

Cuticole iridescenti: studio sugli Hymenoptera, Chrysididae

SILVIO FARAGÒ, ALESSANDRA VOLPE - Stazione Sperimentale per la Seta, Milano, farago@ssiseta.it, monroe@inwind.it
PAOLO ROSA, Via Belvedere 8/d, Bernareggio (MI), rosa@chrysis.net

1. Introduzione

Il colore percepito è il risultato dell'interazione di un'onda elettromagnetica, la luce, con i recettori sensoriali della nostra retina. Si distinguono i colori pigmentari, dovuti all'assorbimento o alla riflessione selettivi di una porzione dello spettro visibile da parte di molecole, e i colori fisici o strutturali. Le iridescenze e le livree metalliche risultano colorate grazie a meccanismi diversi: interferenza, diffrazione, diffusione, talvolta associati ai pigmenti. Frutto di una lunga evoluzione, il colore strutturale, in natura può scaturire da diverse morfologie a livello nanometrico delle strutture tegumentali di insetti [1-2], pesci, crostacei, uccelli. Il fenomeno ottico è oggetto di studio da diversi anni. Le applicazioni tecnologiche sono svariate: celle solari, LED, monitor, tessuti iridescenti [3]. Og-

getto dello studio sono i colori dei Crisidi (Fig. 1), insetti appartenenti all'ordine degli Imenotteri, Sottordine Apocrita, Infraordine Aculeata, Super-famiglia Chrysoidea, Famiglia Chrysididae.

A parte poche eccezioni, i Crisidi [4-5] sono vistosamente colorati (Fig. 1-3): la maggior parte delle specie è caratterizzata da colori a riflessi metallici, verde, blu, rame, rosso e oro (in greco *kryśós* da cui deriva il nome scientifico). Sono molto rari i pigmenti del marrone e del bianco.

Alcune combinazioni nelle colorazioni sembrano essere tipiche di regioni geografiche precise. La brillantezza di fondo è inoltre accentuata dalla scultura del tegumento, che si presenta picchiettato da complessa punteggiatura,

carene, creste e avvallamenti da micrometrici a millimetrici. I rappresentanti della sottofamiglia Chrysidinae hanno sempre colori metallici, mentre quelli delle piccole sottofamiglie Amiseginae e Lobosceliinae, non presenti nella fauna europea, hanno quasi sempre colori scuri non metallici.

In Europa la combinazione di colori più frequente è verde-blu metallico, su capo e torace, e rosso metallico, ramato o dorato sull'addome. Le specie presenti nelle regioni desertiche del Vecchio Mondo tendono ad essere completamente color rosso metallico, rame od ottone.

Nelle regioni tropicali e forestate pre-

Fig 1: *Chrysis grohmanni*, un esemplare della famiglia Chrysididae.



Fig.1

domina un *pattern* a corpo verde-blu con macchie o fasce più o meno verdi chiare in specie appartenenti anche a generi molto diversi e filogeneticamente lontani, mentre nelle Filippine e in alcune isole dell'Oceania vi sono specie di colore blu fino porpora metallico con il capo rosso brillante. Poche specie appartenenti ai generi *Hedychridium*, *Parnopes* e *Cleptes* (sottofamiglia *Cleptinae*) hanno l'addome color carne, non metallico.

2. Parte sperimentale

2.1 Materiale e metodi

Lo studio sperimentale della morfologia superficiale dello strato chitinoso è improntato ad un esame sistematico di alcune specie e generi diversi. Le specie in esame possono essere contraddistinte da: scultura superficiale intensa (punteggiatura, solchi, carene) e colorazione metallica; punteggiatura rada o assente (tegumenti lisci) e colorazione metallica; punteggiatura e nessuna colorazione metallica.

I Crisidi selezionati per lo studio sono:

- a) *Chrysura cuprea* (Rossi, 1790),
- b) *Stilbum cyanurum*,
- c) *Omalus aeneus*,
- d) *Hedychridium roseum*.

