

## Böceklerde kemoreseptörler

A. Sibel TÜRKÜÇAR\* Seval TOROS\*\*

### Summary

#### Insect chemoreceptors

This paper considers the locations and structures of the chemoreceptors of the insects. These are consist of simple sense cells or its groups that are named "sensilla". Sensilla could be alike a hair, a cone, a plate or formed in a cavity. These are located on the ovipositors, tarsi, antennae, mouth parts, wings or etc.

### Giriş

Kimyasal maddelere duyarlı reseptör hücreleri, böceklerin duyu sistemlerinin en önemli kısımlarındandır. Bu hücreler "kemoreseptör" olarak adlandırılır. Bu hücrelerde, kimyasal uyarıya bağlı olarak görülen fizyolojik olaylar ise kimyasal algılama (chemoreception) olarak bilinmektedir. Kimyasal algılamanın önemi uzun zamandır entomologlar tarafından araştırılmaktadır. Bu derlemede özellikle, beslenme, konukçu bitki seçimi, konukçu-parazitoit ilişkisi, insanların ürettiği atraktant ve repellentlere tepki gibi böceklerin en önemli davranışlarında tetik görevi gören kemoreseptörlerle ilgili son yıllardaki yayınlar incelenmiştir.

Fizyologlar son zamanlarda, temel kimyasal algılama mekanizmalarını ortaya çıkarmak için, kemoreseptörleri hücre düzeyinde incelemeye başlamışlardır. Kemoreseptörler, koku ve tat etkisini almaktadırlar. Bu nedenle bunlar, kendi arasında koku (olfactory) reseptörleri ve kontak (tat) reseptörleri diye ikiye ayrılmaktadır (Hodgson, 1964).

Böceklerin duyu organları, integümentin hücre ve kutikula kısmının değişmesinden meydana gelmiştir. Kutikuladan meydana gelmiş basit yapılı duyu hücrelerine

---

\* A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı 06110 Ankara

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

Alınış (Received): 3.2.1992

hücrelerine veya hücre gruplarına sensillum (sensilla) adı verilmektedir. Dış görünüşü kıl şeklinde olan duyu organlarına sensilla trichodea, çıkıntısı koni şeklinde olanlarına sensilla basiconica, bir çukura batık olursa sensilla coeloconica, dış taraftan oval veya eliptik bir levha ile kaplı olanlarına sensilla placodea adı verilir (Düzgüneş, 1975).

### Sensilla Yapıları

#### Sensilla trichodea

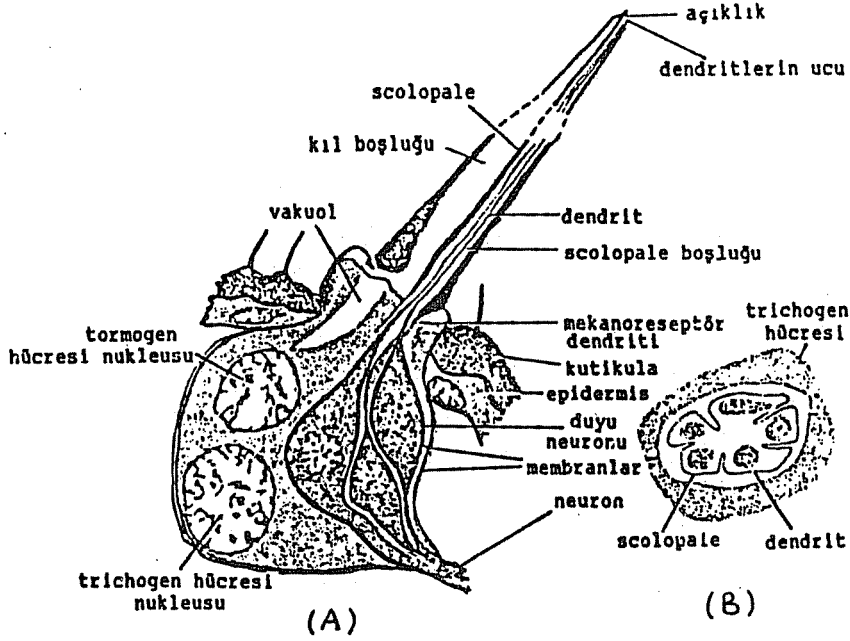
Kıl benzeri yapıdaki sensillum'lar sensilla trichodea olarak adlandırılmaktadır. Yapılan çalışmalarda bu yapıların böceklerin tarsus, labellum, ovipozitör, anten ve kanatlarında bulunduğu belirlenmiştir (Dethier, 1964; Chapman, 1969; Morita and Shirai-shi, 1985; Anderson and Hallberg, 1990).

*Phormia* sp. 'nin bacak ve ağız parçalarında bulunan sensilla trichodea ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bu yapılar, 30-300 mikron uzunluktadır. Kılın içinde bulunan boşluk, yani lümen, scolopale denilen bir kılıf içermektedir. Scolopale, kılın bir duvarıyla birleşmiş durumda olduğundan lümen ikiye ayrılmıştır (Chapman, 1969). Bu tip sensillum'lar 4-6 arasında değişen bipolar neuronlar ile ilişkilidir (Dethier, 1964; Chapman, 1969; Anderson and Hallberg, 1990). Neuronların dendritleri, scolopale içinden geçerek kılın ucuna ulaşır (Dethier, 1964). Bunların aksonları ise subesophageal gangliona kadar devam eder. Diğer lümen ise sıvı ile doludur. Bu sıvının trichogen ve tormogen hücreler tarafından salgılandığı zannedilmektedir. Sensillum ile ilişkili neuronlardan bir tanesinin dendriti, kılın kaidesinde sonlanır. Bu neuronun mekanosensori hücresi olduğu sanılmaktadır. Dolayısıyla sadece 3-5 dendrit scolopale içinden dışarı çıkıncaya kadar kılın ucuna ilerler (Chapman, 1969). Kimyasal uyarıya duyarlı olan kısım, kılın bu uç kısmıdır (Dethier, 1964). Scolopale'e girdiği noktaya kadar dendrit'ler kılıf içine sarılmıştır. Ancak bu kılıf scolopale içinde bulunmaz. Trichogen hücresi, karmaşık yapıdaki sensillumun en geniş kısmıdır. Bu hücre, dış tarafta büyük bir vakuol ile bir membran içerir ve tormogen hücre de dahil tüm hücreleri kuşatır (Şekil 1) (Chapman, 1969).

