

FRANCESCO PORCELLI

Istituto di Entomologia Agraria, Università degli Studi di Bari

Ultrastruttura e funzione dei "diamond-shaped sensilla" nei maschi di *Unaspis euonymi* (Comstock) (Coccoidea: Diaspididae)

ABSTRACT

FUNCTIONAL MORPHOLOGY OF "DIAMOND-SHAPED SENSILLA" ON MALES OF *UNASPIS EUONYMI* (COMSTOCK) (COCCOIDEA: DIASPIDIDAE)

On the basis of external anatomy and ultrastructure, it is shown that "diamond-shaped sensilla" (*sensu* GHOURI, 1962) are a series of five campaniform sensilla. Behavioural observations led to hypothesize that laterally located sensilla are stimulated during walking, when the legs move. Furthermore, the ventrally located sensillum monitors cuticular strains due to the contraction of the *elevator trochanteris* muscle.

PREMESSA

Sui trocanteri dei maschi dei diaspini GHOURI (1962) individua una struttura definita "un anello di 6 sensilli a forma di diamante".

Ad una attenta osservazione al microscopio luce sorgono alcuni dubbi sia riguardo al numero dei sensilli in questione sia alla loro forma, dubbi che non vengono chiariti dalla bibliografia in quanto solo KOTEJA (1975) prende in considerazione, sui trocanteri di *Porphyrophora polonica* (L.), una struttura simile ai "diamond-shaped sensilla" di Ghauri indicandoli come sensilli placoidi per cui si è ritenuto opportuno osservare la struttura con il microscopio elettronico. Contemporaneamente si è inteso approfondire le conoscenze anatomiche di tale struttura al fine di dimostrarne la funzione.

MATERIALI E METODI

Per tale studio sono stati scelti i maschi di *Unaspis euonymi* (Comstock) perché recentemente illustrati (GILL *et al.*, 1982), facilmente reperibili, appartenenti ad una specie ampiamente diffusa.

Studio parzialmente finanziato con contributo M.U.R.S.T. 60%.
Accettato per la stampa il 13 giugno, 1992.

Per le osservazioni al M.E.T., esemplari sfarfallati da alcune ore sono stati fissati interi per tre ore in KARNOVSKY (1965) in tampone cacodilato 0,1 M, con aggiunta, del 5% di acroleina e di due gocce di Tween 80 ogni cento centimetri cubi di fissativo. Successivamente alla post fissazione in tetrossido di osmio all'1% in tampone cacodilato 0,1 M e disidratazione in alcool etilico, gli esemplari sono stati divisi in due o tre pezzi ed inclusi in araldite 502.

Le sezioni fini sono state contrastate con acetato di uranile (ROBINSON *et al.*, 1987) e citrato di piombo (REYNOLDS, 1963).

Per il M.E.S. gli esemplari necessari sono stati, dopo la post fissazione in osmio, disidratati in alcool etilico, ed essiccati al "Critical point dryer" e metallizzati con oro-palladio.

I movimenti delle zampe sono stati studiati al microscopio binoculare con illuminazione a luce fredda e spettro diurno sia direttamente sia attraverso riprese, effettuate nelle stesse condizioni, con una telecamera.

