

ZARARLI BÖCEKLERİN KONTROLÜNDE BÖCEK HORMONLARININ KULLANILMASI

THE USE OF INSECT HORMONES AS A MEANS OF CONTROLLING HARMFUL INSECTS

Prof. Dr. Semahat GELDİAY
Ege Üniversitesi, Genel Zooloji Kürsüsü

Zararlı böceklerle mücadelede kullanılan mevcut insektisidler, insanları özellikle iki yönden güç durumda bırakmıştır. Bunlardan birincisi pek çok böcek türünün bu insektisidlere karşı bağışıklık kazanmış olması, diğeri böcekler dışında kalan diğer hayvanların da bundan zarar görmesidir. Bazı böcekler 1940 yılından sonra kullanılmaya başlanan DDT, dieldrin, gamma-BHC gibi kimyasal maddelerden başka, daha önce kullanılan arsenikli bileşiklere karşı bile tam bir bağışıklık elde etmişlerdir. Dünyanın pek çok yerinde sıtma hastalığını taşıyan ve yayan sivrisinek, DDT'ye karşı tam bir bağışıklık kazanmıştır. Ayrıca sıtma hastalığını meydana getiren *Plasmodium (Protozoa)* da çeşitli sıtma ilaçlarına karşı dayanıklı ırklar hasil etmiştir. İnsektisidlerin ikinci kusurları ise spesifik olmaları, yalnız zararlıları değil zararsız böcekler (En son bilgilere göre mevcut böcek türü sayısı üç milyon civarındadır ve bu rakam bütün diğer hayvan ve bitki türleri toplamından fazladır. Bunlar içinde zararlı olanların oranı ise % 1 yani 3000 kadardır), hatta besin zinciri yolu ile diğer hayvanlar ve insan için de tehlikeli olmalarıdır. Bu kimyasal bileşiklerin tabiatta uzun süre değişmeden kalabildikleri, toprakta, göllerde ve denizlerde biriktiği, doğrudan doğruya veya besin zinciri yolu ile deniz hayvanlarının ve çeşitli kara omurgalılarının vücudunda önemli miktarda dağıldığı tespit edilmiştir. Organoklorürlerin (DDT, dieldrin, aldrin gibi) yüksek dozu omurgalı hayvanlar için de zehir etkisi yapar ve yağ dokusunda depo edildikleri için etkileri kumulatiftir. Bu nedenle adı geçen insektisidlerin kullanılması bir çok memlekette yasaklanmıştır.

Şu halde böcek kontrolünde kullanılacak yeni ilaçların çok spesifik olması, yalnız zararlıları öldürmesi ve aynı zamanda böcekte bağışıklık meydana getirmemesi gereklidir. Son yıllarda böcek hormonları üzerinde yapılan araştırmalar, hormonların bu amaçla kullanılabileceği fikrini ve ümidini arttırmıştır. Bö-

cek hormonlarının insektisid olarak kullanılabilceği, on yıl kadar önce ilk defa Williams (1960) tarafından söylenmiş ve diğer Amerikalı araştırıcılar da bu fikri desteklemişlerdir. Böceklerin iç salgıları olan bu hormonlar çeşitli fizyolojik olayları, özellikle büyüme, gelişme, olgunlaşma ve çoğalmayı kontrol ederler. Bu yazımızda hormonların insektisid olarak kullanılması görüşü ile böcek endokrinolojisi üzerinde yapılan çalışmalar arasındaki ilişkiler tartışılacaktır.