*Phormia*'nın labellumunda erkeklerde 245, dişilerde ise 257 adet kemosensori kılı olduğu belirlenmiştir (Morita and Shirai-shi, 1985). Bunlar kontak kimyasal algılama ile ilgilidir.

Ovipozitördeki sensillumun *Ephestia keuhniella*'da kıl benzeri yapıda bulunduğu belirlenmiştir. Bu kelebeğin ovipozitörü 1 mm'den biraz uzun olup, uç kısma doğru dorsoventral olarak yassılaşılmaktadır. Ovipozitördeki kıl benzeri sensilla, proximal veya distal olarak 2 farklı pozisyonda bulunur. Tat-dokunma işlevi gören sensillumların sadece distal, yalnız dokunma işlevi gören sensillumların ise her iki pozisyonda da bulunduğu yapılan araştırmalar sonucu belirlenmiştir. (Anderson and Hallberg, 1990).

Distal dokunma sensillumunda kıl uzunluğu 30-200 mikron arasında değişmektedir. Uzun kıllar yaklaşık 3 mikron çapında bir kaideye sahiptir. Kısa olan kılların ise kaide kısmı yaklaşık 1.5 mikrondur (Anderson and Hallberg, 1990).



Şekil 1. A) *Phormia*'nın trichoid sensillumunun yapısı,  
B) Scolopale içindeki dendritlerin enine kesiti (Chapman, 1969).

Proximal dokunma sensillumunda ise kılın kaide çapı 2.3 mikron ve uzunluğu 100-200 mikrondur. Kıl eksenine uca doğru gittikçe daralmaktadır. Tat-dokunma sensillasının aksine, dokunma sensillasının soketi, kıl ekseninin kaidelerini sıkıca sarmaktadır. Proximal ve distal dokunma sensillası arasında da bir farklılık bulunmaktadır. Çünkü proximal sensilla daha dar ve yassı sokete sahiptir. Kıl ekseninin lümeni, süngerimsi yapıda extracellular bir materyal ile doludur. Kıl kaidesi, çevreleyen kutikula içine gömülmüştür. Sensori hücresinin terminal kısmı, kılın kaide kısmının içine gömülmüştür (Anderson and Hallberg, 1990).

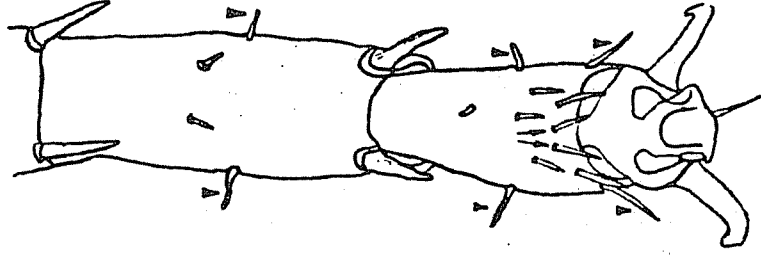
Dokunma sensillum'ları, uzun ve kısa olmak üzere iki kategoriye ayrılmıştır. Uzun olanlar 75-180 mikron, kısa olanlar ise 50 mikrondan daha az uzunluğa sahiptir.

Ovipozitörün yassılaştığı kısmında yaklaşık 100 adet sensilla bulunmaktadır. Eşit sayıdaki uzun ve kısa dokunma sensillumları, segmentin ventral kısmının üzerinde dağılmıştır. Yaklaşık 10 adet tat-dokunma sensillası ise segmentin uç kısmında ventral ve predominant olarak bulunmaktadır. Lateral olarak 30 adet uzun dokunma sensillası bulunur. Ovipozitörün orta kısmında yaklaşık 50 adet uzun dokunma sensillası, ovipozitörün çevresine dağılmış durumdadır (Anderson and Hallberg, 1990).

Yapılan çalışmalar *E. kuehniella* ve *Spodoptera littoralis*'in ovipozitöründe bulunan sensillumların 5 adet kimyasal algılama hücresine sahip olduğunu göstermiştir. Bunlar geniş algılama yeteneğine sahiptir.

Tarsustaki sensillanın *E. kuehniella*'da ovipozitördekilerle aynı yapıda olduğu belirlenmiştir. Ancak bazı varyasyonlar bulunmaktadır. Dokunma sensillumları genellikle daha kısa ve kalın eksene sahiptir. Eksen 20 mikron uzunluktadır ve bunun 2.7 mikron çapında bir kaidesi bulunmaktadır. Tat-dokunma sensillumlarının ekseni 15-30 mikron uzunluktadır. Bunun kaidesi ise 2-2.5 mikrondur. Bu sensillum'lar 4 kimyasal ve 1 mekanik algılama hücresi tarafından desteklenmiştir (Anderson and Hallberg, 1990).

Tat-dokunma sensillumlarının dağılımında *E. kuehniella*'nın dişi ve erkekinde bir farklılık bulunmamıştır. Bu tür bireylerinin 2., 3. ve 4. tarsomer'lerinde genellikle 2 ventral ve 2 lateral sensilla bulunmaktadır (Şekil 2). Beşinci tarsomer, 4 lateral sensillaya sahiptir. Ancak ventral sensilla sayısında farklılık vardır. İki sensilla daima distal kenarda bulunur. İlave olarak 1-6 sensilla, 5. tarsomerin orta ve proximal parçasında görülür (Şekil 2). Birinci tarsomer üzerinde ventral sensilla bulunmamıştır. Lateral sensilla yapısı, bacak çiftleri arasında tutarlı değildir. Ön bacaklar 6 adet lateral sensillaya sahiptir. Ancak orta ve arka bacaklar genellikle 0-2 sensilla içerir. Bir adet uzun tat-dokunma sensillumu, pulvilli arasında ventral olarak bulunabilir (Şekil 2) (Anderson and Hallberg, 1990).

