

Produzione integrata nuove opportunità

Feromoni, caïromoni, allomoni, sinomoni, apneumoni. Quello dei semiochimici è un universo smisurato utilizzato solo in parte nelle strategie di protezione. Che i nuovi vincoli della sostenibilità potranno spingere a scoprire

[DI ARTURO CAPONERO]

Il processo di revisione europea dei prodotti fitosanitari, che ha portato ad una drastica riduzione degli insetticidi chimici e limitazioni al loro uso, è culminato, all'inizio di quest'anno, con l'obbligo per tutte le aziende europee di applicare i principi della difesa integrata (direttiva quadro 128/2009/Ce per l'uso sostenibile dei pesticidi) per la gestione fitosanitaria delle colture.

In questo contesto, l'attenzione ai mezzi di difesa alternativi agli insetticidi chimici e a minore impatto ambientale è in forte aumento, soprattutto nel settore frutticolo che, in tempi relativamente brevi, ha dovuto modificare le strategie di controllo degli insetti.

Tra i mezzi alternativi agli insetticidi, l'uso dei feromoni sessuali ha incontrato una crescente applicazione anche nella frutticoltura italiana, in particolare per il controllo di lepidotteri carporfagi.

Ma, oltre ai feromoni, la più ampia classe dei "semiochimici" ("sostanze chimiche segnale") dovrebbe, in un prossimo futuro, offrire nuovi strumenti per il controllo integrato degli insetti che potrebbero rivoluzionare le attuali strategie di controllo dei fitofagi.

Con **Giacinto Salvatore Germinara**, esperto dell'Università degli Studi di Foggia, abbiamo discusso delle prospettive di sviluppo pratico di tecnologie basate sull'uso dei semiochimici in agricoltura.

[SEGNALI CHIMICI

Cosa sono esattamente i "semiochimici"?

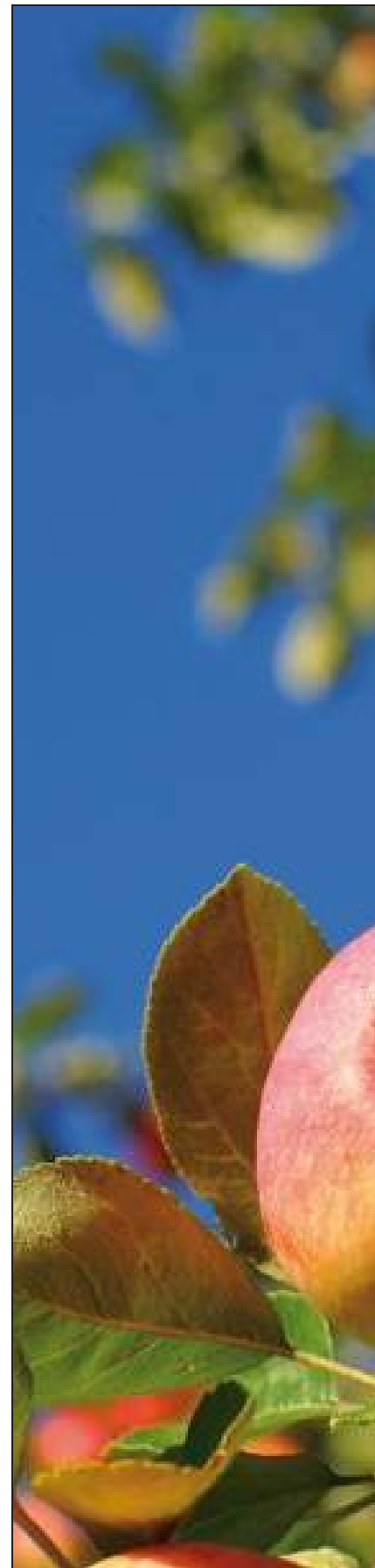
«Il termine "semiochimici" – risponde Germinara – deriva dal greco *semeion* che significa "segnale" e si riferisce a sostanze che intervengono nelle interazioni tra organismi viventi, nei quali possono indurre modificazioni di carattere etologico, fisiologico o perfino morfologico. Negli insetti, tra le diverse modalità di comunicazione (visiva, acustica, tattile, ecc.), quella "chimica" assume un ruolo di primaria importanza regolandone vari aspetti della vita di relazione sia a livello intraspecifico che interspecifico. I semiochimici degli insetti, normalmente bioattivi a concentrazioni molto basse, sono distinti in "feromoni" e "allelochimici".

I feromoni agiscono a livello intraspecifico e favoriscono la comunicazione tra individui della stessa specie. Alcuni feromoni, detti "primer", alterano profondamente la fisiologia e la morfologia degli individui riceventi come i feromoni inibitori degli imenotteri sociali con cui, per esempio, l'ape regina mantiene la sterilità nelle operaie.