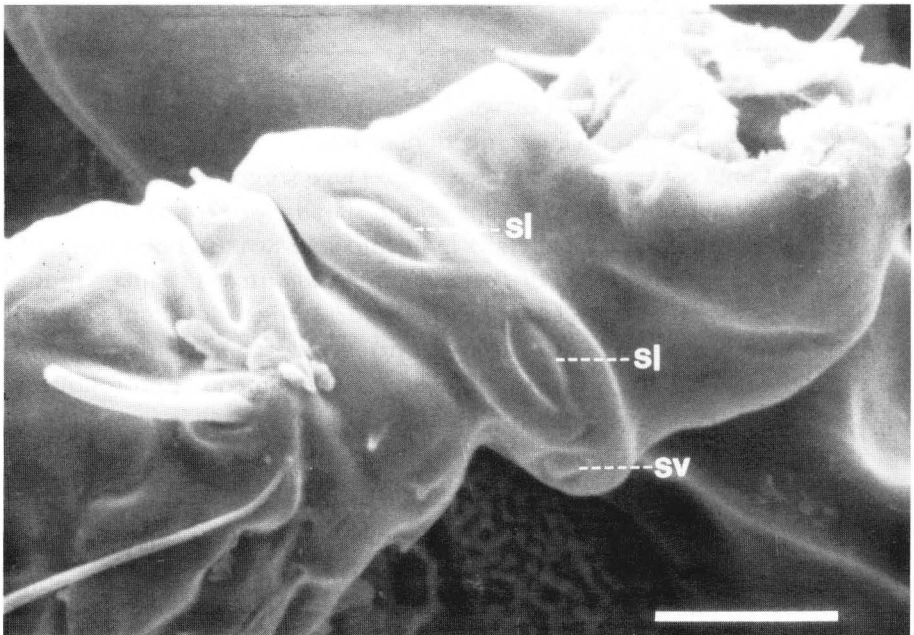


Fig. 1 - Trocantere medio destro di *Unaspis euonymi* (Comstock) visto dalla faccia laterale: sl, sensillo laterale; sv, sensillo ventrale (segmento = 5 μ m).

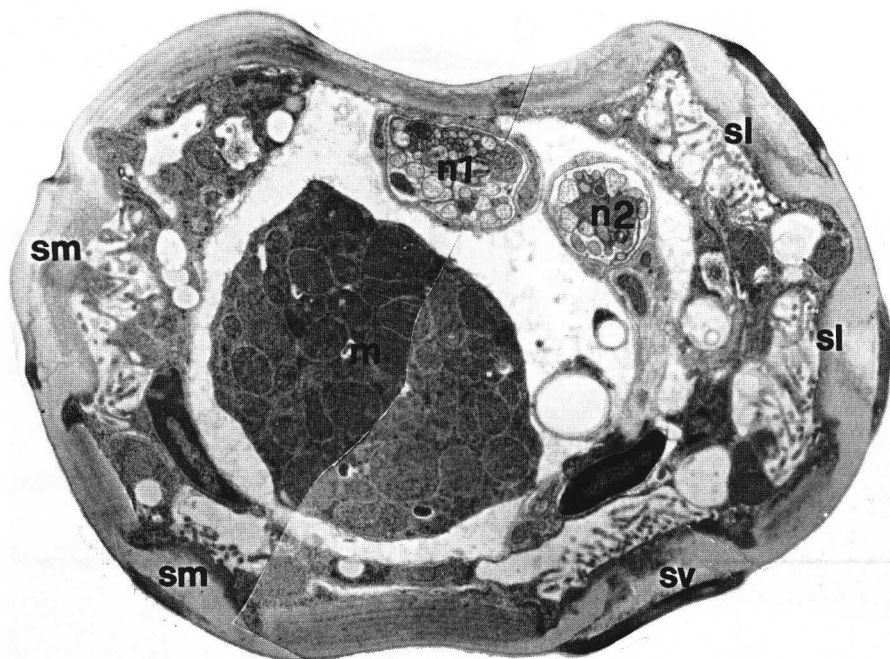


Fig. 2 - Sezione trasversale sul piano dei "diamond-shaped sensilla" di trocantere di *Unaspis euonymi* (Comstock): m, muscolo depressore del trocantere; n 1-2, nervi della zampa; sl, sensillo laterale; sm sensillo mediale; sv, sensillo ventrale.

RISULTATI

MORFOLOGIA

La cuticola dei trocanteri di *U. euonymi* si presenta rilevata nella metà distale in modo da formare una sorta di anello, o cercine (fig. 1) che circonda i trocanteri. Sulle zampe medie il cercine è inclinato rispetto all'asse longitudinale del trocantere di circa 20° per cui la parte dorsale si trova più vicina al femore di quella ventrale, mentre risulta pressoché perpendicolare sui trocanteri anteriori e posteriori.

Sulla superficie di detto cercine si osservano cinque "diamond-shaped sensilla" (di forma ellittica 2,4 x 0,8 μm) simili fra di loro per dimensioni e forma, due dei quali sono situati sulla faccia mediale del trocantere, due sulla faccia laterale, ed uno in posizione ventrale.

