

# AGROFARMACI, NEUROTOSSICITÀ ED EFFETTI PER INSETTI PRONUBI

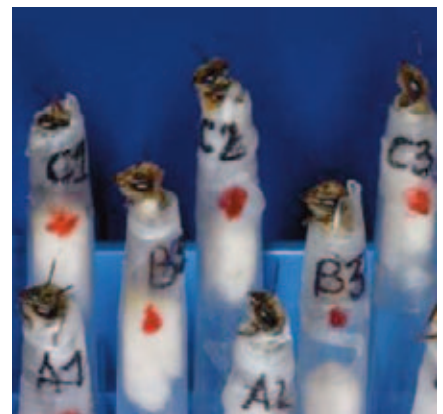
SONO MOLTI GLI INSETTICIDI NEUROTOSSICI CHE A DOSI SUBLETALI DETERMINANO PROFONDE ALTERAZIONI DELLA FISIOLOGIA E DEL COMPORTAMENTO. L'ELEVATISSIMA ATTIVITÀ BIOLOGICA DI MOLTE NUOVE MOLECOLE RENDE DIFFICILISSIMO PROTEGGERE LE SPECIE NON BERSAGLIO DALLE ESPOSIZIONI A DOSI SUBLETALI E LETALI.

Esistono molte classi diverse di agrofarmaci, e tre quarti dei principi attivi ad azione insetticida intervengono sui meccanismi di trasmissione dell'impulso nervoso. Molti bloccano il rilascio, la degradazione o il legame con il recettore di mediatori chimici, come l'acetilcolina o l'acido gamma amino butirrico (GABA), che svolgono il fondamentale ruolo di assicurare il passaggio dell'eccitazione elettrica da un neurone all'altro nei vari distretti del sistema nervoso. Tali mediatori sono presenti nel sistema nervoso tanto degli insetti quanto dei vertebrati, spesso con differenze non nella classe molecolare del mediatore o del recettore, ma piuttosto nella presenza di varianti tipiche che differiscono nella struttura tridimensionale. I loro effetti possono essere acuti (blocco muscolare o contrattilità spasmodica, che determinano immobilità e/o blocco respiratorio e morte rapida) o ritardati e cronici, in seguito al contatto con dosi sub-letali, che determinano effetti non mortali (quindi non valutabili con i test classici di mortalità) ma di impatto significativo sulla fisiologia e sul comportamento. Dal 1970 a oggi, come riportato nell'esauritiva review di Maini et al. (2010), effetti di questo tipo sono stati messi in evidenza per tutte le classi di insetticidi neurotossici. Dosi sub-letali di deltametrina (piretroide) alterano la capacità di *homing* (orientamento verso il nido) delle api (Vandame et al., 1995). Il parathion (fosfororganico) compromette la capacità di comunicazione attraverso la danza (Schricker e Stephen, 1970). Esposizioni subletali alla permetrina (piretroide) riducono le capacità di apprendimento degli odori (Taylor et al., 1987; Decourtye e Pham-Delegue, 2002). E via di seguito... sono molti

gli insetticidi considerati innocui o poco tossici sulla base di test classici di mortalità che interferiscono con le capacità di apprendimento associativo delle api ma anche dei bombi (Tasei et al. 2000, Bortolotti et al. 2002).

## L'importanza dell'apprendimento associativo negli insetti

Cosa si intende per apprendimento associativo? Nell'apprendimento associativo, gli organismi imparano le relazioni che intercorrono fra uno stimolo e l'altro (condizionamento classico) o quelle che intercorrono fra uno stimolo e l'azione necessaria ad attuare un certo comportamento (condizionamento operante). Le relazioni apprese in questo modo servono a mettere in campo comportamenti adeguati allo svolgimento delle funzioni vitali: ricerca del cibo, ritorno al nido, fuga dalle situazioni di pericolo, riconoscimento dei conspecifici e dei compagni di nido. Gli stimoli e gli apprendimenti rilevanti vengono memorizzati attraverso un processo a tappe, che prevede la formazione di memorie a breve, medio e lungo termine, tali da durare anche per tutta la vita dell'individuo. E anche la capacità di elaborare aspettative a seconda del contesto. Stiamo parlando dei fondamenti di capacità che chiamiamo "cognitive". Siamo autorizzati a riconoscerle a organismi, come gli insetti, così lontani da noi? La risposta è senz'altro sì. Molti gruppi di ricerca nel mondo, come quello diretto da Martin Giurfa presso il Centro di ricerche cognitive dell'Università di Tolosa, anche grazie al rapido progredire delle innovazioni tecnologiche e delle conoscenze genetiche, stanno mettendo in evidenza l'unitarietà dei meccanismi di funzionamento dei sistemi neuronali in specie sistematicamente molto lontane, a sottolinearne l'antichità, evolutivamente parlando (Maccagnani 2010).