İnsektisid olarak kullanılabilceği düşünölen böcek hormonları, büyüme ve gelişme ile ilgili olan juvenil hormon ve deri değiştirme (metamorfoz) hormonudur. Çeşitli böcek türlerinde yapılan pek çok araştırma sonuçlarına göre juvenil hormon (J. H.) corpora allata (veya bunun analogu olan bir bez), metamorfoz hormonu (M.H.) ise protorasik bez tarafından salgılanır. Bu iki hormon, böceklerin yumurtadan ergin oluncaya kadar (yumurtanın gelişmesi, büyüme, deri değiştirme, metamorfoz, olgunlaşma) düzenli bir şekilde gelişmesini sağlar. Bezlerin faaliyeti, yani hormon salgılamaları beyinde bulunan neurosekresyon hücrelerinin salgıları olan neurohormonlar tarafından kontrol edilir. Pek çok böcekte juvenil hormon, ergin safhada eşemsel olgunluğu ve yumurta gelişmesini kontrol eder. Metamorfoz hormonu erginde kaybolur; gençlik safhalarındaki eksikliği ise deri değişmelerinin gecikmesine veya tamamiyle ortadan kalkmasına, dolayısıyla metamorfozun meydana gelmemesine sebep olur. Birçok böcek, soğuk, kuru hava, besin azlığı gibi uygun olmayan şartlarda hareketsizdir ve bu safhaya diyapoz adı verilir. Diyapoz çeşitli türlerde değişik safhalarda (yumurta, larva, pupa, ergin) meydana gelir. Böceğin diyapoza girmesi için bazı belirli uyarmalar vardır, örneğin günlerin kısalması, sıcaklığın belli bir seviyenin altına düşmesi, besin azlığı gibi. Diyapozu sona erdiren dış faktörlerden bazıları da (uzun gün ışığı, yüksek sıcaklık) bilinmektedir. Diyapozun kırılmasında rol oynayan internal değişiklikler üzerinde de çalışılmıştır. Bazı türlerde metamorfoz hormonu miktarı artar, diğer bazılarında corpora allata yeniden salgı faaliyetine geçer. Bizim üzerinde çalıştığımız *Anacridium aegyptium* (Mısır çekirgesi) un dişilerinde ergin diyapozun sona ermesi beyin neurosekresyon hücreleri ve corpora allatanın aktif hale gelmesi ile olur (Geldiay 1967-70).

Gelişme esnasında M. H. ve J. H. miktarları arasında bir denge mevcuttur. Bu hormonlardan herhangi birinin zamansız verilmesi, eksik veya fazlalığı gelişmeyi durdurur veya anormal bir duruma sokar. Örneğin, larva halindeki bir böcek zamanında normal ergin olamaz, larval karakterlerini bir süre daha koruyarak dev erginler meydana getirir veya vaktinden önce, küçük ve fertil olmayan ergin haline geçer. Çoğu zaman da böcek deri değişmesi esnasında ölüş. Zararlı böceklerin kontrolünde hormon kullanılması fikri bu gibi deneyler sonunda doğmuştur. İnsektisid olarak kullanılacak hormonun böcekte normal olarak bu-

lunmadığı veya çok az olduğu zamanda uygulanması ile böceğin anormal gelişmesi, ölümü veya steril hale getirilmesi mümkün olacaktır.

İzole edilebilen veya kimyasal yapısı bulunan ilk böcek hormonu metamorfoz hormonudur. Almanyada Karlson ve arkadaşları 500 kg ipekböceği (*Bombyx-mori*) pupasından protorasik bez salgısı alan alfa ekdizon ($C_{27}H_{44}O_6$) ve beta ekdizon ($C_{27}H_{44}O_7$) adını verdikleri iki steroidi izole etmişlerdir (1956, 1963). Beta-ekdizonun daha sonra bulunan ekdisteron ve krustekdizon ile aynı oldukları zannedilmektedir ve bunlar herhangi bir böcek ve Krustaseden elde edilebilir. Son yıllarda ekdizonlar ve buna yakın steroidler çeşitli bitki türlerinden de elde edilmiştir. *Podocarpus* ve *Taxus* cinslerinde ve bazı çiçekli bitkilerde bulunmuştur. Bu çalışmalar, metamorfoz hormonu aktivitesi taşıyan maddeleri bol miktarda elde etmenin, ekdizon sentezinden çok daha kolay olduğunu göstermiştir. Ekdizon ve ekdizon aktivitesini taklit eden maddelerle böcekte metamorfoz hormonunun yaptığı olayları meydana getirmek mümkün olmuştur. Bununla beraber yapılan araştırmalar, bu maddelerin böceğe şırınga edilerek verilmesi metoduna dayanmaktadır. Dıştan uygulama ile yapılan deneylerde henüz başarı sağlanamamıştır. Fourché (1967) *Drosophila* larvalarının sindirim yolu ile ekdizonu absorbe ettiklerini zikretmektedir.