La sezione trasversale (fig. 2) del trocantere al livello del cercine in que-

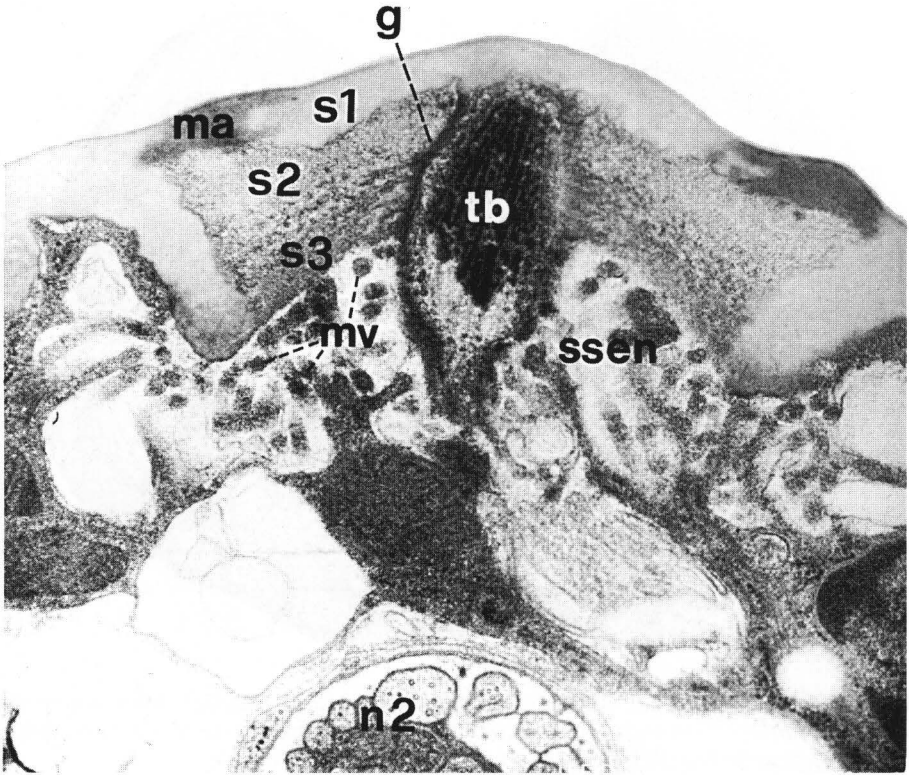


Fig. 3 - Sezione trasversale di uno dei sensilli del trocantere a livello del corpo tubulare: G, guaina dendritica; ma, membrana articolare; mv, microvilli; n 2, nervo della zampa; s 1-3, strati cuticolari della cupola; ssen, seno sensillare ; tb, corpo tubulare.

stione, permette di individuare con precisione la posizione relativa dei cinque sensilli e del muscolo elevatore del trocantere¹.

Ogni singolo sensillo (fig. 3) presenta una calotta cuticolare inspessita e tri-stratificata. Lo strato esterno è omogeneo, quello mediano granuloso e quello interno con lembi addossati di materiale mediamente elettron denso.

La calotta è attraversata circa al centro e per quasi tutto il suo spessore da un corpo tubulare del neurone sensoriale che si arresta a ridosso dello strato

1 - Il sistema muscolare di questi piccoli insetti ci è noto per il lavoro di BERLESE (1896). I muscoli della coxa e del trocantere non vengono illustrati e pertanto mancano riferimenti precisi per individuare questo muscolo che parte dai fianchi prossimali del trocantere e termina, in posizione ventrale, all'estremità distale dello stesso articololo. La contrazione di tale muscolo dovrebbe comunque portare alla elevazione del trocantere e del femore.