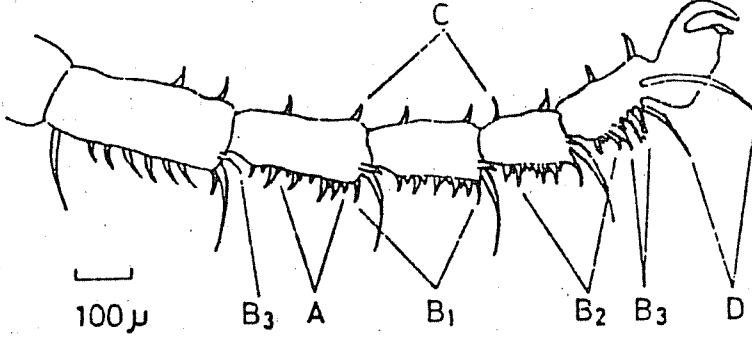


Şekil 2. *Ephestia kuehniella*'nın ön bacağının 4. ve 5. tarsomer'lerinin ventral yüzeyindeki sensilla dağılımı (Anderson and Hallberg, 1990).

Tat-dokunma sensillası, dorsal olarak nadiren bulunabilir. Eğer bulunuyorsa, her bir tarsomerde 1 adettir. Ancak 1. tarsomerde bulunmazlar. Sadece 2 dokunma sensillası tarside görülmektedir. Bunlar 5. tarsomerin distal kenarına ventral olarak yerleşmiştir (Anderson and Hallberg, 1990).

Bir çok lepidopter, ovipozisyon alanını seçerken yaprak yüzeyinin kimyasal durumunu belirlemek amacıyla tarsal reseptörlerini kullanır. Kontak kimyasal algılama kolları, ovipozisyon uyarıcıları, şeker gibi beslenme uyarıcıları ya da ovipozisyon engelleyicilerine tepki gösterebilen birçok neuron içerir (Schoonhoven, 1990). Yapılan çalışmalarda *Pieris brassicae* ve *P. rapae*'nin ovipozisyon için sadece cruciferleri veya glucosinولاتes adlı spesifik sekonder bileşikleri içeren bitkileri seçmesindeki en önemli rolün tarsal kemoreseptörler olduğu belirlenmiştir (van Loon and van Meer, 1991).

Sinekler üzerinde yapılan çalışmalar, bunların tarsuslarının ventral ve ventrolateral yüzeyinde kimyasal algılama kıllarının bulunduğunu göstermiştir. Ayrıca, birkaç kıl tibianın dorsal yüzeyinde de yer almaktadır. *Phormia regina*'nın bacaklarındaki kılların ortalama sayısı, 1. çift bacakta 308, 2. çiftte 208, 3. çiftte ise 147 adettir. Bunların uzunluğu 28-264 mikron arasında değişmektedir (Şekil 3) (Morita and Shiraishi, 1985).



Şekil 3. *Phormia regina*'nın ön bacağına tarsus kısmının yandan görüntüsü (Morita and Shiraishi, 1985).

Fonksiyonel temelleri esas alındığında, bu kıllar şu şekilde sınıflandırılmıştır. Buna göre; A tipindeki kıllar tarsus'un ventral kenarında yer almaktadır ve tüm tarsal kimyasal algılama kılları içinde en kısa boylu olanlar bunlardır. Bu tipteki kıllar, şeker ve tuz reseptör hücrelerini içermektedir. Bu kılların içindeki hücreler, ortam sıcaklığının değişimine oldukça duyarlıdır. Şeker veya tuz algılayıcı hücreler, 21°C ve altındaki sıcaklıklarda, 1 Molar sakkaroz ve 1 Molar sodyumklorür ile uyarıldığında herhangi bir tepki göstermezler. Ancak sıcaklık 21°C'nin üstüne çıktığında her iki tip hücre de yukarıda adı geçen solüsyonlara tepki göstermektedir. B2 tipindeki kıllar, tarsus'un ventralinde yer almaktadır ve sadece şeker uyarısını algılamaktadır. Bir çift B3 tipindeki kıl, ilk 4 tarsomerin uca yakın lateral yüzeyinde bulunmaktadır. Ayrıca 5. tarsomerin ventral yüzeyinde de 1 çift B3 tipinde kıl vardır. B3 tipindeki kıllar, şeker ve tuz uyarısına tepki gösterirler. Bu kıllar, tüm tarsal kimyasal algılama kılları arasında orta boyda uzunluğa sahip olanlardır. D tipindeki kıllar, tüm tarsal kimyasal algılama kılları arasında en uzun boylu olanlardır. Bunlar, 1. ve 5. tarsomerin ventralinde 2 çift olarak yer almaktadır. Ayrıca diğer tarsomerlerin her birinde 1 çift D tipi kıl bulunmaktadır. Bu tipteki kıllar da şeker ve tuz algılama işlevindedir (Morita and Shiraishi, 1985).

Wolbarsht and Dethier (1958), *P. regina*'nın kanatlarının dorsal ve ventral tarafında bir sıra kemosensilla olduğunu göstermişlerdir. Yapılan çalışmalar, kanat kemosensillasının sakkaroz ve sodyumklorür uyarılarına tepki gösterdiğini ortaya çıkarmıştır (Morita and Shiraishi, 1985).

*Phyllotetra cruciferae* (Goeze), *Psylloides punctulata* Melsh, *Epitrix cucumeris* (Harris) ve *Psylloides affinis* (Paykell) adlı 4 coleoptera türünde yapılan incelemeler sonucu, bu böcek türlerinin, antenlerinde 2 tip sensilla trichodea bulunduğunu belirlenmiştir (Ritcey and Mc Iver, 1990).

Sensilla trichodea 1 adı verilen birinci tip sensillada eksen gittikçe incelen bir yapıdadır. Ayrıca üzerinde uzunlamasına ve belirgin olmayan yivler bulundurmaktadır. Sensilla trichodea 1'in uzunluğu 32-47 mikron olup, taban çapı 1.9-2.1 mikron kadardır. Bu sensillumlar uçtaki 5 segment hariç her bir segmentin üzerinde görülür. Uçtaki 5 segment distal bölgeye sahip değildir. Tüm türlerde birinci tipteki trichodea, fazla sayıda sensilla içermektedir. Her bir antendeki toplam sayıları ortalama olarak *E. cucumeris* dışısında 522 kadarken, bu sayı erkek *P. cruciferae*'de 1303'e kadar çıkabilir. Her ne kadar, her bir antendeki toplam sayıları arasında farklılık varsa da birim alandaki sensilla sayısı, incelenen tüm türlerde birbirine benzerdir (Ritcey and Mc Iver, 1990).