Juvenil hormonun izolasyonu ve tayini de son yıllarda yapılmıştır. Daha önce Williams (1960) tarafından *Platysamia cecropia* ve *Samia cynthia* kelebeklerinin erkek cinslerinin abdomeninden elde edilen ve juvenil hormon aktivitesini gösteren ekstraktan, Röller ve arkadaşları (1967) juvenil hormonu izole etmiş ve ampirik formülü $C_{18}H_{36}O_2$ olarak bulmuşlardır. Bu madde daha önce bilinmeyen bir yağ asidinin epoksidinin metil esteridir. Bu aktif madde henüz böcek kontrolünde kullanılacak, hatta bu amaçla yapılacak araştırmalara yetecek kadar bol miktarda elde edilmemiştir. Kimyacılar tarafından sentezinin çok güç olduğu ifade edilmektedir.

Juvenil hormon aktivitesi gösteren maddeler diğer hayvan ve bitkilerden hatta çeşitli memeli hayvan dokularından elde edilmiştir. Genel olarak araştırmalarda juvenil hormonla elde edilen sonucu alabilmek için, bu maddelerden çok daha yüksek yoğunluklarda kullanmak gerekmektedir. Juvenil hormon aktivitesi gösteren maddelerin başında farnesol gelir. Farnesol, *Platysamia cecropia* ekstraktından (cecropia yağı) yedi defa daha az aktiftir. Bu maddelerin zararlı böceklerin kontrolünde kullanılabileceğini işaret eden birçok çalışma yayımlanmıştır. DDT gibi insektisidlere karşı bağımsızlık kazanmış döllere hasıl ettikleri için bu gibi deneyler özellikle sivrisinekler üzerinde yapılmıştır. Lewallen (1964) tarafından *Culex pipiens* üzerinde yapılan araştırma olumlu sonuç vermiş, içinde farnesol bulunan suda yetiştirilen dördüncü safhadaki larvaların % 75 i ölmüştür. Nair (1967), *Aedes aegypti* larvalarına farnesil dietilamin vermiş, ancak yüksek yoğun-

luklarda etkili olduğunu bulmuştur. Bu gibi maddelerle *Pediculus* üzerinde de deneyler yapılmıştır (Vinson ve Williams 1967). *Pediculus*'un yumurtaları ve erginleri juvenil hormon aktivitesi gösteren maddelerle hazırlanan eriyiklere batırılmış, kumaşlar arasında uzun zaman bırakılmış, sonuçta dişi böceklerden çoğunun steril hale geldiği, yumurtalardan pek çoğunun da açılmadığı tespit edilmiştir. İnsektisidlerin çoğuna karşı dayanıklı ırklar meydana getiren tifüs gibi tehlikeli bir hastalığın bulaşmasına sebep olan bitler üzerinde yapılan bu çalışmanın sonuçlarının olumlu oluşu çok önemlidir.

Riddiford ve Williams (1967) ipekböcekleri (*Hyalophora cecropia* ve *Anthe-raea pernyi*) yumurtaları ile de deneyler yapmışlardır. Yumurtalara bırakıldıktan itibaren 5 saat içinde madde uygulanırsa yumurtalar açılmaz ; 5 saat ile 2 gün arasında yumurta açılır, fakat % 50 - 70 larva ölür, 4 gün sonra ise son larva safhası uzar ve % 50 pupa olur. Yumurta bırakmadan önce dişi kelebeklere şırınga edilen maddelerin de etkili olduğu bulunmuştur. Bununla beraber, şırınga ile yapılan bu deneylerin sonuçları arazide böcek kontrolü bakımından söz konusu olamaz. Law (1966) tarafından hazırlanan sentetik juvenil hormonun *Aphid*'lere uygulanması olumlu sonuçlar vermiştir. Bu maddenin sürüldüğü yapraklar üzerinde yetiştirilen böceklerde kanatlı ve çoğalabilen formların gelişmesi engellenmiştir.