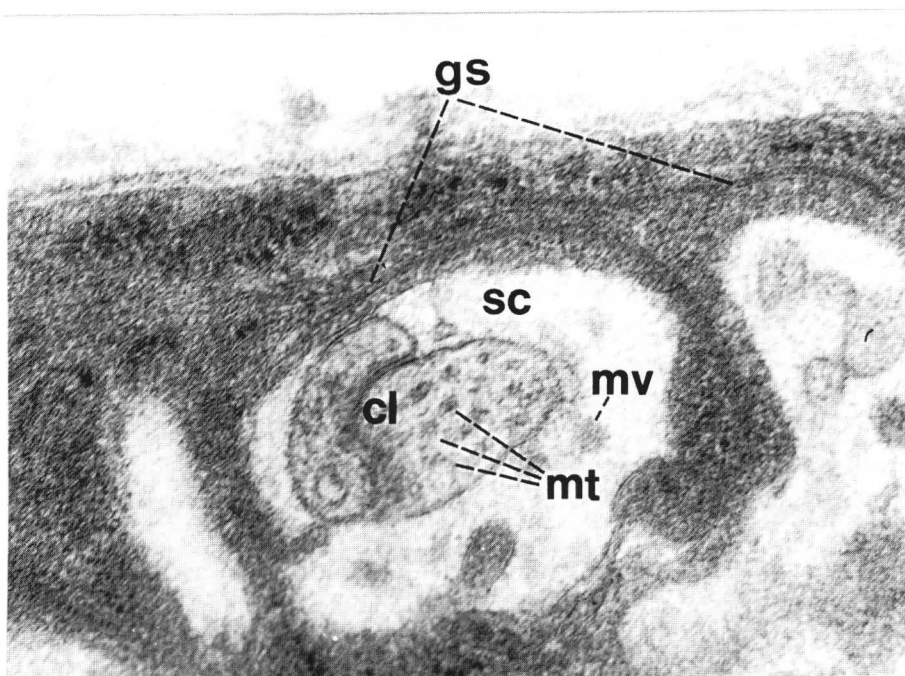


Fig. 4 - Particolare di una sezione prossimale dello stesso sensillo campaniforme: cl, cilio esterno; gs, giunzioni settate; mt, microtubuli; mv, microvilli; sc, seno ciliare.

esterno della calotta medesima.

Sotto la calotta si apre un ampio seno sensillare ricco di microvilli attraversato dalla porzione del cilio che reca il corpo tubulare sopra menzionato.

Sezioni seguenti rivelano nella stessa posizione una porzione del cilio, con circa dieci neurotubuli, circondata da un modesto seno ciliare provvisto di pochi microvilli; si osservano anche numerose giunzioni settate tra le cellule della guaina (fig. 4).

OSSERVAZIONI COMPORTAMENTALI

Quando i maschi di *U. euonymi* si spostano si osservano i seguenti movimenti:

- a) le zampe anteriori compiono due movimenti: uno, fuori del contatto con il supporto di abduzione in senso anteriore ed uno, a contatto con il supporto, di adduzione;
- b) le zampe medie vengono proiettate in senso anteriore e spinte, a contatto con il supporto, posteriormente;
- c) le zampe posteriori vengono abdotte, fuori dal contatto con il sup-

porto, e poi, appoggiate sul supporto, addotte.

DISCUSSIONE

I sensilli qui descritti sono di tipo campaniforme; la loro ultrastruttura è stata studiata in diversi gruppi di insetti (SNIDER e LORING, 1983 - Collembola; STUART e SATIR, 1968 - Isoptera; HOFMANN e BÄSELER, 1982 - Phasmodea; MORAN *et al.*, 1971 - Blattodea; McIVER e SIEMICKI, 1975 - Diptera; HAWKE *et al.*, 1973 - Hymenoptera); in generale (SCHWARTZKOPFF, 1964; McIVER, 1985) sono considerati propriorecettori destinati alla recezione di stress meccanici del tegumento.

