

## Absisik Asit Uygulanmış *Locusta migratoria* L. (Orthoptera)'da A-tip Nörosekresyon Hücrelerinin İnce Yapısı

Önder DEVECİ

Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Bornova, İzmir-TURKIYE

Geliş Tarihi: 02.05.1997

**Özet:** A-tip nörosekresyon hücrelerinin ince yapısı, soliter fazdaki *Locusta migratoria*'nın ergin erkeklerinde araştırılmıştır. Hücreler gliyal hücre uzantılarıyla sarılıdır ve 257 nm ortalama çaptaki elektronca yoğun granüller içerirler. Granüllerin çoğu ovaldır ancak bazıları yuvarlaktır. Kontrol grubu böceklerde, granüllü endoplazmik retikulum zarlarının düzenli dar kanalları hücrelerin periferal kısımlarında belirgindir. Golgi kompleksleri vakuol ve veziküllerinde elektronca yoğun materyal ile gözlenmiştir. Hücrelerde, depolanmış granüllerin sayıları bol değildir ve geniş boş alanlar gözlenmiştir. Absisik asit uygulanmış böceklerde, paralel zarlarında, veziküllerinde ve vakuollerinde elektronca yoğun materyali ile birlikte iyi gelişmiş Golgi komplekslerinin sayısı artmıştır. Çok sayıda granüllü endoplazmik retikulum kanalları çoğunlukla nukleus etrafında düzenli zarlar şeklinde bulunmuştur. Bol nörosekresyon granülleri hücrelerin her yerine dağılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Nörosekresyon hücreleri, Absisik asit, İnce yapı, *Locusta migratoria*.

### Fine Structure of A-type Neurosecretory Cells in Abscisic Acid Treated *Locusta migratoria* L. (Orthoptera)

**Abstract:** Fine structure of A-type neurosecretory cells was investigated in the adult males of *Locusta migratoria* in solitary phase. The cells were surrounded by glial cell processes and contained electron dense granules of 257 nm in an average diameter. Most of the granules were elongated but some were spherical. In control group insects, regular narrow channels of rough surfaced endoplasmic reticulum were evident in the peripheral parts of the cells. Golgi complexes were observed with electron dense material within its vacuoles and vesicles. The number of stored granules were not abundant and large empty areas were observed in the cells. In abscisic acid treated insects, the number of well developed Golgi complexes together with electron dense material within the parallel membranes, vesicles and vacuoles was increased. A number of rough surfaced endoplasmic reticulum channels were found mostly around the nucleus as ordered membranes. Abundant neurosecretory granules were scattered through the cells.

**Key Words:** Neurosecretory cells, Abscisic acid, Fine structure, *Locusta migratoria*.

## Giriş

Salgın (epidemi) meydana getirebilme özelliğine sahip çekirge türleri ve yaptıkları zararlar çok eski devirlerden beri bilinmektedir (1). Tek tek yaşayan soliter faz ve popülasyon yoğunlukları aşırı boyutlarda artarak sürüler oluşturan gregar faz olmak üzere iki ayrı fazda bulunabilen (2, 3) bu tür çekirgelerde sayısal artışın nedenleri, sürekli bir araştırma konusu olmuştur. Bir fazdan diğerine geçişte yani faz değişikliğinde çeşitli faktörler rol oynar. Sıcaklık, nem, ışık, CO<sub>2</sub> gibi ekolojik faktörlerin (4-13) yanısıra, feromonlar (14-17) ve özellikle endokrin sistem hormonları (18, 19) önemlidir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarla, böceklerde ve özellikle salgın oluşturan çekirgelerde, beslenme yolu ile alınan bazı bitki büyüme hormonlarının böcek biyolojisindeki etkilerine dikkatler çekilmiştir (20-25). Bu etkinin daha çok gelişme, çoğalma ve canlı kalma üzerinde olumlu etkiler yaratması (23, 25, 26), salgın yapan çekirgelerde aşırı çoğalmanın, beslendikleri bitkilerde bulunan hormonlarla ilişkili olabileceğini düşündürmüştür (27). *Locusta migratoria*' da besin yoluyla verilen indol asetik asit, giberellik asit, kinetin ve absisik asit (ABA) gibi çeşitli bitki büyüme hormonlarından özellikle absisik asitin morfometrik karakterler, yumurta sayısı ve açılımına etki ederek faz değişiminde rol oynayabileceği (27) gösterilmiştir.

Böceklerde genel olarak oogeneze gerekli protein yapımında (28, 29), metamorfoz, eşeyssel gelişme, genital aktivite ve yumurtlamada (30-32) doğrudan etkili olan, beynin pars interserebralis (PIC) bölgesinde yer alan A-tip nörosekresyon hücrelerinin faz ile ilişkileri araştırılmış, *L.migratoria*'nın gerek ergin dişilerinde (33) gerekse ergin erkeklerinde (34), izole yetiştirilenlerde (soliter faz) grup yetiştirilenlere (gregar faz) oranla daha iri oldukları, istatistiksel olarak gösterilmiştir.