Son yıllarda juvenil hormon aktivitesi gösteren yeni bir madde bulunmuştur. Kâğıt faktörü (paper factor) adı verilen bu etkili maddenin bulunması da oldukça enteresandır (Williams 1967). Çekoslovakya'da *Pyrrhocoris apterus*'lar üzerinde çalışan Slama, Harvard Üniversitesinde Williams'ın laboratuvarında çalışmak üzere bir miktar böcek götürmüştür. Uzun yıllar memleketinde normal olarak yetiştirdiği bu böceklerin gelişmesinde yeni laboratuvarında anormallikler tespit edilmeye başlanmıştır. Metamorfoz geçirecek ergin olması beklenen larvaların, larva olarak gelişmeye devam ettikleri veya birçok larval karakteri olan ergine benzer formlar meydana getirdikleri görülmüştür. Bu sonuçlar böceklere, normalin üstünde juvenil hormon verildiği zaman meydana gelebilecek olaylardır. Araştırmalar sonunda bu etkinin böceklerin yetiştirildiği kavanozlara yerleştirilen kâğıt mendillerden ilerigeldiği bulunmuştur. Avrupada ve Japonyada imal edilen kâğıtlarda bu etkinin bulunmadığı, yalnız Amerikan kökenli kâğıtlarda bulunduğu da tespit edilmiştir. Daha sonraki araştırmalar, aktif maddenin çam (*Abies balsamea*) reçinesinde bulunduğunu, kâğıt yapımında uygulanan kimyasal maddelerin aktif maddeyi tahrip ettiğini, mekanik işlemlerin ise değiş-tirmedeğini göstermiştir.

Kâğıt faktörü, bu böceklerin dördüncü larva safhasından sonra etkili olmuştur. Anormalliklerin çoğu ağız parçalarında kendini göstermiş, böcekler beslenemedikleri için ölmüşlerdir. Erginlerin pek çoğu steril olmuş, yumurta bira-

kanların da yumurtaları gelişmemiştir. Aktif maddeyi ihtiva eden odun, kâğıt ve reçine ekstraktları, metanol, etanol, aseton gibi eriticilerle hazırlanabilir. Bu ekstraktlar böceğe ya şırınga edilir veya dış taraftan sürülür ; aktif kâğıtlar üzerine konan böceklerin bunları ayakları ile absorbe ettikleri de ifade edilmektedir. *Dysdercus* türleri üzerinde de deneyler yapılmış ve anormal erginler elde edilmiştir. Kâğıt faktörü testine tabi tutulan aşağıdaki böceklerde hiç bir etki görülmemiştir: *Rhodnius*, *Locusta*, *Gryllus*, *Galleria* ve *Tenebrio*.

Abies balsamea'nın analizi ile iki aktif bileşik elde edilmiştir. Bunlar juvabion ve dehidrojuvabion'dur. Kâğıt faktörü böcek kontrolünde çok ümit verici görünmekle beraber, arazi şartlarında etkilerine ait deneylere ve diğer hayvan ve bitkiler üzerindeki etkilerine dair araştırmalara ihtiyaç vardır. Son yıllarda kullanılan insektisidlerin uygulanmasında en büyük hata, bunların zararları, yan etkileri hakkında yeteri kadar araştırma yapılmadan kullanılmış olmasıdır. Bundan sonra hazırlanacak insektisidlerin özellikle diğer hayvanlar ve bitkiler üzerinde yapacakları zararlar üzerinde durmak ve çok dikkatli olmak lâzımdır. Böcek büyüme hormonlarının diğer hayvan ve bitkiler üzerine etkileri hakkında birkaç araştırma vardır. Bunlar Artropodlar ve bitkilerle ilgilidir, omurgalılara etkileri araştırılmamıştır. Bütün böcekler ve Krustaseler aynı metamorfoz hormonuna sahiptirler ve aynı hormon herhangi bir böcek veya Krustase türüne etkili olabilir. Zararlı böcekleri böyle bir hormonla yok etmede aynı ortamda bulunan diğer zararsız böcekler ve Krustaseler de zarar görebilir. Bir çalışmaya (Carlisle ve arkadaşları 1963) göre metamorfoz hormonu bitkilere, giberellik asit gibi etki yapmaktadır. Metamorfoz hormonu püskürtülen bitkiler normal boylarından daha fazla büyür ve olgunlaşma gecikir. Her iki sonuç da bazı bitkiler bakımından iyi değildir. Böceklerde bulunan ekdizonlar ile aynı olduğu söylenen pek çok bileşik bitkilerde bulunmuştur. Bunların bitkiyi, böceklerden koruyan maddeler olabileceği düşünülebilir.

Juvenil hormonun diğer hayvanlar ve bitkiler üzerindeki etkileri hakkında fazla araştırma yoktur. Bununla beraber çeşitli bitki ve hayvanlarda bulunan ve juvenil hormon aktivitesi gösteren maddenin, o organizmada bir rolü olması gereklidir. Kâğıt faktörleri de bitki ürünleridir ; bitkilerin bunlarla, böceklere karşı kendilerini korudukları muhtemeldir. *Dysdercus*'un gelişmesine etki yapan bu maddelerin, pamuk zararlısı olan bu böcek için iyi bir insektisid olabileceği düşünülmür.