Sensilla trichodea 2'nin ekseni de uca doğru incelen ve pürüzsüz bir yapıdadır. Uçta, tüm uzunluğa göre 1/3-1/2'lik kısım kıvrıktır. Bu tip sensillumun uzunluğu 19-27 mikron kadardır ve taban çapı 1.5-2 mikron arasında değişmektedir. Sensilla trichodea 2, uçtaki 4 segmentte görülür. Her bir segmentin de 1/3'lük uç dorsal kısmında daha fazla sayıdadır. *P. cruciferae*, en fazla sensilla trichodea 2 içeren türdür. Bunların her bir anteninde erkeklerde 168, dişilerde ise 170 adet sensilla trichodea 2 bulunmaktadır. Buna karşın, bu tipteki en az sensillaya *P. punctulata*'da rastlanmıştır. Bunlar erkek ve dişilerde sırasıyla 81 ve 85 adettir (Ritcey and Mc Iver, 1990).

### Sensilla basiconica

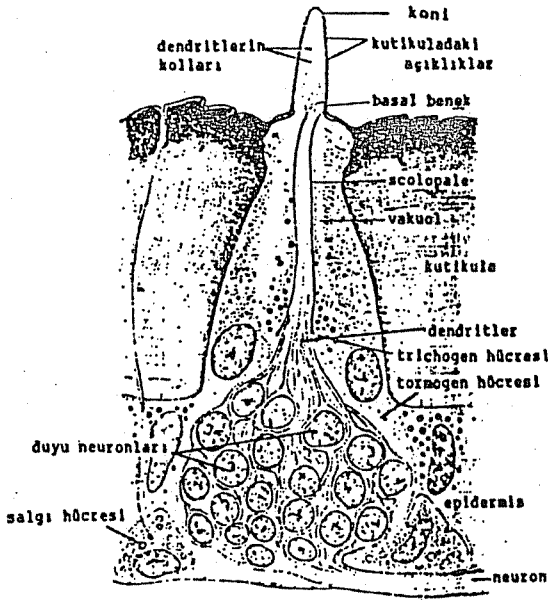
Koni şeklindeki sensillumlara sensilla basiconica adı verilmektedir. Bunlar kalın veya ince duvarlı olabilir (Richards and Davies, 1977).

*Melanoplus*'un anteninde 12-20 mikron uzunluğunda ince duvarlı basiconic sensillumlar bulunmuştur. Bunlar koyu renkli ve geçirgen bir benek halinde görülmektedir (Chapman, 1969). Scolopale, sağa doğru bir açı yaparak yüzeye ulaşmakta (Dethier, 1964) ve alta sinir hücrelerinin bulunduğu kısımda sonlanmaktadır (Şekil 4). Neuronların sayısı birkaç taneden 50'nin üstüne kadar değişiklik gösterir. Bu neuronların dendritleri, scolopale içinden geçer ve 9 çift periferik iplikçikten oluşan kıl gibi bir yapı meydana getirir. Sağa açı yapılan yerde dendritler, scolopale'in üst kısmından lümenin içine geçerler (Şekil 5) ve sensillumun yüzeyine yakın 1-2 kol oluştururlar. Bunlar yaklaşık 0.1 mikron çapındaki ve kutikula üzerinde bulunan yaklaşık 150 küçük delikten geçerek dışa açılırlar. Bunların sonlandığı yerde her bir kol yaklaşık 24 parmak benzeri yapıdan oluşmuştur. Sensillumun iç kısmında bir vakuol bulunmaktadır (Chapman, 1969).

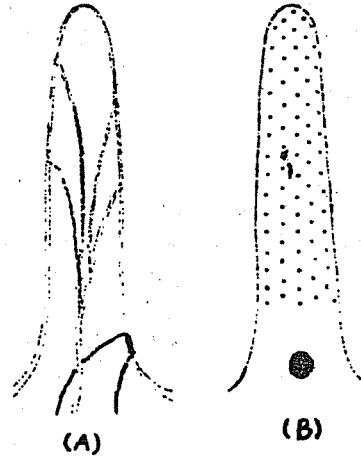
Yapılan araştırmalarda çekirgelerde genel olarak ince duvarlı basiconic sensillumun 16 mikron, kaidesinin ise 3 mikron uzunlukta olduğu belirlenmiştir (Dethier, 1964).

*Calliphora erythrocephala* (Dip., Calliphoridae)'nın erkek ve dişi bireylerinin antenlerinde sensilla basiconica bulunmuştur. Bunlar, et, leş ve peynir ile bazı alkoller, aldehitler ve mercaptanlara tepki gösterirler (Morita and Shiraishi, 1985).

*Phyllotetra cruciferae*, *Psylloides punctulata*, *Epitrix cucumeris* ve *Psylloides affinis* adlı coleopter (Chrysomelidae, Alticinae) türlerinde yapılan çalışmalar, bunların antenlerinde iki tip sensilla basiconica olduğunu göstermiştir. Bun-



Şekil 4. Sensilla basiconica'nın genel yapısı (Hodgson, 1964).



Şekil 5. Sensillumun boyuna kesiti (A), dış görünüşü (B) (Hodgson, 1964).

lar uzun ve kısa sensilla basiconica'lardır. Uzun sensilla basiconica'nın 2, kısa sensilla basiconica'nın ise 3 alt tipi bulunmaktadır (Ritcey and Mc Iver, 1990).

Uzun sensilla basiconica 1'in eksen, yükselmiş bir taban üzerinden çıkar ve uca doğru incelen bir şekilde kıvrılmaksızın gider. Sensillanın uzunluğu 11-15 mikron, taban çapı ise 1.4-1.6 mikrondur. Bu sensillumlar, antenin uç kısmındaki 5 veya 6 segmentte bulunur. Uzun sensilla basiconica 1, uçtaki 4 veya 5 segmentin distoventral kenarının bir çıkıntısında yoğunlaşmıştır. Bu sensillumlar esas olarak *P. cruciferae*'nin uç segmentinin üzerindeki çöküntülerde bulunur. *P. affinis*, *P. punctulata* ve *E. cucumeris*'in uç segmentinin ventral kenarında; 4 sensilla grubu vardır. Bunlar *P. cruciferae*'nin çöküntü alanındaki sensillumlara karşılık gelmektedir. En fazla sayıda uzun sensilla basiconica 1, *P. cruciferae*'nin dişi ve erkeklerinin antenlerinde görülür. Bunlardaki anten sensillasının sayısı dişilerde 254, erkeklerde 263 adettir. En az sayıda olan tür ise *E. cucumeris*'tir ve erkeklerinde 118, dişilerinde 114 adet uzun sensilla basiconica 1 bulunmaktadır (Ritcey and Mc Iver, 1990).