*L. migratoria*'da gerek corpus allatumların istatistik ve ince yapı seviyesinde araştırılması (35), gerekse beynin PIC bölgesindeki nörosekresyon hücrelerinin istatistiksel analizleri (33, 34) sonucunda, ABA'nın hücrel aktiviteyi arttırarak endokrin sistem üzerine etkili olduğu ortaya konmuştur.

Bu bilgilerin ışığı altında çalışmanın amacı, daha önce istatistik bulgularla saptanmış olan (34) ABA'nın, ergin erkek *L.migratoria*'nın A-tip nörosekresyon hücrelerindeki aktivite artırıcı etkisinin, ince yapı düzeyinde gösterilmesidir.

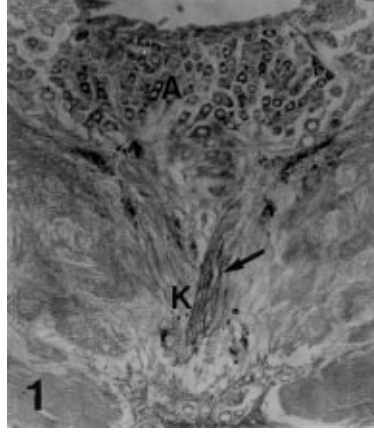
## Materyal ve Yöntem

Çalışma materyali soliter fazdaki *L.migratoria*, laboratuvar koşullarında 29±1°C sıcaklık ve %40 orantılı nemde, 14 saat aydınlık, 10 saat karanlık fotoperiyodunda kültüre edilmiştir. Elde edilen yumurtalardan çıkan nimfler 1.evreden başlamak üzere, birbirlerinden görme ve temas makımından izole edilmek amacıyla tek tek 1 litrelik küçük asetat kafeslere alınmış ve kafes aralarına karton levhalar yerleştirilmiştir. Nimfler ergin oluncaya kadar taze buğday yapraklarıyla beslenmişlerdir. Ergine geçişten 24 saat sonra deneyler başlatılmış; proteinler, karbohidratlar, yağ asitleri, vitaminler, tuzlar ve selüloza ilaveten kurutulup öğütülmüş buğday yaprakları içeren sentetik besinle beslenen kontrol grubu ile sentetik besine 50 ppm'lik hormon karıştırılarak hazırlanan ABA50 grubu oluşturulmuştur. Bu gruplara ait ergin erkek çekirgelerin beyinleri, deney başlanğıcından 23 gün sonra stereo mikroskop altında çıkartılarak, ışık mikroskobu (IM) için Bouin, elektron mikroskobu (EM) için önce Karnovsky (36) ve ardından da fosfat tamponlu

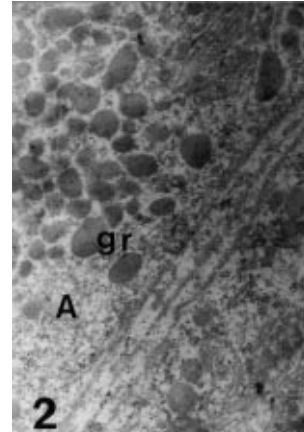
$OsO_4$  (37) ile iki defa tespit edilmişler, suyunu çekme ve şeffaflaştırmadan sonra IM için parafine, EM için ise Epon 812 ye gömülmüşlerdir. IM için hazırlanan parafin bloklarından alınan 6  $\mu m$  lik seri kesitler, nörosekresyon materyali için özel boyalardan biri olan Paraldehit fuksin (PAF) (38) ile boyanarak binoküler mikroskopta incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir. EM için hazırlanan epon bloklardan alınan ince kesitler uranil asetat ve kurşun sitrat (39) ile boyanarak Jeol 100C elektron mikroskobunda incelenmiş ve mikrografları alınmıştır.

### Bulgular

Beynin PIC bölgesinde yer alan nörosekresyon hücreleri, protoserebrumun birleşme yeri olan orta çizginin her iki yanında geniş bir grup oluştururlar. PAF ile yapılan boyamalarda A-tip hücreler, çok koyu boyanmış materyal içerdikleri için kolaylıkla ayırd edilirler (Şekil 1). Hücrelerin aksonları her iki tarafta oldukça kalın birer demet oluştururlar ve birçoğu koyu nörosekresyon granülleri içerir (Şekil 1).