Altri tipi di feromoni, detti "releaser", inducono risposte rapide e agiscono sulla sfera comportamentale degli organismi riceventi. Tra questi, i più conosciuti sono i "feromoni sessuali", utilizzati quali mezzi selettivi e a basso impatto ambientale per il monitoraggio e il controllo diretto di diverse specie di insetti fitofagi.



[Giacinto Salvatore Germinara.



[FIG. 1 - IDENTIFICAZIONE DI SEMIOCHIMICI

- Osservazioni comportamentali (per individuare la sorgente attrattiva)
- Estrazione (solvente, SPME, adsorbimento)
- Analisi chimico-biologica (GC-EAD)
- Analisi chimica strumentale (GC, HPLC, GC-MS, RMN)
- Saggi elettrofisiologici (EAG, SCR)
- Saggi comportamentali (olfattometria)
- Studi di campo (miscele, dosi, erogatori e trappole)



Caratterizzazione chimica



Valutazione attività biologica

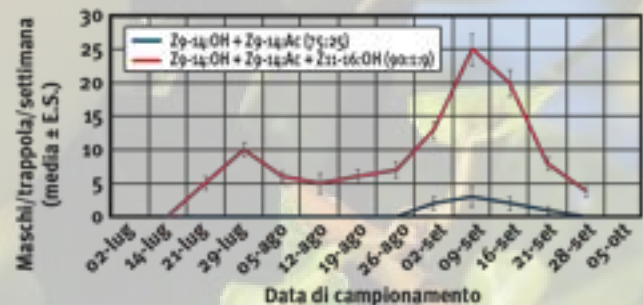


Elettroantennografo

Tunnel del vento

Erogatori e trappole

[FIG. 2 - ATTIVITÀ DI VOLO DI SESAMIA CRETICA



[Rilievi in Molise, voli monitorati con un blend feromonico binario ed uno ternario. L'aggiunta del componente secondario Z11-16:OH migliora nettamente l'attrattività del blend.

Tra i feromoni che agiscono sul comportamento degli insetti, oltre ai sessuali, esistono quelli di "allarme", emessi a esempio dagli afidi disturbati o attaccati per allertare la colonia; i "feromoni traccia" utilizzati da alcuni ditteri carpofagi per marcare i frutti su cui hanno deposto le uova al fine di scoraggiare altre femmine ad ovideporre; i "feromoni di aggregazione" emessi da alcune specie di coleotteri e di blatte per richiamare altri individui vicino fonti alimentari.

Gli allelochimici, al contrario dei feromoni, hanno azione interspecifica e possono mediare la comunicazione tra specie appartenenti anche a regni diversi (es. fitofago attratto da sostanze emesse da piante ospiti). Come i feromoni, gli allelochimici modificano il comportamento della specie bersaglio e sono quindi potenziali strumenti di strategie di controllo ecocompatibili».

[STRATEGIE "PUSH & PULL"

Qual è lo stato della ricerca e i possibili usi per la difesa integrata degli allelochimici?

«Con l'attenzione sempre maggiore alla sostenibilità ambientale della gestione fitosanitaria, l'interesse nella ricerca applicata dei semiochimici è aumentato anche da parte di quelle industrie che tradizionalmente investivano nello sviluppo dei fitofarmaci.

Per quanto riguarda l'applicazione di allelochimici, possiamo dire che essa è ancora in una fase del tutto iniziale e molto rimane da fare non solo in termini di identificazione di nuove molecole ma anche relativamente al dosaggio e rilascio in campo di sostanze di cui è già nota l'attività biologica.

Attualmente, la sperimentazione di tecniche di difesa basate sui caimoni di origine vegetale ha raggiunto risultati d'interesse. Queste sostanze, essendo in grado di attrarre entrambi i sessi di specie fitofaghe, sono potenzialmente utili quali strumenti di monitoraggio e di cattura massale. L'etil-(E,Z)-2,4-decadienoato, ad esempio, è una sostanza emessa da frutti di pero maturi che ha un forte potere attrattivo verso vari lepidotteri, tra cui *Cydia pomonella* e alcuni tortricidi delle castagne. Trappole attivate con questa sostanza consentono di estendere la cattura anche alle femmine, migliorando il monitoraggio o aumentando gli effetti della cattura massale.

Diversi sono i repellenti (allomoni) individuati e caratterizzati che possono trovare utile applicazione in strategie di controllo degli insetti. La produzione di imballaggi contenenti repellenti (es. acido

[TAB. 1 - I SEMIOCHIMICI NEGLI INSETTI

SEMIOCHIMICI	
FEROMONI (EFFETTO INTRASPECIFICO)	ALLELOCHIMICI (EFFETTO INTERSPECIFICO)
- Sessuale	- Allomone
- Aggregazione	- Cairomone
- Dispersione	- Sinomone
- Aggressione o allarme	- Apneumone
- Traccia	

propionico) può ridurre il rischio di contaminazione delle derrate e l'uso di erogatori di aerosol repellenti per le mosche domestiche o delle stalle è già una realtà. Gli allomoni possono sinergizzare gli effetti della cattura massale: nella così detta strategia "push and pull" repellenti vengono distribuiti nell'appezzamento da difendere in abbinamento a trappole sessuali poste lungo i bordi.