Böcek kontrolünde kullanılan insektisidlerin ve çeşitli kimyasal maddelerin diğer hayvanlara ve özellikle omurgalılara zararları açıktır. Ayrıca böceklerde, bu maddelere karşı dayanıklı ırklar gelişmektedir. Bu bakımdan yeni kontrol metodlarının bulunması ve geliştirilmesi elzemdir. Böcek hormonları zararlı böceklerin tahribinde gelişmenin çok erken safhalarında kullanılabilir, fakat bunun

uygulamaya aktarılabilmesi için çok daha geniş çalışmalara ihtiyaç vardır. Hormonların diğer canlılara verebileceği zararlar, bunların böcek vücuduna nüfuz edebilme derecesi ve hatta böceklerin hormonlara karşı dayanıklı ırkları meydana getirip getirmeyeceği etraflı bir şekilde araştırılmalıdır. Son yıllarda, bu amaçla Avrupa ve Amerikada kurulan özel araştırma istasyonları ve laboratuvarlarında büyük araştırma grupları konuya her yönüyle eğilmiş ayrıntılı çalışmalar yapmaktadırlar.

BİBLİYOGRAFYA

1. CARLISLE, D. B., OSBORNE, D. J., ELLIS, P. E. and MOORHOUSE, J. E. (1963) : Reciprocal effects of insect and plant growth substances. - *Nature* **200** : 1230.
2. FOURCHÉ, J. (1967) : Action de l'ecdysone sur les larves de *Drosophila melanogaster* soumisses su jeune. - *Acad. Sc. Paris (Serie D)* **264** : 2398 - 2400.
3. GELDİAY, S. (1967) : Hormonal control of adult reproductive diapause in the Egyptian grasshopper, *Anacridium aegyptium* L. - *J. Endocrin.* **37** : 63 - 71.
4. GELDİAY, S. (1970) : Photoperiodic control of neurosecretory cells in the brain of the Egyptian grasshopper, *Anacridium aegyptium* L. - *General and Comparative Endocrinology* **14** : 35 - 42.
5. KARLSON, P. (1956) : Biochemical studies on insect hormones. - *Vitamins and Hormones* **14** : 227 - 266.
6. KARLSON, P. und HOFFMEISTER, H. (1963) : Zur Chemie des Ecdysons. - *Liebigs Ann. Chem.* **662** : 1-20.
7. LAW, J. H., YUAN, C. and WILLIAMS, C. M. (1966) : Synthesis of a material with high juvenile hormone activity. - *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* **55** : 576 - 578.
8. LEWALLEN, L. L. (1964) : Effects of farnesol and ziram on mosquito larvae. - *Mosquito News* **24** : 43 - 45.
9. NAIR, K. K. (1967) : The susceptibility of mosquito larvae to a synthetic juvenile hormone, farnesyl diethylamine. - *Naturwiss.* **18** : 494 - 495.
10. RIDDIFORD, L. M. and WILLIAMS, C. M. (1967) : The effects of juvenile hormone analogues on the embryonic development of silkworms. - *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* **57** : 595 - 601.
11. RÖLLER, H., DAHM, K. N., SWEELL, C. C. and TROST, B. N. (1967) : The structure of juvenile hormone. - *Angew. Chem. (Intern. Ed.)* **6** : 179 - 189.
12. SLAMA, K. and WILLIAMS, C. M. (1966) : The juvenile hormone. V. The sensitivity of the bug *Pyrrhocoris apterus* to a hormonally active factor in American paper pulp. - *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woodshole.* **130**, 235 - 246.
13. VINSON, J. W. and WILLIAMS, C. M. (1967) : Lethal effects of synthetic juvenile hormone on the human body louse. - *Proc. Nat. Acad. Sci. U. S. A.* **58** : 294 - 297.
14. WILLIAMS, C. M. (1960) : The juvenile hormone. - *Acta Endocrinol. Suppl.* **50** : 189 - 191.
15. WILLIAMS, C. M. (1967) : Third generation pesticides. - *Sci. Amer.* **217** : 13 - 17.