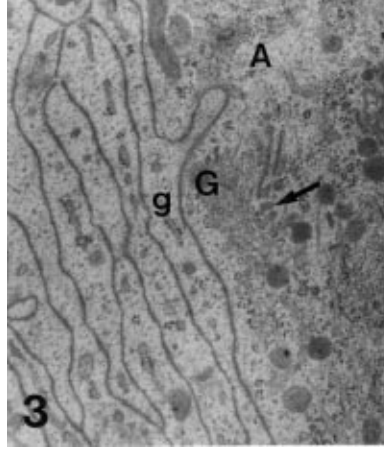
Şekil 1. *L. migratoria*'nın erkeklerinde PIC nörosekresyon hücreleri. A, A-tip hücreler, çapraz yapan akson demetleri (K) içinde nörosekresyon materyali ( $\rightarrow$ ). PAF, x 159.



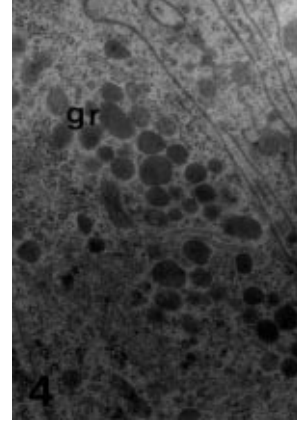
Şekil 2. Sentetik besinle beslenen kontrol grubuna ait böceklerde gliya hücre uzantılarıyla ayrılan nörosekresyon hücreleri. A, elektronca daha yoğun granüller (gr) içeren A-tip nörosekresyon hücresi. x 25.000.

Elektron mikroskobu incelemelerinde, nörosekresyon hücrelerinin değişen sayıda gliya hücre uzantılarıyla sarılı olduğu görülür (Şekil 2, 3). A-tipi nörosekresyon hücreleri diğer nörosekresyon hücrelerinden elektronca yoğun ve çoğunlukla oval nörosekresyon granülleri içermeleriyle ayrılırlar (Şekil 2). Granül materyali homojen bir iç yapı gösterir (Şekil 4). Granüllerin çapları 180 ile 390 nm arasında değişir.

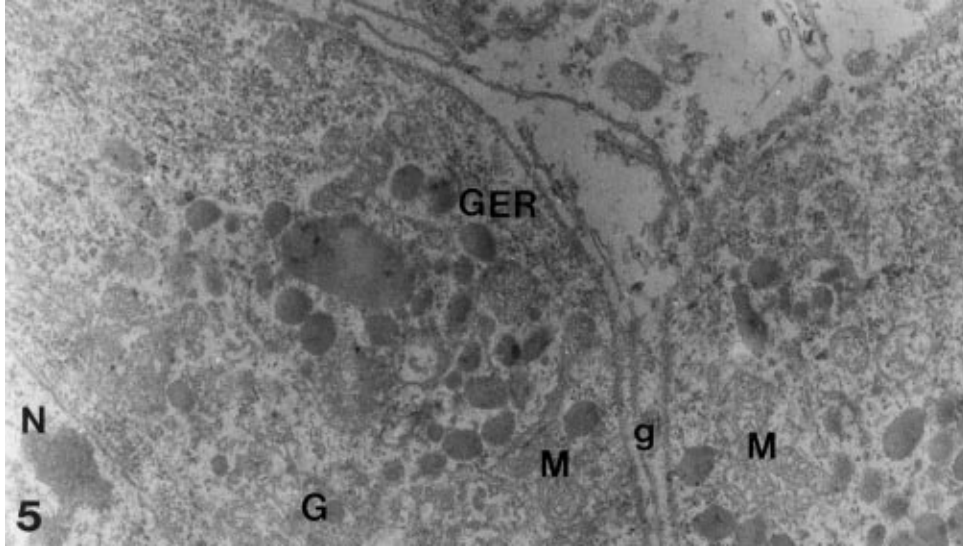
Kontrol grubuna ait soliter fazdaki ergin erkek çekirgelerde, A-tip hücre sitoplazmasında granüllü endoplazmik retikulum zarları dar kanallar şeklindedir. Nükleus çevresinde az sayıda düzgün sıralar oluştururlar. Golgi vakuolleri içinde şekillenmekte olan nörosekresyon granülleri görülür. Granüller hücrede değişik irilikte az sayıda gruplar oluşturarak dağılırlar. Mitokondriyumların matriksleri elektronca az yoğundur (Şekil 5).