Un altro uso sinergico degli allomoni è la "biorritazione". In questo caso, il repellente viene abbinato ad un insetticida di contatto in modo che l'insetto, infastidito, si muova più del normale aumentando le possibilità di contaminazione con l'insetticida.

L'attivazione di meccanismi di difesa nelle piante può indurre il rilascio di composti che possono renderla meno accessibile a determinate specie fitofaghe (allomoni) oppure richiamare nemici naturali di specie dannose verso la pianta attaccata (sinomoni). I sinomoni, opportunamente distribuiti, possono incoraggiare gli insetti utili a permanere nei siti di rilascio, migliorare la capacità di ricerca dei predatori e dei parassitoidi e, come conseguenza, esaltarne le prestazioni biologiche.

Molte sostanze allelochimiche non sono ancora state individuate e, comunque, la loro caratterizzazione e purificazione non è un lavoro né semplice né economico.

In definitiva, per lo sviluppo di prodotti commerciali basati sugli allelochimici attualmente noti è importante la messa a punto di tecnologie per stabilizzare e ottimizzare il rilascio dei composti attivi in pieno campo. Sebbene nell'ultimo decennio siano stati ottenuti risultati incoraggianti, siamo ancora in una fase iniziale e sarà necessario dedicare a questi temi programmi di ricerca a lungo termine».



[Vari tipi di sistemi attrattivi per la cattura massale della mosca della frutta.

[IL BLEND FEROMONICO

Tornando ai feromoni, ritieni il livello tecnologico e applicativo raggiunto soddisfacente?

«A oggi sono alcune migliaia le sostanze feromoniche identificate negli insetti ma solo qualche centinaia è usata per il monitoraggio, mentre qualche decina è utilizzata per il controllo diretto degli insetti. È evidente che c'è una sottoutilizzazione delle potenzialità dei feromoni nella difesa integrata spiegabile probabilmente con la larga diffusione, la relativa semplicità di applicazione ed i minori costi delle alternative offerte dagli insetticidi di sintesi. Nel prossimo futuro, però, costi e limitazioni d'uso degli insetticidi potrebbero invertire il rapporto di convenienza, oltre alle normative sulla sostenibilità ambientale della difesa fitosanitaria. Del resto, a livello mondiale la superficie trattata con feromoni sessuali è in continua espansione.

È prevedibile, quindi, un forte impulso dei prodotti basati sui feromoni, confermato dagli investimenti crescenti dell'industria nel settore: in circa 10 anni, il numero di feromoni registrati negli USA è raddoppiato, passando da circa 60 del 2001 a oltre 120 nel 2012. Attualmente, la ricerca è impegnata nello sviluppo di nuove tecnologie in grado di ottimizzare l'efficacia dei metodi basati sui feromoni. Oltre ai miglioramenti apportati agli erogatori tradizionali, recentemente sono state messe a punto diverse tecnologie innovative, quali diffusori di aerosol (puffer), microtrappole, dispensatori a basso rilascio, paste biodegradabili o nuove tecniche di lotta "attraicida" (es. "attira e infetta" o "attira e sterilizza"). Queste e altre innovazioni, come la combinazione di diverse sostanze attive in un unico dispositivo, confermano l'attuale impegno di risorse private e pubbliche per diffondere i mezzi di controllo degli insetti basati sui feromoni.

Un aspetto importante che la ricerca dovrà approfondire, per aumentare efficacia e specificità dei feromoni nelle diverse applicazioni, è l'esatta composizione delle miscele naturali nonché il ruolo ed il rapporto dei singoli componenti. Spesso, infatti, si conoscono ed utilizzano solo i componenti principali (responsabili dell'attrazione a lungo raggio) del blend feromonico, trascurando sostanze prodotte in minore concentrazione ma importanti per la specificità, che possono avere un ruolo sinergico nell'attrazione, inibitorio per specie simili, arrestante o eccitante per la copula.

L'uso di feromoni in aree geografiche distanti può dare risultati variabili anche per la presenza di popolazioni o razze geografiche



[Vari tipi di diffusori per la confusione sessuale verso lepidotteri.

che hanno comportamento variabile allo stesso feromone o che hanno diversificato il blend feromonico (es. la piralide del mais, che in Italia è presente con 3 diverse razze, ciascuna con uno specifico rapporto tra i componenti del feromone). L'applicazione attualmente più diffusa dei feromoni è nel monitoraggio, che tra l'altro è una delle pratiche espressamente previste dalla direttiva 128/2009/Ce anche per il livello obbligatorio di difesa integrata.