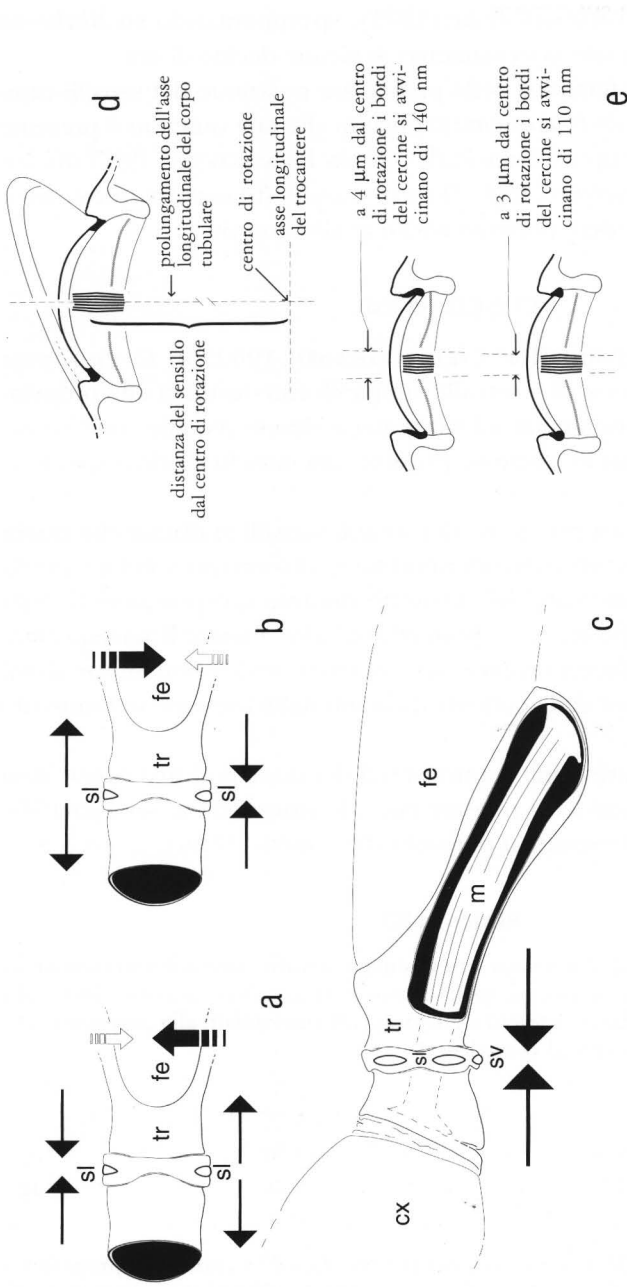
Dati elettrofisiologici (ZILL e MORAN, 1981 a, b; ZILL *et al.*, 1981) indicano che nei sensilli ellittici la direzione della deformazione meglio percepita sia quella ortogonale all'asse maggiore, non solo a livello del singolo recettore ma anche quando singoli recettori siano coordinati in campi sensoriali (HEIZEL e GEWECKE, 1979).

Nel caso dei sensilli campaniformi laterali e mediali (Tav. I: a, b) di *U. euonymi* (si considera la zampa media) lo stimolo si origina quando la reazione vincolare del substrato, sul quale l'insetto si sta muovendo, sottopone a compressione la cuticola del trocantere e provoca il reciproco avvicinamento dei bordi del cercine circostanti il sensillo. I bordi del cercine spingono all'interno (SPINOLA e CHAPMAN, 1975) lo strato esterno della calotta più che gli altri.

Considerando che il movimento in oggetto viene compiuto in due fasi: postero-anteriore e antero-posteriore, i due sensilli mediali riporterebbero la compressione della cuticola durante la fase di movimento antero-posteriore della zampa, mentre i due laterali avrebbero la stessa funzione durante la fase postero-anteriore.

Il sensillo situato in posizione ventrale non può essere stimolato dalla reazione vincolare del substrato perché questa tenderebbe ad allontanare i bordi del cercine; invece sembra plausibile che il sensillo ventrale riporti le deformazioni della cuticola dovute alla tensione del muscolo elevatore del trocantere (vedi nota 1) durante il movimento di adduzione della zampa (Tav. I: c).