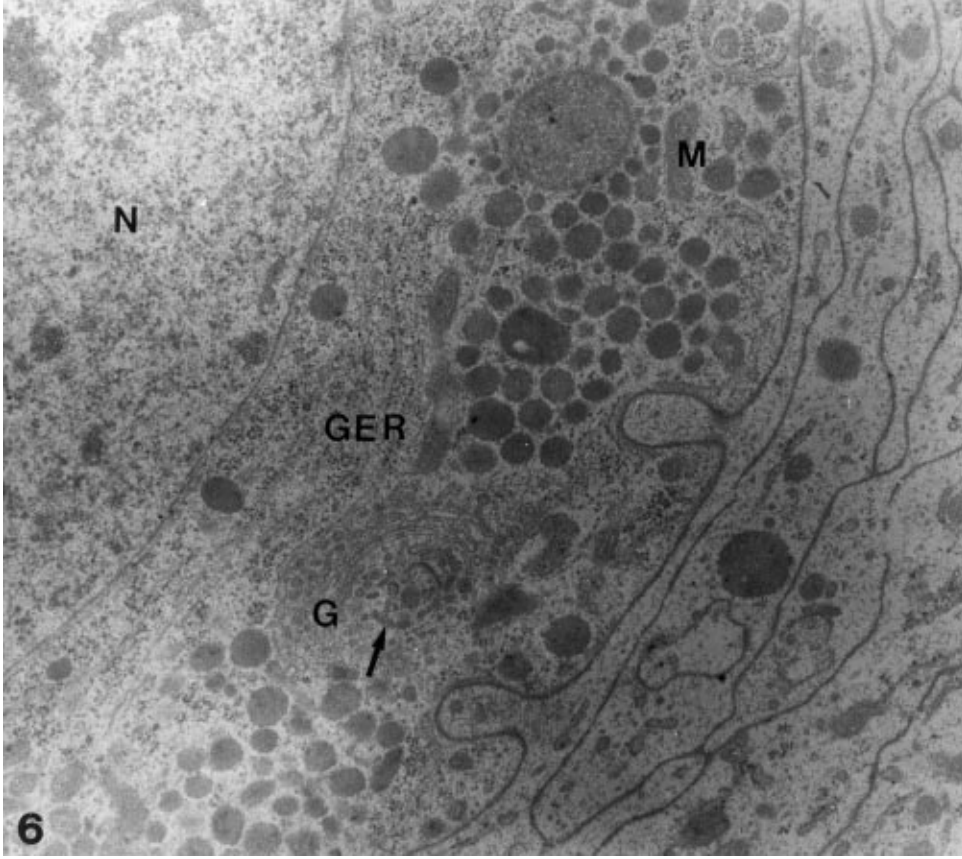
Şekil 3. Sentetik besine 50 ppm ABA eklenmiş uygulama grubuna ait çok sayıda gliyal hücre (g) uzantılarıyla sarılı bir A-tip hücre (A). Golgi (G) alanında paralel zarların elektronca yoğun materyalle (→) dolu olduğu görülür. x 25.000



Şekil 4. ABA uygulanmış böcekte A-tip hücrede homojen iç materyale sahip çoğu oval nörosekresyon granülleri (gr). x 25.000



Şekil 5. Sentetik besinle yetiştirilen kontrol grubuna ait gliyal hücre (g) uzantılarıyla ayrılmış iki A-tip hücreden birer kısım. N, nukleus; GER, granüllü endoplazmik retikulum zarları; G, Golgi sahası; M, mitokondrium. x 30.000



Şekil 6. Sentetik besinle 50 ppm ABA eklenmiş uygulama grubuna ait A-tip hücrede bir kısım. N, nukleus; GER, granüllü endoplazmik retikulum zarları; G, gelişmiş ve paralel zarlarıyla keseleri (A) elektronca yoğun materyal içeren gelişmiş bir Golgi sahası; M, mitokondrium. x 30.000.

ABA uygulanmış soliter fazdaki ergin erkek çekirgelerde, A-tip hücrelerin sitoplazmasında elektronca yoğun salgı granüllerinin oluşturduğu gruplar daha geniş alanlar kaplar (Şekil 6). Granüllü endoplazmik retikulum zarları nukleus çevresinde daha uzun düzgün sıralar oluşturur. Golgi organelinde paralel zarların ve keseciklerin sayısı artmıştır. İçlerinde elektronca yoğun materyal biriktiği görülür. Mitokondriumların matriksi elektronca daha yoğundur.

Kontrol çekirgelerdeki hücrelerle karşılaştırıldığında, ABA uygulanmış çekirgelerde daha çok sayıda gelişmiş ve granül şekillenmesi bakımından aktif Golgi organelleri bulunur. Ek olarak daha bol nörosekresyon granülleri ile düzgün sıralı daha bol granüllü endoplazmik retikulum zarlarının da birlikte bulunuşu, bu hücrelerin daha aktif olduğunu işaret eder.

## Tartışma ve Sonuç

Böceklerde beynin PIC bölgesinde yer alan nörosekresyon hücreleri, IM seviyesinde, boyanma özellikleri, büyüklük, yerleşim yerleri ve şekillerine göre çeşitli tiplere ayrılırlar (30, 40-53). A-tip hücreler PAF ile koyu mor boyandıklarından kolaylıkla ayırdedilirler (28-34). Nörosekresyon granüllerini taşıyan aksonların iki grup halinde aşağıya doğru inerek, beynin ventralinde bir çapraz (kiazma) oluşturduğu, pek çok böcekte (46, 51, 54) gösterilmiştir.