1



2

La somministrazione di un principio attivo neurotossico, in grado di interferire con i processi neurochimici sopra descritti (per esempio legandosi al recettore postsinaptico dell'acetilcolina nelle aree del cervello deputate all'apprendimento e alla memoria) può compromettere sia la capacità di formare un'associazione tra la percezione di un odore e l'ottenimento della ricompensa (apprendimento) che la capacità di formare e recuperare una memoria di tale associazione, indispensabile per rispondere con l'estensione della ligula quando, a distanza di tempo, l'odore viene ripresentato. Le tecniche di coltura dei neuroni dei lobi olfattivi consentono di studiarne le risposte a specifici trattamenti dimostrando chiaramente che insetticidi neurotossici

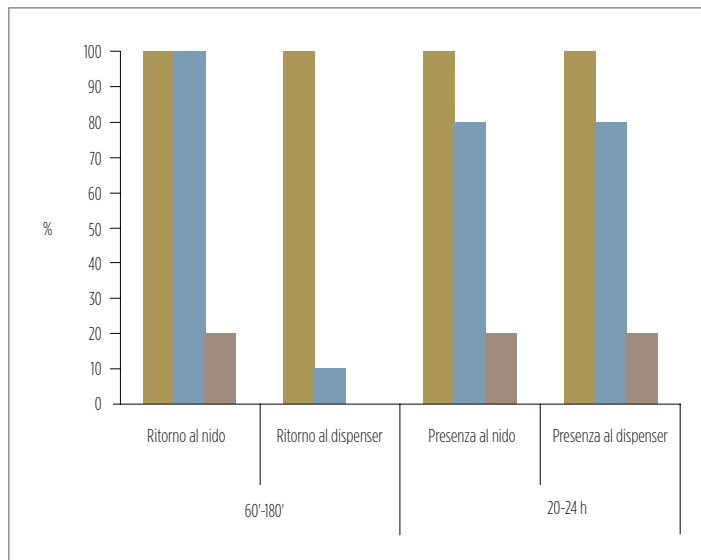
1 Api di 3 alveari preparate per il PER test.

2 Labirinto a Y, in cui le api dovevano imparare a seguire il colore azzurro per trovare la ricompensa.

FIG. 1  
EFFETTI DEL  
CLOTHIANIDIN

Effetti di due dosi subletali sulla capacità di homing e sulla frequenza di bottinamento (distributore di polline situato a 180 m dall'alveare). Come riferimento, la DL50 per ingestione di clothianidin è di 4 ng/ape.

■ testimone  
■ clothianidin 0,47 ng/pe  
■ clothianidin 0,70 ng/pe



come fipronil, imidacloprid, thiamethoxam e clothianidin compromettono profondamente le risposte sia dei circuiti eccitatori che inibitori del lobo antennale, interferendo, a livello neurale, con la percezione olfattiva e la memoria.

Poiché le api vivono in un ricchissimo mondo di feromoni, anch'essi molecole odorose con un ruolo fondamentale nel mantenimento della struttura stessa della società delle api, ne discende che gli agenti chimici che interferiscono con la capacità individuale di apprendere e riconoscere gli odori possono avere

ripercussioni anche a livello della coesione della colonia.

I risultati delle ricerche condotte nell'ambito del *Progetto Apenet* nel 2009-2010 finanziato dal ministero delle Politiche agricole e forestali vanno tutte in questa direzione (Maccagnani et al. 2009, [www.reterurale.it](http://www.reterurale.it)). Si è dimostrato, infatti, che tutti i principi attivi utilizzati nella concia del mais a dosi numerose volte inferiori alla DL50 per ingestione riducono significativamente la capacità di riconoscere gli odori, sia quelli associabili ai fiori che al feromone della regina. Le api hanno mostrato anche

una significativa riduzione della capacità di orientarsi per cercare la ricompensa in un semplice labirinto a Y (foto 2), e di fare ritorno al nido e di effettuare i comportamenti appropriati (non scaricavano il polline e si isolavano dalle compagne), con un rallentamento o annullamento dell'attività di bottinamento (figura 1).