La localizzazione dei sensilli campaniformi su di un cercine rilevato può essere interpretata come un accorgimento utile per aumentare sia la sensibilità del singolo recettore sia la rigidità dell'intero sistema. Infatti tanto maggiore è la distanza fra la cupola del sensillo ed il centro di rotazione, rappresentato nel nostro caso dall'intersezione fra l'asse longitudinale del trocantere ed il prolungamento dell'asse longitudinale del corpo tubulare, tanto prima si otterrà un avvicinamento fra i bordi del cercine sufficiente a provocare lo



Tav. I - Disegni schematici per indicare: le forze che agiscono sui sensilli laterali e mediali (a, b) e sul sensillo ventrale (c); il centro di rotazione di uno dei sensilli all'intersezione fra il prolungamento dell'asse longitudinale del corpo tubulare e l'asse longitudinale del trocantere (d); l'incremento di avvicinamento lineare fra i margini di un sensillo campaniforme per una deformazione del trocantere di 5° a due diverse distanze dal centro di rotazione (e). Le abbreviazioni indicano: cx, coxa; fe, femore; m, muscolo elevatore del trocantere; tr, trocantere; \rightarrow , vettori delle deformazioni della cuticola; \blackrightarrow , vettori delle forze muscolari, in bianco, e delle reazioni vincolari, in nero. I vettori delle deformazioni non sono rappresentati in modo proporzionale rispetto ai vettori delle forze.

stimolo (Tav. I: d, e), CHAPMAN *et al.* (1973), sperimentando su *Blaberus discoidalis*, quantificano tale avvicinamento in alcune decine di nm.

Riguardo al valore sistematico della particolare posizione dei sensilli campaniformi sui trocanteri di *U. euonymi* sappiamo che tale carattere è presente non solo nei maschi del tipo "Diaspidoide" (*sensu* BALACHOWSKY, 1937) ma anche su *Stictococcus vayssierei*² Rich. Data la grande distanza fra questi *taxa* tale carattere potrebbe essere presente anche in altri gruppi.

CONCLUSIONI

I "diamond-shaped sensilla" (*sensu* GHAURI, 1962) in *U. euonymi* (Comstock) sono una serie di 5 sensilli campaniformi destinati alla propriocezione durante gli spostamenti sul substrato; si ritiene che tale conclusione possa essere estesa a simili strutture presenti nei maschi di altre specie di Diaspididae.

Riguardo alla reciproca posizione dei singoli sensilli si ritiene che quelli situati sulle superfici mediali e laterali riportino le deformazioni della cuticola dovute alla reazione vincolare del substrato durante gli spostamenti della zampa in senso antero-posteriore e postero-anteriore, mentre il sensillo campaniforme situato sulla faccia ventrale del trocantere invierebbe informazioni relative alle deformazioni della cuticola risultanti dalla tensione del muscolo elevatore del trocantere.

La presenza di strutture simili sui trocanteri dei maschi di una specie non inclusa fra i diaspini ci induce a pensare che tale sistemazione sia legata alle piccole dimensioni degli esemplari piuttosto che a motivi filetici.

RIASSUNTO

I "Diamond-shaped sensilla" sono una serie di cinque sensilli campaniformi ellittici. La loro funzione è, molto verosimilmente quella di percepire gli stress cuticolari dovuti alle reazioni vincolari del substrato (i laterali) e gli stress cuticolari dovuti alla contrazione del muscolo elevatore del trocantere (il ventrale).

2 - Si ringrazia M.me D. Matile-Ferrero per aver permesso lo studio dei preparati n. 7611/30/31/32/33 MNHN Parigi di *Stictococcus vayssierei* ex *Manihot esculenta* Cameron 31.XII.1969.