Nörosekresyon hücreleri, bir gliyal kılıf ile sarılıdır (30, 46). Çok sayıda katlanmalar yaparak, nörosekresyon hücrelerinin içlerine kadar sokulan bu kılıflar glikojen ve yağ içererek (55, 56) nörosekresyon hücrelerine çok yönlü yardımcı olurlar (30, 46).

Nörosekresyon hücrelerine ait salgı granüllerinin morfolojisi çeşitli böceklerde (44, 46, 57, 58) olduğu gibi, *L.migratoria*'da (30, 47, 59, 60) da incelenmiştir. Bu granüllerin çapları, elektron yoğunlukları ve şekillerinin farklılıklarına bakılarak ince yapı seviyesinde çeşitli tiplere ayrılırlar (30, 44, 46, 55-64). *L.migratoria*'da A-tip hücelere ait, elektronca yoğun, yuvarlak ve oval şekilli olan granül çaplarının 2000-3000 Å (30, 65), 2000-2500 Å (60), 100-300 nm (53) arasında değiştiği gösterilmiştir. *L.migratoria*'nın ergin erkeklerindeki ölçümler sonucu alınan uzun çap ortalamaları, bu çalışmalarda verilmiş olan sınırlar içinde yer almaktadır.

Nörosekresyon granüllerinin şekillenmesinde rol oynayan granüllü endoplazmik retikulum zarları (66-68), Golgi alanlarının morfolojileri ve sayıları (69, 70), nörosekresyon granül yoğunluğu ve granül gruplarının artışı (55, 56), mitokondrium matriksinin elektronca daha yoğun olması (71-74), hücre aktivitesini gösteren kriterlerdir. ABA uygulanmış grupların A-tip hücrelerinde görülen uzun ve düzgün sıralar şeklindeki granüllü endoplazmik retikulum zarları, gelişmiş paralel zarları ve kesecikleriyle çok sayıdaki Golgi organelleri, tüm hücreye dağılmış bol nörosekresyon granülleri ve elektronca daha yoğun matrikse sahip mitokondriumları ile, bu hücrelerin kontrol gruplarına oranla daha aktif olduğunu gösterir.

ABA uygulanmış ergin *L.migratoria*'nın aktif corpus allatuumlarında, çok sayıda gelişmiş granüllü ve granülsüz endoplazmik retikulum zarları, geniş sahalarda yayılan gelişmiş Golgi kesecikleri, çok sayıda mitokondriumların varlığı (35) bu sonuçları desteklemektedir.

Sonuç olarak *L.migratoria*'da besin yoluyla verilen ABA'nın A-tip nörosekresyon hücrelerinde aktivite arttırıcı etkiye sahip olduğu ince yapı düzeyinde gösterilmiştir. Daha önceki sonuçlarla (27, 33-35) birlikte bu sonuç, *L.migratoria* ve olasılıkla salgın oluşturan diğer lokustlarda çok zarar yapmayan soliter fazdan, büyük zararlara yol açan gregar faza dönüşüm mekanizmasında besin yoluyla alınan ABA'nın etkili olabileceğini işaret etmektedir.

## Kaynaklar

1. Lodos, N., Türkiye Entomolojisi I, İzmir, 1983 Eger Üniv. Matbassı, 364 sayfa.
2. Albrecht, F. O., Blackith, R. E., Phase and moulting polymorphism in locusts, Reprinted from Evolution, XI (2) 166-177, 1957.
3. Uvarov, B., Grasshoppers and Locusts. Vol. I, London, 1966 Anti-Locust Research Centre, 481 sayfa.