Uzun sensilla basiconica 2'nin eksen, pürüzsüzdür ve hafifçe yükselmiş bir tabandan çıkar. Uç kısmı hafifçe kıvrıktır. Bu sensillumların uzunluğu 12-16 mikron, taban çapı ise 1.2-1.7 mikrondur. Uzun sensilla basiconica 2, antenin uçtaki 4 veya 5 segmentinde görülür. Bu sensillumlar en fazla *E. cucumeris*'de görülmektedir. Bu türün dişilerinde 189, erkeklerinde 203 adet sensilla vardır. *P. punctulata* ise en az sayıda uzun sensilla basiconica 2 içeren türdür. Bu türün dişilerinde 95, erkeklerinde ise 91 adet uzun sensilla basiconica 2 bulunmaktadır (Ritcey and Mc Iver, 1990).

Kısa sensilla basiconica 1'in ekseni pürüzsüz ve uca doğru incelen bir yapıdadır. Bunlar ampülümsü bir taban üzerinden yükselir. Sensillumların uzunluğu 1.5-2.9 mikron, taban çapı ise 1.3-1.6 mikrondur. Bu sensillumlar, *Psylloides* türlerinin 6.-9. segmentinin distoventral kenarında yer alır. *P. cruciferae* ve *E. cucumeris*'de ise 7.-10. segmentinin distoventral kenarında bulunmaktadır. Bunlar uzun sensilla basiconica 1 ile proximal olarak sınır oluşturur. Üçteki segmentte sensillumlar çöküntü içinde yer almaktadır ve uzun sensilla basiconica 1 tarafından çevrelenmektedir. İncelenen tüm türlerin her bir anteninde 10-12 adet gibi çok az sayıda kısa sensilla basiconica 1 bulunmaktadır (Ritcey and Mc Iver, 1990).

Kısa sensilla basiconica 2, hafifçe yükselmiş ampülümsü bir tabandan çıkar. Sensillum ekseninin uçtan 1/2-1/3'lük kısmı yivlidir ve ucu küt-çomağımsı bir yapıdadır. Bu sensillumun uzunluğu 4.2-6 mikron, taban çapı ise 1.5-1.8 mikrondur. Bunlar *Psylloides* türlerinin 6.-9. segmentinin dorsoventral kenarında yer almaktadır. *P. cruciferae* ve *E. cucumeris*'de ise 7.-10. segmentinin dorsoventral kenarında bulunmaktadır. Bunlar uç segmentte, çöküntü içinde kısa sensilla basiconica 1 ile birlikte bulunurlar. Her bir antendeki kısa sensilla basiconica 2'nin sayısı *E. cucumeris*'in dışısında 7 adet iken, bu sayı erkek *P. punctulata*'da 11'e kadar çıkmaktadır (Ritcey and Mc Iver, 1990).

Kısa sensilla basiconica 3, uca doğru incelen külah şeklinde bir yapıdadır. Bunların uzunluğu 2.3-2.6 mikron kadardır. Bu sensillumlar kısa sensillum basiconicum 1'e çok benzemektedir. Bunların ayırımında kısa sensillum basiconicum 3'ün çok ince olan koni yapıları dikkate alınır (Ritcey and McIver, 1990).

İnce duvarlı basiconic sensillumlar, Diptera takımına bağlı Simuliidae, Ceratopogonidae, Blephariceridae, Anisopodidae, Bibionidae, Mycetophilidae ve Culicidae familyaları türlerinin maxillar palpusları da görülmektedir. *Toxorhynchites brevipalpis* Theobald (Diptera, Culicidae) üzerinde bu konu ile ilgili detaylı çalışmalar yapılmıştır. Bu türün dişi bireyinin 4. palpus segmentinin ventralinde ince duvarlı basiconic sensillumlar bulunmuştur. Bunlar, palpusların kutikulasındaki silindirik çöküntülerden çıkan yükseltiiler şeklindedir. Şekli, konik olup, ortalama çapı 1.7 mikrondur. Pek çok sayıdaki por, sensillumun tüm yüzeyini delmektedir. Her bir sensillum 3, bazen 2 bipolar neuron tarafından desteklenmiştir. *T. brevipalpis* dışısındaki sensillumların nektar ve uygun ovipozisyon alanının bulunmasında rol oynadığı sanılmaktadır. Palpustaki sensillumun tepkisinin circumesophageal bağlar aracılığıyla anten sensillasından gelen tepkilerle ilişkili olduğu zannedilmektedir (Mc Iver and Siemicki, 1984).