BIBLIOGRAFIA

- BALACHOWSKY A.S., 1937 - Les cochenilles de France, d'Europe, du Nord de l'Afrique et du bassin méditerranéen. *Actualités Scientifiques et Industrielles*, 414; Hermann et Cie Ed.
- BERLESE A., 1986 - Le cocciniglie italiane viventi sugli agrumi, parte III. I Diaspiti. *Rivista di Patologia Vegetale*, IV (1-12), anno V. N. 1-4.
- CHAPMAN K.M., DUCKROW R.B., MORAN D.T., 1973 - Form and role of deformation in excitation of an insect mechanoreceptor. *Nature*, 244: 453-454.
- GHAURI, M.S.K. 1962 - The morphology and taxonomy of male scale insects (Homoptera: Coccoidea). *British Museum (Natural History)*, 221 pp.
- GILL S.A., MILLER D.R., DAVIDSON J.A., 1982 - Bionomics and Taxonomy of the Euonymus Scale, *Unaspis euonymi* (Comstock), and Detailed Biological Information on the Scale in Maryland (Homoptera: Diaspididae). *Miscellaneous publication*, 969, Maryland agricultural experiment station: 1-36.
- HAWKE S.D., FARLEY R.D., GREANY P.D., 1973 - The fine structure of sense organs in the ovipositor of the parasitic wasp, *Orgilus lepidus* Muesenbeck. *Tissue & Cell*, 5(1): 171-184.
- HEIZEL H.-G., GEWECKE M., 1979 - Directional sensitivity of the antennal campaniform sensilla in locust. *Naturwissenschaften*, 66: 212-213.
- HOFMANN T., BÄSSELER U., 1982 - Anatomy and physiology of trochanteral campaniform sensilla in the stick insect, *Cuniculina impigra*. *Physiological Entomology*, 7: 413-426.
- KARNOVSKY M.J., 1965 - A Formaldehyde-Glutaraldehyde Fixative of High Osmolality for Use in Electron Microscopy. *The Journal of Cell Biology (Abstracts Fifth Annual Meeting American Society of Cell Biology)*, 27: 137-138.
- KOTEJA J., 1975 - The occurrence of a campaniform sensillum on the tarsus in the Coccinea. *Bulletin entomologique de Pologne*, vol. 44: 243-252.
- MCIVER S.B., 1985 - Mechanoreception. In: "Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology". Kerkut G.A. e Gilbert L.I. ed., Vol. 6: 71-132.
- MCIVER S.B., SIEMICKI R., 1975 - Campaniform sensilla on the palps of *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, 4(2): 127-130.
- MORAN D.T., CHAPMAN K.M., ELLIS R.A., 1971 - The fine structure of cockroach campaniform sensilla. *The Journal of Cell Biology*, 48: 155-173.
- REYNOLDS E.S., 1963 - The use of lead citrate at high pH as an electron opaque stain in electron microscopy. *The Journal of Cell Biology*, 17: 208-212.
- ROBINSON D.G., EHLERS U., HERKEN R., HERMANN B., MAYER F., SCHÜRMMANN F.W., 1987 - Methods of Preparation for Electron Microscopy. Springer-verlag, Berlin.
- SCHWARTZKOPFF F J., 1964 - Mechanoreception. In: "The Physiology of Insecta". M. Rockstein ed., Academic Press, Vol. I: 509-561.
- SNIDER R.J., LORING S.J., 1983 - Occurrence and external morphology of proprioceptors (oval organs) among North Americans Sminthurinae (Collembola: Sminthuridae). *Annales de la Société Royale Zoologique de Belgique*, 114: 35-42
- SPINOLA S.M., CHAPMAN K.M., 1975 - Proprioceptive indentation of the campaniform sensilla of cockroach legs. *Journal of Comparative Physiology*, 96: 257-272.

- STUART A.M., SATIR P., 1968 - Morphological and functional aspect of an insect epidermal gland. *The Journal of Cell Biology*, 36: 527-549.
- ZILL S.N., MORAN D.T. 1981(a) - The exoskeleton and insects proprioception. I. Response of tibial campaniform sensilla to external and muscle generated forces in the american cockroach, *Periplaneta americana*. *Journal of experimental Biology*, 91: 1-24.
- ZILL S.N., MORAN D.T., 1981(b) - The exoskeleton and insects proprioception. III. activity of tibial campaniform sensilla during walking in the american cockroach, *Periplaneta americana*. *Journal of experimental Biology*, 94: 57-75.
- ZILL S.N., MORAN D.T., VARELA F.G., 1981 - The exoskeleton and insects proprioception. II. Reflex effects of tibial campaniform sensilla in the american cockroach, *Periplaneta americana*. *Journal of experimental Biology*, 94: 43-55.