4. Goodwin, T. J., Biochemistry of Locusts. 7. A note on the effect of breeding temperature on the carotenoid content of locusts (The African migratory locust, *Locusta migratoria migratorioides* R. and F. and the desert locust, *Schistocerca gregaria*, Forsk.). *Biochem. J.*, 49 (1), 86-87, 1951.
5. Albrecht, F.O., Some physiological and ecological aspects of locust phases, *Trans. R.Ent. Soc. Lond.* 114, Pt:11, 335-375, 1962.
6. Albrecht, F.O., Etude hygrometrique, coloration et resistance ches l'imago de *Locusta migratoria migratorioides* (R. et F.), *Experientia*, 20 (97), 1-3, 1964.
7. Cassier, P., La reproduction des insectes et la regulation de l'active des corps allates, *Ann. Biol.*, 6 (11-12), 595-670, 1967.
8. Perez, L., Verdier, M., Pener, M. P., The effect of photoperiod on male sexual behaviour in a north Adriatic strain of the migratory locust, *Ent. exp. & appl.* 14, 245-250, 1971.
9. Joly, P., Environmental regulation of the endocrine activity of Acridids, *Gen. Comp. Endocrinol.*, Supp. 3, 459-465, 1972.
10. Nicolas, G., Evolution vers le type solitaire chez le criquet gregair, *Locusta migratoria cinerascens* (Fab.), soumis a l'action periodique du gaz carbonique, *Acrida*, 1 (2), 97-110, 1972.
11. Denis, J. B., Nicolas, G., Fuzeau-Braesch, S., Etude morphometrique du polymorphisme phasaire chez la locuste migratrice *Locusta migratoria cinerascens* (Fab.): densite et facteurs climatiques, *Acrida*, 5, 225-243, 1976.
12. Albrecht, F. O., Lauga, J., Influence du photoperiodisme et de la temperature d'elevage sur la morphologie et la phase de *Locusta mirgatoria migratorioides* (R.et F.) (Orthopteres, Acridiens) *C. R. Acad. Sc. Paris, Serie D*, t. 296, 1799-1801, 1978.
13. Albrecht, F.O., Lauga, J., Effets de la photoperiode et de l'humidite sur le polymorphisme de *Locusta migratoria migratorioides* (R.et F.) (Orthopteres, Acridiens) eleve en isolement: morphometrique des solitaires verts et bruns, *C.R. Acad. Sc. Paris, Serie D*, t 289, 753-755, 1979.
14. Nolte, D.J., A pheromone for melanization of locust. *Nature* 200: 660-661, 1963.
15. Nolte, D.J., Locustol and its analogues, *J. insect Physiol.*, 22, 833-838, 1976.
16. Gillett, S. D., Packham, J. M., Papworth, J., Possible pheromonal effects on aggregation and dispersion in the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Forsk.), *Acrida*, 5 (4), 287-297, 1976.
17. Gillett, S.D., Phillips, M. L., Faeces as a source of a locust gregarisation stimulus, Effects on social aggregation and on cuticular colour of nymphs of the desert locust, *Schistocerca greagaria* (=Forsk.), *Acrida*, 6 (4), 279-286, 1977.
18. Pener, M. P., Endocrine aspects of phase polymorphism in locusts, *Endocrinology of Insects*, edited by R.G.H. Downer and H. Laufer, 379-394., 1983.
19. Pener, M. P., Locust phase polymorphism and its endocrine relations, *Adv. Insect Physiol.*, 23, 1-79, 1991.
20. Eidt, D. C., Little, C. H.A., Insect control by artificial prolonging plant dormancy. A new approach. *Can. Entomol.*, 100 :1278-1279, 1968.

21. Eidt, D. C., Little C.H.A., Insect control through induced host-insect asynchrony: A progress report. J. Econ. Entomol., 63, 1966-1968, 1970.
22. Visscher, S. N., Regulation of grasshopper fecundity, longevity and egg viability by plant growth hormones, *Experientia*, 36, 130-131, 1980.
23. Visscher, S. N., Special report dietary plant growth hormones affect. Insect growth and reproduction-bulletin of the plant growth regulator. Soc. America, 11 (4): 4-6, 1983a.
24. Visscher, S. N., Effects of Abscisic Acid in Animal Growth and reproduction, In: Abscisic Acid Edited by F.T. Addicott, 553-579. Praeger Scientific, New York, 1983b.
25. Yücel, F., Bitki büyüme regülatörü ABA'nın karaçekirge (*Melanogryllus desertus* Pall.)'de gelişme, fekundite ve yumurta açılımı üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Fak., 1986.
26. Scheurer, S., The influence of phytohormones and growth regulating substances on insect development processes. in T. Jermy (ed.), The Host-Plant in Relation to insect Behaviour and reproduction. *Sym. biol. hung.*, 16: 255-259. Plenum Press, New York, 1976.
27. Visscher, S. N., Geldiay, S., Deveci, Ö., Dietary plant growth hormones in the growth and reproductive success of *Locusta migratoria* (L.), A.I.D. Project, 1990.
28. Girardie, A., Controle de l'activite genitale chez *Locusta migratoria*. Mise en evidence d'un facteur gonadotrope et d'un facteur allatotrope dans la pars intercerebralis, *Soc. Zool. de France*, 91 (3), 423-439, 1966.
29. Girardie, a., Hormone et mecanismes endocrines controlant l'activite genitale de *Locusta migratoria* (Orthoptere). *Arch. zool. Exp. Gen.* 112: 635-648, 1971.
30. Girardie, A., Girardie, J., Etude histologique, histochimique et ultrastructurale de la pars intercerebralis chez *Locusta migratoria* L. (Orthoptere), *Z. Zellforsch.*, 78, 54-75, 1967.
31. Girardie, A., Girardie, J. Endocrinologie et gregarisme chez les Acridiens. II. Le cerveau, *Annales d'Endocrinologie (Paris)*, 37, 527-528, 1976.
32. Girardie, A., Joly, P., Mecanisme physiologique de l'effet de groupe chez les Acridiens, *Coll. Int. C.N.R.S. Paris*, 173, 127-145, 1967.
33. Deveci, R., *Locusta migratoria cinerascens* (Fab.) (Orthoptera: Acrididae)'in beyin nörosekresyon hücreleri üzerine bitki büyüme regülatörü absisik asit (ABA)'in etkileri. Yüksek lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bil. Enst., 1991.
34. Deveci, Ö., İzole ve Grup Yetiştirilen *Locusta migratoria* (Orthoptera)'nın Ergin Erkeklerinde A-Tip Nörosekresyon Hücreleri Üzerine Absisik asitin Etkileri. *Gazi Üniv. Fen-Ed. Fak. Fen Bilimleri Dergisi*, 6: 89-102 1996.
35. Deveci, Ö., *Locusta migratoria cinerascens* (Fab.) (Orthoptera: Acrididae)'in erginlerinde corpora allata ve faz değişimi üzerine bitki büyüme regülatörü absisik asitin etkileri, Doktora Tezi, Ege Üniv. Fen Bil. Enst., 1992.
36. Karnovsky, M. J., A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. *J. Cell. Biol.*, 27, 137A-138B, 1965.
37. Millonig, G., Advantages of a phosphate buffer for OsO4 solution in fixation. *J. Appl Phys.*, 32, 1637, 1961.
38. Humason, G. L., *Animal Tissue Techniques*, San Francisco, 1962. W. H. Freeman and Company.