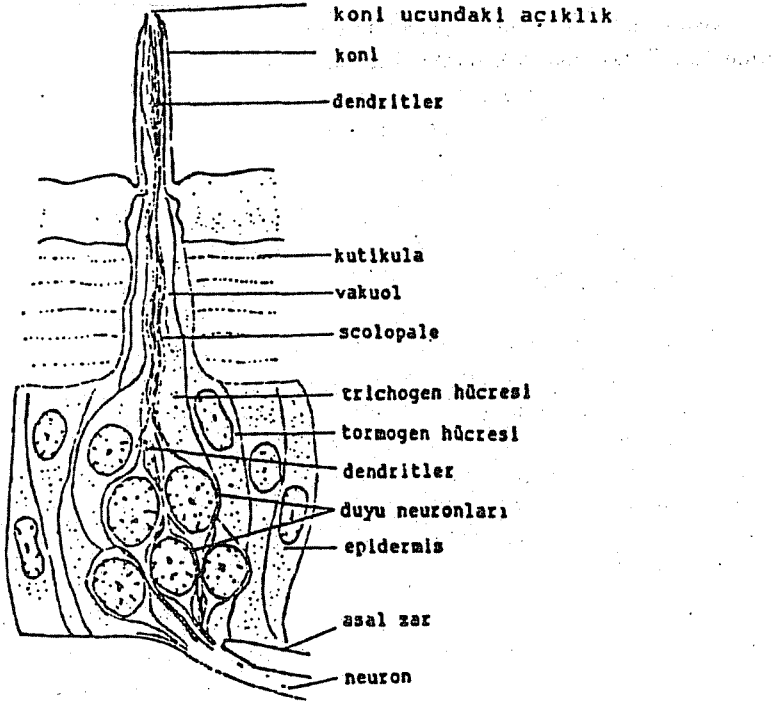
*T. brevipalpis*, kan ile beslenen kum sinekleri ve sivrisinek dişilerindeki basiconic sensillumlar arasında morfolojik açıdan farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılık, büyük olasılıkla *T. brevipalpis*'in sensillumlarındaki dendritlerin tümünün parmak şeklinde kolları olduğu halde, diğer türlerin sensillumlarının bir çok katlı lamellaya ayrılan bir dendrite sahip olmasıdır. Diğer dendritleri ise parmak şeklinde yapılara ayrılır. *Aedes aegypti*'de bir neuron karbondioksit tepki gösterir. Kan emen dişilerde karbondioksit duyarlı tek dendrit lamelli dendritlerdir. Şüphesiz böceklerin sensillasında karbondioksit duyarlı olmayan bir çok lamelli dendrit de vardır (Mc Iver and Siemicki, 1984).



*T. brevipalpis*'in erkek bireylerinde, palpuslar üzerinde basiconic sensillaya rastlanmamıştır. Ancak, Simuliidae ve Ceratopogonidae familyaları ile Culicidae'nin Culicinae ve Anophelinae altfamilyalarının erkek bireylerinde basiconic sensilla bulunmaktadır (Mc Iver and Siemicki, 1984).

*Pieris brassicae* tırtullarında, tat duyusu her bir maxillada 2 styloconic kıl ve epifarinkste 1 çift tat papillası olarak yerleşmiştir. Beslenme sırasında, tat kılları ritmik olarak hareket ettirilir ve aralıklarla besine temas ettirilir. Diğer yandan, epipharyngeal papillae sabit olarak uyarılır. Her bir styloconic sensillum, 4 kemoreseptör tarafından güçlendirilir, ancak epipharyngeal organ, sadece 3 neuron içermektedir. *P. brassicae*'de bu reseptörler, onların algıladıkları uyarıcıların çeşitlerine göre sınıflandırılmıştır (Schoonhoven and Blom, 1988).

*Y. cagnagellus*'un palpusları, diğer birçok türden daha uzundur. Palpusların uç kısmında 7 sensilla basiconica ve 1 sensillum styloconicum seçilebilmektedir. Styloconic sensillum çıkık bir kaideye sahiptir. Uç kısmındaki diğer sensillumlar basit ve ucu kör bir koni şeklindedir (Roessingh, 1989).



Şekil 6. Çekirgedeki kalın duvarlı basiconic sensillumun yapısı (Chapman, 1969).

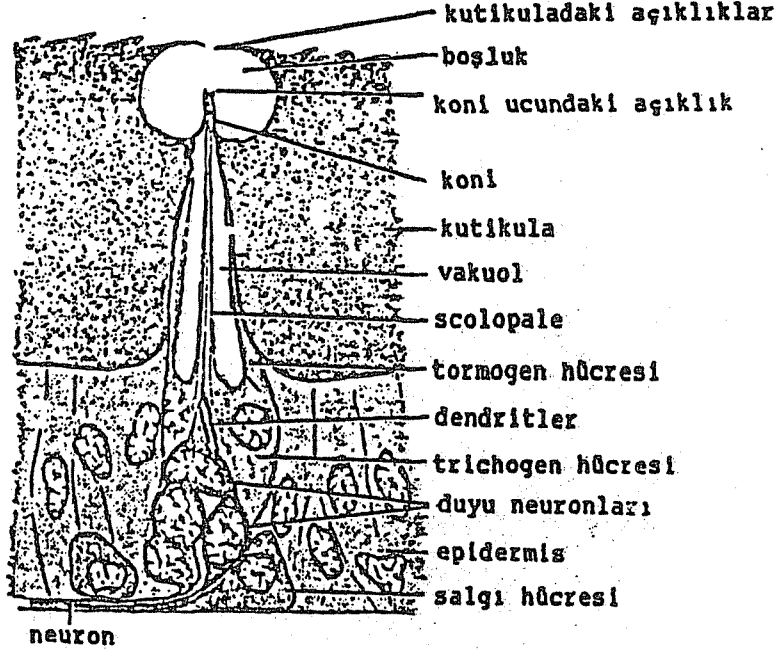
Çekirgelerdeki kalın duvarlı basiconic sensillumların, tahriş edici maddelerin alımıyla ilgili olduğu sanılmaktadır. Bu sensillumlar 50 mikrona yakın uzunlukta olup, uç kısmı yaklaşık 2 mikron çapında bir açıklıktadır. Sensillumun içinden aşağıya doğru

scolopale uzanır. Sensilla, kaide kısmında daralır ve sonra hemen genişler (Şekil 6) (Dethier, 1964). Neuronların dendritleri genellikle 5 tanedir. Bunlar kılıf içinden sensillum ucuna ilerler ve dışarıya açılırlar. Trichogen ve tormogen hücrelerin vakuollerinden çıkan bir sıvı içinde dendritler yıkanmaktadır. Bu kalın duvarlı basiconic sensillumlar vücut üzerinde yayılmış durumda olup, antenler, palpuslar, bacaklar ve elytra üzerinde bol miktarda bulunmaktadır.

*Periplaneta americana* 'nın tüm anten segmentlerindeki sensillumlar kısa basiconic yapılıdır. Eksen ortalama 12 mikron uzunluktadır (Selzer, 1984).

