and G. del Rio, 1974. Mating behaviour and competitiveness of gamma irradiated olive fruit flies. *J.Econ. Entomol.*, 67 : p. 253
- Chambers, D.L., 1975. Quality in mass produced insects. Proc.IAEA/FAO Panel on Controlling of fruit flies by the sterile insect technique. II Vienna 1974, 19 p.
- Cheikh, M., J.F. Howell, E.J. Harris, H. Bensalah and F.Soria, 1975. Suppression of the Mediterranean fruit fly in Tunisia with released sterile insects. *J.Econ.Entomol.*, 68 : (2) : 237-242.
- Fried, M., 1971. Determination of sterile insect competitiveness. *J.Econ.Entomol.*, 64 869-872.
- Emlen, S.T. and L.W. Oring, 1979. Ecology, sexual selection and the evolution of mating system. *Science*, 197 : p. 215
- Haisch, A., 1970. Some observations on decreased vitality of irradiated Mediterranean fruit fly. IAEA / FAO Panel Proc. on "Sterile male technique for control of fruit flies", Vienna, 1969, 71 p.
- Huettel, M.D., 1976. Monitoring the quality of laboratory reared insects : A biological and behavioural perspective. *Environ. Entomol.*, 5 : p. 807
- Katsoyannis, B.I., E.F.Boller and U. Remund, 1980. A simple olfaktometer for the investigation of sex pheromones and other olfactory attractants in fruit flies and moths. *Z.ang.Entomol.*, 90 : p. 105
- Little, H.F., R.M. Kobayashi, E.T. Ozaki and R.T.Cunningham, 1981. Irreversible damage to flight muscles resulting from disturbance of pupae during rearing of the Mediterranean fruit fly, *C.capitata*. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 74 (1) : 24-26.
- Mackauer, M., 1976. Genetical problems in the production of biological control againts. *Ann. Rev. Entomol*, 21 : 369-385.
- Ohinata, K., D.L. Chambers, M. Fujimato, S. Kashiwai and R. Miyabara, 1971. Sterilization of the Mediterranean fruit fly by irradiation comparative mating effectiveness of treated pupae and adults. *J. Econ. Entomol.*, 64 : p. 781
- Prokopy, R.J. and G.E. Haniotakis, 1975. Responses of wild and laboratory-cultured *Dacus oleae* to host plant color. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 68 (1) : 73-77.

- Prokopy, R.J. and J. Hendricks, 1979. Mating behaviour of *C. capitata* on a field-caged host tree. *Ann.Entomol Soc.Am.*, 72 : p. 642
- Roessler, Y., 1975. The ability to inseminate : A comparison between laboratory-reared and field populations of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitidis capitata*. *Entomol. Exp. Appl.* 18 : 255-260.
- Steiner, L.F. and L.D. Christenson, 1956. Potential usefulness of the sterile fly release method in fruit fly eradication programmes. *Proc.Hawal Acad. Sci.*, 3 : p. 17
- Steiner, L.F., J.E. Harris, W.C.Mitchell, M.S. Fujimoto and L.D.Christenson, 1975. Melon fly eradication by overflooding with sterile males. *J.Econ.Entomol.*, 63 : p. 131
- Tsiropoulos, G.J. and M.E. Tzanakakis, 1970. Mating frequency and inseminating capacity of radiation-sterilized and normal males of the olive fruit fly. *Ann.Entomol. Soc. Am.*, 64 (3) : p. 1007
- Tsitsipis, J.A., 1977. An improved method for the mass rearing of the olive fruit fly, *Dacus oleae* (Gmel.). *Z. ang. Entomol.*, 83 : 419-424.
- Tychsen, P.H., 1977. Mating behaviour of the Queensland fruit fly *Dacus tyroni* in field cages. *J.Aust. Entomol. Soc.*, 16 : p. 457