39. Reynolds, E. S., The use of lead citrate at high pH as an electron opaque stain in electron microscopy. *J. Cell Biol.*, 17:208-212, 1963.
40. Özbaş, S., Two kinds of secretion in corpora cardiaca of *Locusta migratoria* (L.) Ph. solitaria (Orthoptera: Acrididae). *Commun. Fac. Sci. Univ. Ankara*. 8:45-57., 1957.
41. Highnam, K. C., Induced changes in the amounts of material in the neurosecretory system of the desert locust. *nature*, 191 (4784):199-200., 1961.
42. Geldiay, S., *Blaberus craniifer* Burm. ve *Priplaneta americana* L.'nin neurosecretion'u üzerine histofizyolojik araştırmalar. *Ege Ünive. Fen Fak. İlimi Rap. serisi*, No:3, 43s., 1962.
43. Thomsen, M., Neurosecretory System of the adult *Calliphora erythrocephala*, II. Histology of the Neurosecretory Cells of the Brain and Some related Structures. *Z. Zellforsch.* 67:693-717, 1965.
44. Bassurmanova, O. K. and Panov, A. A., Structure of the neurosecretory system in Lepidoptera light and electron microscopy of type A-neurosecretory cells in the brain of normal and starved larvae of the silkworm *Bombyx mori*. *Gen Comp Endocrinol* 9:245-262, 1967.
45. Prento, P., Histochemistry of neurosecretion in the pars intercerebralis corpus cardiacum system of the desert locust *Schistocerca gregaria*. *Gen. Comp. endocrinol.* 18:482-500, 1972.
46. Geldiay, S. and Edwards, J. S., The protocerebral neurosecretory system and associated cerebral neurohemal area of *Acheta domesticus*. *Z. Zellforsch.* 145:1-22, 1973.
47. Girardie, J., Aspects histologique, histochimique et ultrastructural des pericaryones neurosecreteurs lateraux du protocebron de *Locusta migratoria migratorioides* (Insecte:Orthoptere). *Z. Zellforsch.* 141, 75-91, 1973.
48. Panov, A. A. and Davydova, E. D., Medial neurosecretory cells in the brain of Mecoptera and Neuropteroidea (Insecta). *Zool. Anz.* 197 (3/4): 187-206, 1976.
49. Rowell, H. F., The Cells of the Insect Neurosecretory System:Constancy, Variability, and the Concept of the Unique Identifiable Neuron. *Insect Physiol.* 12:63-123, 1976.
50. Gabbay, S. and Warburg, M. R., The Diversity of Neurosecretory Cell Types in the Cave Tick *Ornithodoros tholozani* J. *Morphol.* 153 (3):371-385, 1977.
51. Panov, A. A., Neurosecretory cells in the pars intercerebralis of Orthoptera. *Zool. Anz. Jena*, 201 (1-2): 49-63., 1978.
52. Esendal, Ü., *Melanogryllus desertus*, Pall. (Karaçekirge)'da ovarium gelişmesinin nöroendokrin kontrolü. Doktora tezi, 1979.
53. Raabe, M., The neurosecretory-neurohaemal system of insects: anatomical, structure and physiological data, *Adv. Insect Physiol.*, 17, 205-303, 1986.
54. Highnam, K. C. and West, M. W., The neuropilar neurosecretory reservoir of *Locusta migratoria migratorioides* R.&F., *Gen. Comp. Endocrinol.*, 16: 574-585., 1971.
55. Karaçalı, S., Light and electron microscopic observations on the brain and retrocerebral endocrine glands of *Galleria mellonella* (L.) during metamorphosis. Faculty of Science. Ege University, No. 217, 1976.