### Sensilla coeloconica

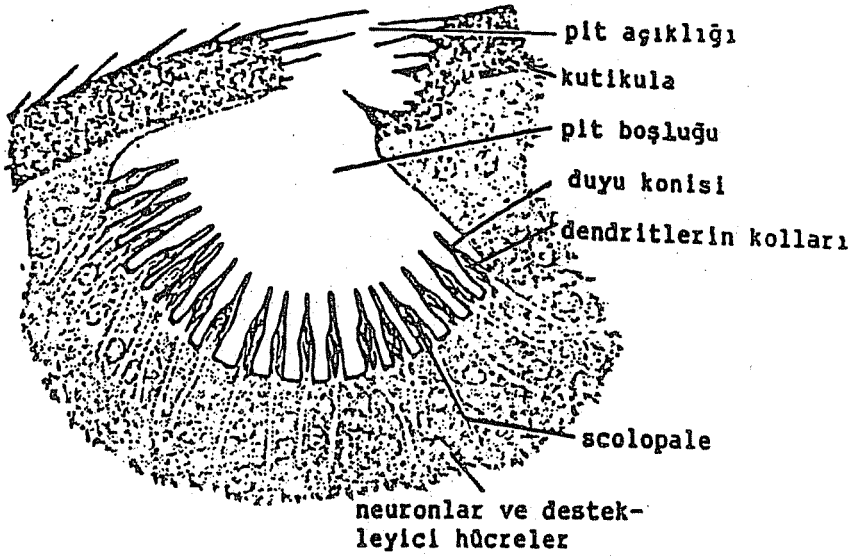
Bunlar kalın duvarlı basiconic sensillumlar şeklinde, ancak kutikula yüzeyinin altındaki bir boşluk içerisine gömülmüş durumdadır. Boşluk yaklaşık 20 mikron çapındadır ve geniş olarak dışarıya açılmaktadır. Her bir sensillum 3 veya 4 neuron içerir. Bu neuronlar sensillumun üst kısmına açılırlar (Şekil 7) (Chapman, 1969).



Şekil 7. Çekirge antenindeki coeloconic sensillumun yapısı (Chapman, 1969).

Bu konu üzerinde yapılan ilk çalışmalarda Coleoptera, Lepidoptera ve Diptera antenlerinde bu tip sensillumların bulunduğu saptanmıştır. *Apis mellifera*'nın antenlerinde yapılan çalışmalar ise antendeki sensilla coeloconica'lardan bazılarının karbondioksit reseptörü olduğunu göstermiştir. Ayrıca *Hippelates*, *Anopheles*, *Bombyx*, *Leucophaea* ve *Lasius* antenlerinde de bu yapılar incelenmiştir (Richards and Davies, 1977).

Ayrıca, sensilla coeloconica'ya benzer, fakat boşluk içerisinde pek çok sensilla içeren yapılar da bulunmaktadır. Bunlar, Cyclorrhapha sineklerinin 3. anten segmentlerinde görülmektedir. Ayrıca lepidopter ve neuropterlerde labial palpus'lar üzerinde bu tip yapılar vardır. *Sarcophaga* erkeklerinde her bir anten üzerinde yaklaşık 50 adet olan bu pitler, dişilerde 250'nin üstündedir. *Phormia*'nın erkeklerinde 9-11 adet, dişilerinde ise 11-16 adet pit vardır. Her bir pitin girişi dikenlerle korunmuştur. Dikenler, pit içerisine toz girmesini önlemektedir. *Sarcophaga*'da pitler daha geniştir ve 200-300 adet duyu sensillası içerir. Antenin median ve dorso-lateral yüzeylerindeki pitler genel olarak 8 mikron boyunda şişe benzeri sensillumlar içermektedir (Şekil 8). Her bir sensillum 2 neuronla ilişkilidir ve neuronların dendritleri kıl benzeri yapıdadır. Dendritler merkezden uzaklaştıkça düzensiz şekilde kollara ayrılır ve bu kollar sensillumun lümenini doldurur (Chapman, 1969).



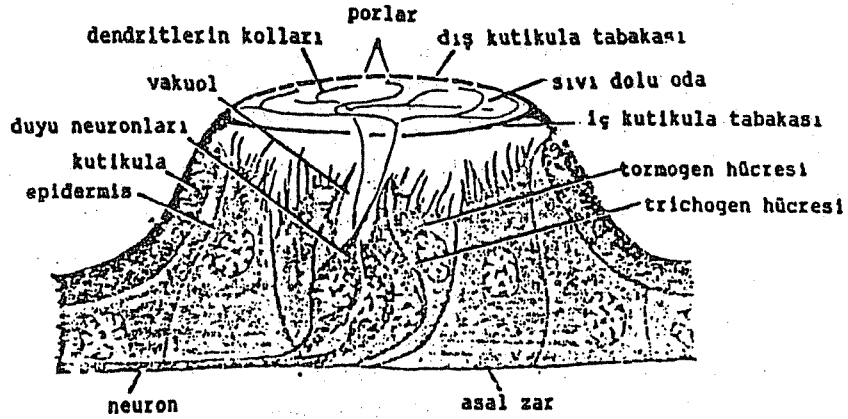
Şekil 8. *Sarcophaga* antenindeki duyu pitinin yapısı (Chapman, 1969).

*Rhodogastria* (Lep., Arctiidae)'nın labial palpuslarının uç kısmı pit şeklinde sensillaya sahiptir. Bu pitler, 150 mikron derinlikte ve 80 mikron genişliktedir. Her bir pit yaklaşık 200 sensilla içerir. Sensillumlar düzgün duvarlı ve yaklaşık 35 mikron uzunluktadır. Bunların kaide kısmı 3.5 mikron çaptadır. Reseptör hücresinin aksonları, deutocerebrumdaki glomeruliye doğru uzanır (Bogner et al., 1986).

*Pieris rapae*'nin labial palpusları, yaklaşık 3 mm uzunluğunda, silindirik bir yapıdadır. Palpusların uç kısmında derin bir pit vardır. Bunlar yaklaşık 30 mikron çapında ve 100 mikron derinliktedir. Pitin alt kısmında, çomak şeklinde yaklaşık 80 adet sensilla bulunmaktadır. Sensillumlar yaklaşık 20 mikron uzunlukta olup, kaide çapı 3.5 mikrondur ve sensillumların yüzeyi olukludur (Lee et al., 1985).