Lo studio comparato delle cuticole è stato condotto con:

1. Stereomicroscopio OLYMPUS SZ61;
2. Microscopio a Scansione Elettronica Jeol JSM- 6380 LV, interfacciato con un rilevatore EDX-IXRF Systems.

3. Risultati e discussione

Il corpo dei Crisidi appare vistosamente scolpito da punteggiatura, creste ed avvallamenti, che ne caratterizzano la superficie (Fig. 4). Il diametro e la profondità dei punti variano sia in base al segmento corporeo analizzato, sia all'interno dello stesso segmento, alternando di

Fig 2: *Stilbum cyanurum*, un esemplare della famiglia Chrysididae.

Fig 3: *Hedychrum nobile*, un esemplare della famiglia Chrysididae.



Fig.2



Fig.3

volta in volta punteggiatura semplice, doppia, ecc. L'osservazione allo stereomicroscopio del *Chrysura cuprea* ha evidenziato la seguente colorazione: capo interamente rosso, tranne l'occipite posteriormente blu (non visibile in visione dorsale); pronoto, mesonoto e addome rosso metallico; il resto del torace blu, inclusi tegule, femori e tibie; scapo, pedicello e primo flagellomero verde-blu; il



Fig 4: Visione parziale, allo stereomicroscopio, del torace e dell'addome di *Omalus aeneus*. La colorazione di base è verde e blu; presenta una punteggiatura e avvallamenti profondi nella parte toracica (scutello e meta-noto), mentre l'addome si presenta sostanzialmente liscio e con punteggiatura fine

Fig 5: Immagine al SEM (40x) della superficie del tegumento di *Chrysura cuprea*: il tegumento è ornato da una punteggiatura superficiale.

Fig 6: Immagine al SEM della superficie del tegumento dell'addome esaminata ad un ingrandimento maggiore (1000x): la superficie è coperta da fossette ombelicate orientate.

resto dell'antenna nero, tarsi bruni.

L'osservazione al microscopio elettronico (SEM) (Fig. 5-7) permette di analizzare in modo dettagliato la punteggiatura superficiale del tegumento dei Crisidi. A maggiore ingrandimento (fino a 1000x), le fossette ombelicate appaiono orientate e semisferiche. Tale struttura esterna ad opercoli o fossette con al centro una setola è assente sulla superficie delle zampe.

La sezione della cuticola ha evidenziato la presenza di un

multilayer semisferico di chitina e aria, con una distanza tra gli strati che va via via diminuendo (da 454 nm a 264 nm).

Si può ipotizzare che la presenza delle fossette sia in qualche modo responsabile della soppressione dell'iridescenza sulla cuticola del Criside. Il colore scaturito dal fenomeno dell'interferenza che si genera nella struttura pluristratificata sottostante al tegumento potrebbe interagire con la morfologia della superficie.