56. Karaçalı, S. and Geldiay, S., The Neurosecretory System of the Adult *Melanogryllus desertus* Pall. (Orthoptera, Gryllidae), I. Ultrastructural Study of the Median Neurosecretory Cells in the Brain, *Cell Tissue Res.* 211, 223-234, 1980.
57. Morris, G. P. and Steel, C. G. H., Ultrastructure of neurosecretory cells in the pars intercerebralis of *Rhodnius prolixus* (Hemiptera). *Tissue Cell* 7: 73-90, 1975.
58. Borg, T. K. and Bell, R. A., Ultrastructure of the neurosecretory cells in the brain of diapausing pupae of the tobacco hornworm, *Manduca sexta* (L.) *Tissue and Cell*, 9 (3): 567-574, 1977.
59. Girardie, J., Girardie, A., Histophysiologie. Mis en evidence d'une activite neurosecretrice des cellules C de la pars intercerebralis de *Locusta migratoria L.* par etude comporaive histologique et ultrastructurale., *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 263, p.1119-1122, 1966.
60. Cassier, P., Fain-Maurel, M. A., Contribution a l'etude infrastructurale du systeme neurosecreteur retrocerebral chez *Locusta migratoria migratorioides* (R.et F.) II. Les transit des neurosecretions. *Z. Zellforsch.*, 111: 483-492., 1970.
61. Scharrer, B., Weitzman, M., Neurosecretion in invertebrates: Current problems in invertebrate neurosecretion. In: W. Bargmann, B. Scharrer (eds) *Aspects of Neuroendocrinology*. Springer-Verlag, Berlin, pp 1-23, 1970.
62. Schooneveld, H., Ultrastructure of the neurosecretory system of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say). II. Pathways of axonal secretion transport and innervation of neurosecretory cells. *Cell Tissue Res.* 154:289-301, 1974.
63. Normann, T. C., Neurosecretion by exocytosis. *Int. Rev. Cytol.* 46: 1-77, 1976.
64. Berling, A., Cellular dynamics in invertebrate neurosecretory systems. *Int. rev. Cytol.* 49:172-251, 1977.
65. Girardie, J., Girardie, A., Evolution de la radioactivite des cellules neurosecretrices de la pars intercerebralis chez *Locusta migratoria migratorioides* (Insecte Orthoptere) apres injection de cysteine S35. Etude autoradiographique aux microscopes optique et electronique. *Z. Zellforsch.* 128:212-226, 1972.
66. Scharrer, B., Histophysiological studies on corpus allatum of *Leucophaea maderae* IV. Ultrastructure during normal activity cycle. *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.* 62:125-148., 1964.
67. Waku, Y. and Gilbert, L. I., The Corpora Allata of the Silkworm, *Hyalophora cecropia*: an ultrastructural study. *J. Morph.* 115 (1):69-96, 1964.
68. Slama, K., Romanuk, M. and Sorm, F., *Insect Hormones and Bioanalogues*. Springer-Verlag, Wien and New York., 1974.
69. Odhiambo, T. R., Ultrastructure of the development of the corpus allatum in the adult male of the desert locust. *J. Insect Physiol.* 12:995-1002, 1966c.
70. Tobe, S. S. and Saleuddin, A. S. M., Ultrastructural localization of juvenile hormone biosynthesis by insect copora allata. *Cell Tiss. Res.* 183: 25-32, 1977.
71. Panov, A. A., Bassurmanova, O. K., Fine structure of the gland cells in inactive and active corpus allatum of the bug, *Eurygaster integriceps*, *J. Insect Physiol.* 16, 1265-1281, 1970.
72. Karaçalı, S., *Spodoptera littoralis* Bois (Noctuidae) ve *Pieris brassicae L.* (Pieridae)'nın protorasik bezlerinde son larval devre boyunca ışık ve elektron mikroskobu ile bulgular. Doçentlik Tezi., 1977.
73. Cassier, P., The corpora allata of insects. *Int. Rev. Cytol.*, 57:1-73., 1979.
74. Raabe, M., *Recent Development in Insect Neurohormones*. Plenum Press, New York. 1989.