Oltre che per verificare la presenza di un insetto, il monitoraggio dovrebbe servire a valutare l'efficacia dei trattamenti o a stabilire soglie di intervento (previste anche dai disciplinari di produzione).

In realtà la stima della densità di popolazione basata sulle catture con trappole sessuali è ancora – a mio parere – poco attendibile. Per molte specie fitofaghe c'è scarsa correlazione tra catture di adulti e danno larvale. Alcune variabili influen-

zano notevolmente il livello di cattura: il tipo di trappola, la composizione, la dose e la purezza dei feromoni, la densità delle trappole, l'eventuale effetto repulsivo di adulti intrappolati, la consistenza della popolazione dell'insetto.

La ricerca dovrà approfondire le conoscenze su tutti questi aspetti ma l'attuale livello tecnologico dei mezzi basati sui feromoni può già essere meglio utilizzato migliorando le competenze dei tecnici fitoiatri e trasferendo la pianificazione del loro uso dal livello aziendale a quello di comprensorio».

[PROCEDURE DA SEMPLIFICARE

Tutte queste potenzialità applicative dei semiochimici sono interessanti e numerose. Le registrazioni di prodotti basati su queste sostanze sono però ancora relativamente poche. Come mai?

Intanto c'è da dire che le condizioni tecniche ed economiche per applicare in campo e su vasta scala tecniche di difesa basate sui semiochimici sono maturate in tempi relativamente recenti.

In Europa, poi, esiste una contraddizione di base tra la promozione della lotta integrata con mezzi di protezione a basso impatto e le norme di registrazione di tali mezzi. La legislazione vigente (regolamento Ce 1107/2009), sostanzialmente, è stata basata sugli insetticidi chimici convenzionali e non fa alcuna distinzione tra questi ed i semiochimici sebbene le loro caratteristiche ecotossicologiche siano totalmente differenti. Il quadro normativo, inoltre, richiede la registrazione per ogni singolo componente del blend

[GLOSSARIO Di cosa si tratta

diversi tipi di allelochimici (segnali chimici interspecifici) sono:

Allomoni: sostanze chimiche di tipo difensivo che sollecitano l'allontanamento di altre specie a vantaggio di quella emittente come i secreti delle cimici o l'acido

formico delle formiche.

Cairomoni: composti favorevoli all'organismo che riceve il segnale, come ad esempio quelli emessi dalle piante e che risultano attrattivi per i fitofagi, la melata degli afidi che attira le crisope, gli odori delle uova che richiamano i parassitoidi.

Sinomoni: sostanze utili sia all'organismo emittente che al

ricevente; esempi sono l'odore emesso dai fiori che attira insetti pronubi ed i composti volatili rilasciati da piante infestate che attirano i nemici naturali dei fitofagi.

Apneumoni: sono sostanze utili all'organismo ricevente emesse da materiale non vivente come per esempio odori emessi da escrementi animali in cui alcuni coleotteri depongono le proprie uova per assicurare un nutrimento adeguato alle larve.

Una stessa sostanza può assumere diverse funzioni in base all'organismo ricevente. Ad esempio, un feromone sessuale emesso da una femmina ha effetto intraspecifico per i maschi della stessa specie ma può contemporaneamente essere un cairomone per un predatore che ne riconosce l'odore e lo usa per individuare la preda. ■

feromonico, come molecola a se stante. Questo rende molto costoso lo sviluppo e la registrazione di prodotti che sono di origine biologica, utilizzati a bassissime dosi e con ridotto rischio ambientale. Sarebbe auspicabile, quindi, prevedere procedure semplificate di registrazione per queste tipologie naturali di "prodotti fitosanitari".

Anche la sperimentazione, che deve necessariamente avvenire su vaste aree, costituisce un limite allo sviluppo di mezzi basati sui semiochimici. Oltre ai costi e alla difficoltà di reperire "campi sperimentali" di vari ettari, occorre considerare l'aumento di variabilità ambientale. È necessario, pertanto, definire nuove procedure standardizzate di sperimentazione per la valutazione statistica dei dati.

Per i prossimi anni si prevedono ulteriori restrizioni per gli insetticidi chimici. I semiochimici, insieme agli agenti di controllo biologico e ai prodotti di origine vegetale, sono candidati promettenti per giocare un ruolo efficace nel controllo dei fitofagi mediante la lotta integrata. Grazie alla loro bassa tossicità sull'uomo e sull'ambiente, i feromoni e gli allelochimici potranno, in linea con le politiche di sostenibilità ambientale dell'Unione Europea, contribuire concretamente alla tutela della biodiversità degli ecosistemi e alla sicurezza alimentare. ■

L'autore è dell'Alsia Basilicata