I dati sono in corso di pubblicazione.

## I rischi dalle nuove molecole

Da ultima una riflessione che mi auguro possa animare un proficuo dibattito: la ricerca va mettendo a punto molecole sempre più biologicamente attive. La quantità per ettaro di principio attivo necessario a contenere i fitofagi è drasticamente diminuita passando dagli insetticidi dell'era precedente la rivoluzione verde, ai fosfororganici di prima generazione agli attuali neonicotinoidi, e lo stesso trend pare valere per le nuove classi di agrofarmaci allo studio. Ciò significa immettere nell'ambiente molecole incontrollabili, dalle quali non è in alcun modo possibile mettere al riparo gli organismi non target, i pronubi prima di tutto ma anche gli altri insetti utili, o tutta l'entomofauna silente. Anche nel caso di un uso rispettoso delle indicazioni di etichetta, la sistemicità, unita a una lenta o lentissima degradazione, concorrono ai fenomeni di deriva, di accumulo, di inquinamento della flora spontanea o delle falde acquifere.

Il connubio tra la notevole persistenza di molti di questi principi attivi, l'attività insetticida che conservano molti dei loro metaboliti e l'elevatissima attività biologica (frazioni di nanogrammo per ape di neonicotinoidi sono sufficienti ad alterarne profondamente il comportamento, mettendone a rischio "in natura" la sopravvivenza) devono indurre a una riflessione: non è necessariamente vero che lavorare sulla riduzione della quantità di principi attivi immessi nell'agroecosistema sia sinonimo di un'agricoltura rispettosa degli equilibri naturali, se ciò si ottiene aumentando l'attività biologica delle molecole insetticide.

### Bettina Maccagnani

Centro agricoltura ambiente "Giorgio Nicoli" Crevalcore (BO)

## BIBLIOGRAFIA

Bortolotti L., Porrini C., Sbrenna G., 2002. *Effetti dell'imidacloprid nei confronti di Bombus terrestris (L.) Prove di laboratorio.*- Informatore Fitopatologico, 52 (3): 66-71.

Decourtye A., Pham-Delegue M-H., 2002. *The proboscis extension response: assessing the sublethal effects of insecticides on the honey bee*, pp. 67-84. In: *Honey bees: estimating the environmental impact of chemicals* (Devillers J., Pham-Delegue M-H., Eds). Taylor & Francis, London, UK.

Maccagnani B., Mattarozzi A., Ferrari R. 2009. *Studio degli effetti di dosi subletali di agrofarmaci neonicotinoidi tramite PER (Proboscis Extension Reflex) test.* APOidea Vol. 6, 34-39.

Maccagnani B., 2010. *Metodi di indagine sugli effetti subletali di agrofarmaci sul comportamento delle api.* APOidea, in stampa.

Maini S., P. Medrzycki, C. Porrini. 2010. *The puzzle of honey bee losses: a brief review.* Bulletin of Insectology. 63 (1): 153-160.

Schricker B., Stephen W. P., 1970. *The effect of sublethal doses of parathion on honeybee behaviour. I. Oral administration and the communication dance.* Journal of Apicultural Research, 9: 141-153.

Tasei J-N., Lerin J., Ripault G., 2000. *Sub-lethal effects of imidacloprid on bumblebees, Bombus terrestris (Hymenoptera: Apidae), during a laboratory feeding test.* Pest Management Science, 56 (9): 784-788.

Taylor K. S., Waller G. D., Crowder L. A., 1987. *Impairment of a classical conditioning response of the honey bee (Apis mellifera L.) by sublethal doses of synthetic pyrethroid insecticides.* Apidologie, 18: 243-252.

Vandame R., Meled M., Colin M., Belzunces L. P., 1995. *Alteration of the homing-flight in the honey bee Apis mellifera L. exposed to sublethal doses of deltamethrin.*- Environmental toxicology and chemistry, 14 (5): 855-860.