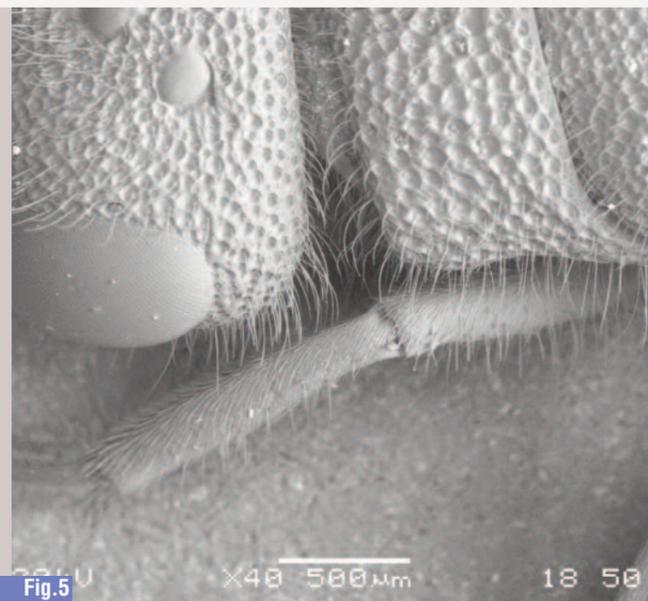


Fig.5 X40 500µm 18 50

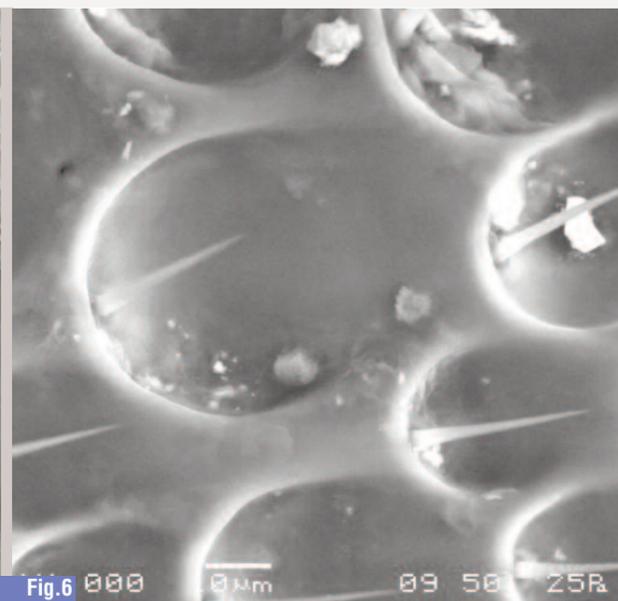


Fig.6 000 0µm 09 50 25R

Fig 7: Immagine al SEM della sezione del tegumento dell'addome dell'esemplare *Chrysura cuprea*: a) in corrispondenza delle fossette a 750x; b) presenza di una progressiva diminuzione dello spazio tra gli strati chitinosi semisferici (7.000x) che genera l'effetto di iridescenza per interferenza degli strati sottostanti la cuticola.