## Sensilla placodea

Bu tip sensillumlar, ince-uzun oval veya dairemsi şekildeki tabak benzeri yapılardır (Richards and Davies, 1977). Yaprakbitlerinin antenlerinin ilk 2 segmentinde görülmekte olan bu sensilla placodea 60-250 mikron çapta ve yaklaşık 0.35 mikron kalınlıktadır. Esas kutikulanın 2 mikron aşağısında ikinci bir kutikula tabakası vardır. Bu iki kutikula tabakası arasında ise sıvı ile dolu küçük boşluklar vardır. Bunların alt kısmında da trichogen hücreler tarafından vakuoller oluşturulmuştur. Her bir sensillum, 12-18 bipolar neuron ile ilişkilidir (Dethier, 1964). Bu neuronlar alt kutikula tabakasının içinde geçerek, kutikulanın üst yüzeyine doğru bölümler halinde uzanır. Sıvı dolu kısımda bunlar, defalarca kollara ayrılırlar ve en ince kolları dış kutikula tabakasındaki porlara uzanırlar (Şekil 9) Chapman, 1969).



Şekil 9. Yaprakbitinin antenindeki sensilla placodea yapısı (Chapman, 1969).

Balarısı anteni, 3.000-30.000 arasında sensilla placodeaya sahiptir (Dethier, 1964). Yapılan araştırmalar, bu tip sensillumların koku algılama ile ilgili olduğunu göstermektedir (Dethier, 1964; Chapman, 1969; Richards and Davies, 1977).

## Interpseudotracheal sensilla

Bunlar *Phormia*'nın labellumunun iç yüzeyinde bulunmakta olup, sayıları 150 kadardır. Interpseudotracheal sensillumlar, yaklaşık 10 mikron uzunlukta olup, geniş bir kaide üzerinde bulunmaktadır. Sensillumun lümeni, trichogen hücresinin vakuolünün bir uzantısını içerir. Ayrıca 4 adet neurdan çıkan dendritler, scolopalenin içinden geçer ve sensillumun uç kısmından dışarı açılır (Chapman, 1969).

## Sonuç

Böceklerde bulunan kemoreseptörlerin incelenmesiyle bunların hangi maddelere

duyarlı oldukları belirlenebilmektedir. Böylece, özellikle biyoteknik yöntemlerde ele alınan atraktant ve repellentlerin etki yerleri ve etki mekanizması açıklanabilecektir.

## Özet

Kemoreseptör olarak adlandırılan, kimyasal maddelere duyarlı hücrelerin böceklerde buldukları yerler ve yapıları ele alınarak bir derleme haline getirilmiştir. Bunlar, basit yapılı duyu hücrelerinden veya gruplarından oluşmuş olup, bu yapılara sensillum (sensilla) adı verilmiştir. Sensillumlar, kıl veya koni şeklinde, bir çukura batık durumda veya levha ile kaplı durumda olabilir. Böceklerin ovipozitör, tarsus, anten, ağız parçaları, kanat gibi kısımlarında bulunabilmektedirler.

## Literatür

- Anderson, P. and E. Hallberg, 1990. Structure and distribution of tactile and bimodal taste/tactile sensilla on the ovipositor, tarsi and antennae of the flour moth, *Ephesia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). *Int. J. Insect Morphol. and Embryol.*, 19 (1): 13-23.
- Bogner, F., M. Boppre, K. D. Ernst and J. Boeckh, 1986. CO<sub>2</sub> sensitive receptors on labial palps of *Rhodogastria* moths (Lepidoptera: Arctiidae): Physiology fine structure and central projection. *J. Comp. Physiol. A*, 158: 741-749.
- Chapman, R.F., 1969. The Insects: Structure and Function. English Univ. Press, London. 818s.
- Dethier, V. G., 1964. Chemoreception. In "The physiology of insect senses". Dethier, V.G. (Ed.). 112-155.
- Düzgüneş, Z. 1975. Arthropoda Morfolojisi. (Ders Notları). 220 s.
- Hodgson, E. S., 1964. Chemoreception. In "The physiology of insecta". Rockstein, M. (Ed.). Academic Press, New York. 363-396.
- Lee, J.K., R. Selzer and H. Altner, 1985. Lamellated outer dendritic segments of a chemoreceptor within wall-pore sensilla in the labial palp-pit organ of the butterfly, *Pieris rapae* L. (Insecta, Lepidoptera). *Cell Tissue Res.*, 240: 333-342.
- Mc Iver, S. and R. Siemicki, 1984. Fine structure of pegs on the maxillary palps of adult *Toxorhynchites brevipalpis* Theobald (Diptera: Culicidae). *Int. J. Insect Morphol. and Embryol.*, 13 (1): 11-20.
- Morita, H. and A. Shiraishi, 1985. Chemoreception Physiology. In "Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology". Kerkut, G.A. and Gilbert, L. I. (Eds.). Pergamon Press, Oxford, 133-170.
- Richards, O. W. and R.G. Davies, 1977. Imm's General Textbook of Entomology. A Halsted Press Book, New York, 418 s.
- Ritcey, G.M. and S. B. Mc Iver, 1990. External morphology of antennal sensilla of four species of adult flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae: Alticinae). *Int. J. Insect Morphol. and Embryol.*, 19 (2): 141-153.
- Roessingh, P., 1989. An Electrophysiological Survey of Chemoreceptors on the Maxillary Palps of *Yponomeuta cagnagellus* larvae. In "In trail marking and following by larvae of the small ermine moth *Yponomeuta cagnagellus*". Roessingh, P. (Ed.). 59-83.
- Schoonhoven, L. M., 1990. Host-marking pheromones in Lepidoptera, with special reference to two *Pieris* spp. *J. Chem. Ecol.*, 16 (11): 3043-3052.
- Schoonhoven, L. M. and F. Blom, 1988. Chemoreception and feeding behaviour in a caterpillar: Towards a model of brain functioning in insect. *Entomol. exp. appl.*, 49: 123-129.

- Selzer, R., 1984. On the specificities of antennal olfactory receptor cells of *Periplaneta americana*. *Chemical Senses*, 8: 375-395.
- Van Loon, J. J. A and M.M.M. van Meer, 1991. Chemosensory perception of leaf surface chemicals by ovipositing *Pieris brassicae* L. butterflies. *Proc. Exper. Appl. Entomol.*, 2: 56-61.