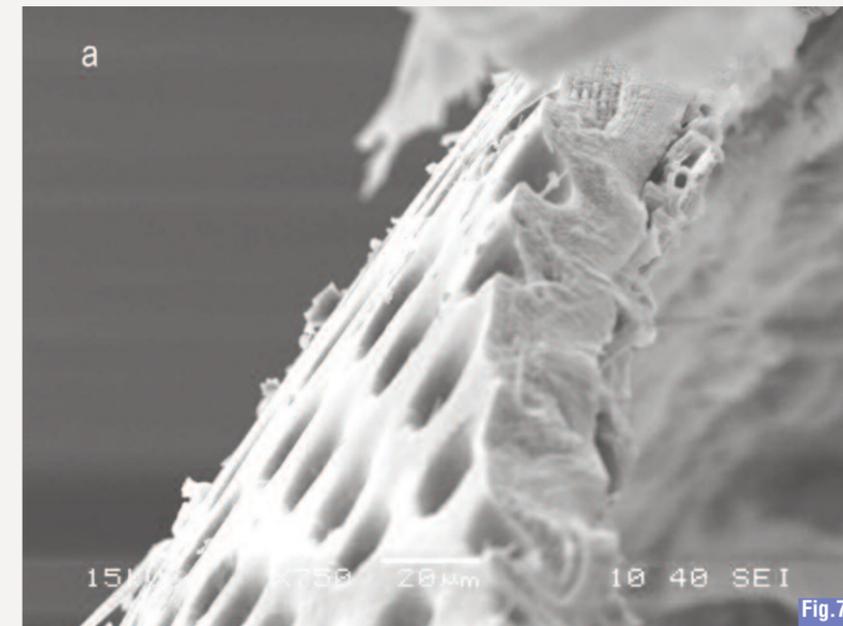


Fig.7a

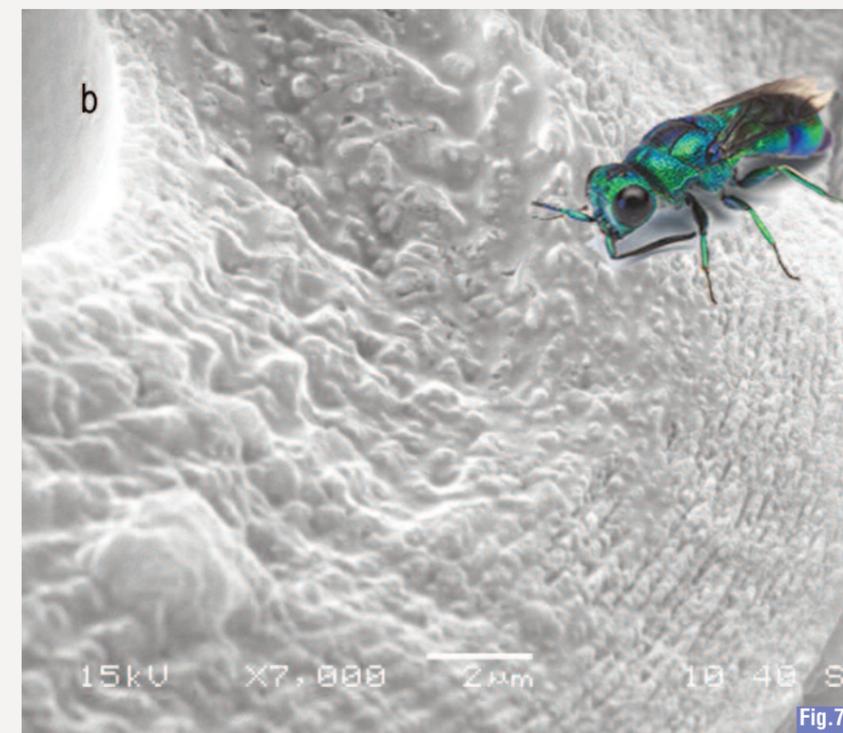


Fig.7b

4. Conclusioni e prospettive future

Lo studio sistematico della struttura fine del tegumento degli Imenotteri è improntato per future applicazioni in campo tessile. Infatti, nell'ambito di un più ampio progetto di ricerca denominato NEWCOLOR (Fibre iridescenti da colori interferenziali con ossidi metallici), il laboratorio di microscopia è interessato alla formulazione di un tessile funzionale con peculiari proprietà ottiche.

Tali proprietà, impartite ad un materiale polimerico, sia esso in fibra naturale, sintetica o artificiale, possono conferire al manufatto tessile riflessi, che i semplici coloranti impiegati comunemente non riuscirebbero a raggiungere.

Bibliografia

1. T. Lenau, M. Barfoed: "Colours and Metallic Sheen in Beetle Shells: A Biomimetic Search for Material Structuring Principles Causing Light Interference", *Advanced Engineering Materials*, 2008, 10 (4), 299-314.
2. A.E. Seago, P. Brady, J.P. Vigneron, T.D. Schultz: "Gold bugs and beyond: a review of iridescence and structural colour mechanisms in beetles (Coleoptera)", *J. R. Soc. Interface*, 2008 (2009), 6 (suppl. 2): 165-184.
3. N. Kenkichi: "Structurally Colored Fiber Morphotex", *Annals of the High Performance Paper Society, Japan*, 2005, 43: 17-21.
4. L.S. Kimsey, R.M. Bohart: "The Chrysidid Wasps of the World". University Press, New York, 1990, 652 pp.
5. J. Kroiss, E. Strohm, C. Vandenberg, J.P. Vigneron: "An epicuticular multilayer reflector generates the iridescent coloration in chrysidid wasps (Hymenoptera, Chrysididae)", *Naturwissenschaften*, 2009, short communication published on-line