

● LA RICERCA PER IL CONTROLLO DI *HALYOMORPHA HALYS* IN EMILIA-ROMAGNA

# Contro la cimice asiatica serve agire su più fronti

Dai risultati del progetto INTEGR.HALYS si evidenzia che per essere efficace il controllo di *Halyomorpha halys* occorre combinare strumenti previsionali (modello fenologico HHAL-S), tecniche di controllo tradizionali e alternative (strategia push & pull ossia impiego di sostanze a effetto repellente e cattura massale), oltre che soluzioni biotecnologiche (dsRNA per silenziare geni vitali della cimice)

di L. Maistrello, A. Masetti, G. Bernacchia, E. Costi, L. Osti, S. Civolani, D. Boscolo, G. Vaccari, S. Caruso, L. Fagioli, S. Pesolillo, M. Landi, F. Manucci, D. Mirandola, E. Nardini, E. Tamburini, M. Dall'Ara, M.G. Tommasini

**S**egnalata per la prima volta in Emilia-Romagna nel 2012, la cimice asiatica (*Halyomorpha halys*) in poco più di un decennio si è stabilizzata in tutta Italia, causando gravi danni soprattutto nelle regioni del Nord. **Per la frutticoltura in Emilia-Romagna e in molte altre aree settentrionali è a tutt'oggi una delle emergenze fitosanitarie più serie.**

La spiccata polifagia, che permette a questo insetto di prosperare anche su piante ornamentali e spontanee, unita all'elevata mobilità e al ciclo bivoltino, rendono la gestione nei frutteti estremamente difficile, per la sua presenza costante e il continuo potenziale di reinfezione.

In Emilia-Romagna, nelle annate peggiori, la **quota di frutti colpiti può superare il 50% su pero** (foto 1); in meli, peschetti e impianti di actinidia le perdite commerciali stimate oscillano tra il 20 e il 40%.

## Servono nuove strategie

Il programma di lotta biologica classica con l'introduzione di *Trissolcus japonicus* ha portato all'insediamento del parassitoide, ma non ha ancora mostrato effetti rilevanti sulla riduzione dei danni da cimice. D'altra parte, gli strumenti convenzionali da soli non sono sufficienti: l'efficacia dei trattamenti insetticidi non è totale e le so-

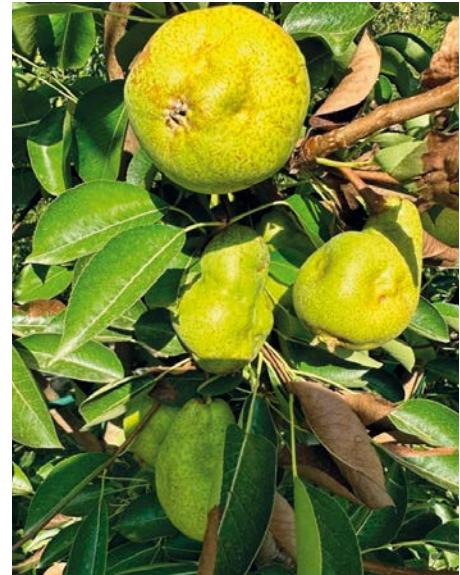
stanze attive sono in diminuzione; le reti multifunzionali, pur molto utili, non garantiscono protezione completa e hanno costi elevati. Da qui l'interesse del comparto ortofrutticolo per individuare nuove tecniche e strategie per gestire questo fitofago invasivo.

## Impiego di sostanze repellenti

Tra le nuove prospettive di difesa spicca l'impiego di sostanze naturali con effetto repellente, come oli essenziali e monoterpeni, che potrebbero limitare l'ingresso delle cimici nei frutteti. **L'uso di queste sostanze può essere abbinato alla cattura massale** con trappole specifiche poste ai margini dei campi in una **strategia combinata detta «push & pull»**: da un lato si spingono gli insetti fuori dal frutteto (push) e dall'altro li si attirano e catturano (pull) nelle aree meno critiche, rappresentando così un approccio promettente.

## Modelli previsionali e sistemi di monitoraggio

Parallelamente, la ricerca sta affinando modelli fenologici previsionali e strumenti digitali capaci di simulare il ciclo di sviluppo della cimice in relazione alle condizioni climatiche locali.



**Foto 1** Danni da cimice asiatica su pere, caratterizzati da deformazioni, incisioni puntiformi derivanti dalle punture trofiche degli adulti e delle neanidi

A queste innovazioni si affiancano sistemi di monitoraggio di nuova generazione, come le trappole vibrazionali, che potrebbero offrire informazioni più tempestive e precise.

## Utilizzo delle biotecnologie

Sul fronte più avanzato ci sono le biotecnologie, con il silenziamento genico post-trascrizionale via interferenza a RNA (RNAi), che utilizza RNA a doppio filamento (dsRNA) per disattivare geni vitali dell'insetto. La tecnica, pur non essendo ancora applicabile in campo, si basa su fondamenta scientifiche solide e si distingue per l'elevata specificità e per il potenziale ridotto impatto sulle specie non target.

## Il progetto INTEGR.HALYS

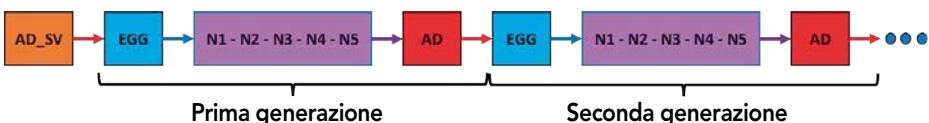
Queste linee di ricerca sono al centro del progetto INTEGR.HALYS, finanziato dalla Regione Emilia-Romagna (dgr n. 165/2023, in attuazione della lr 17/2022)

**FIGURA 1 Struttura del modello HHAL-S (1)**

e sviluppato da Ri.Nova, con la collaborazione di Università di Modena e Reggio Emilia, Università di Bologna (Distal), Università di Ferrara, Astra, Consorzio agrario di Ravenna e Consorzio fitosanitario provinciale di Modena, con l'obiettivo di fornire soluzioni pratiche, sostenibili e scientificamente fondate per rafforzare le strategie di difesa delle aziende frutticole regionali.

In questo articolo riportiamo le soluzioni indagate e messe a punto dal progetto, articolate su tre fronti:

- **il modello previsionale**, uno strumento digitale in grado di prevedere lo sviluppo delle popolazioni di cimice, per facilitare l'ottimizzazione della gestione della difesa;
- la cattura massale e l'impiego di repellenti naturali, che in una **strategia push & pull** possono offrire un nuovo approccio per ridurre la pressione della cimice asiatica;
- l'**RNAi**, un metodo biotecnologico all'avanguardia che, tramite il silenziamento genico, apre scenari completamente nuovi per un controllo mirato e a basso impatto ambientale.



(1) I blocchi rappresentano l'emergenza degli adulti svernanti (AD\_SV), la riproduzione (EGG), i cinque stadi ninfali (N1-N5) e lo sviluppo degli adulti (AD). Il ciclo può ripetersi per le generazioni successive.

## Un modello fenologico al servizio della difesa

Uno degli aspetti critici della difesa dalla cimice asiatica è rappresentato dalla variabilità con cui, nel corso dell'anno, compaiono i diversi stadi di sviluppo, dalle uova agli stadi ninfali fino agli adulti. Tale variabilità, strettamente dipendente dalle condizioni climatiche, rende complessa la previsione dei momenti di massima pressione del fitofago. Per affrontare questo problema, il progetto INTEGR.HALYS ha sviluppato **il modello HHAL-S, che simula la dinamica di popolazione in funzione dei dati meteorologici registrati in campo**.

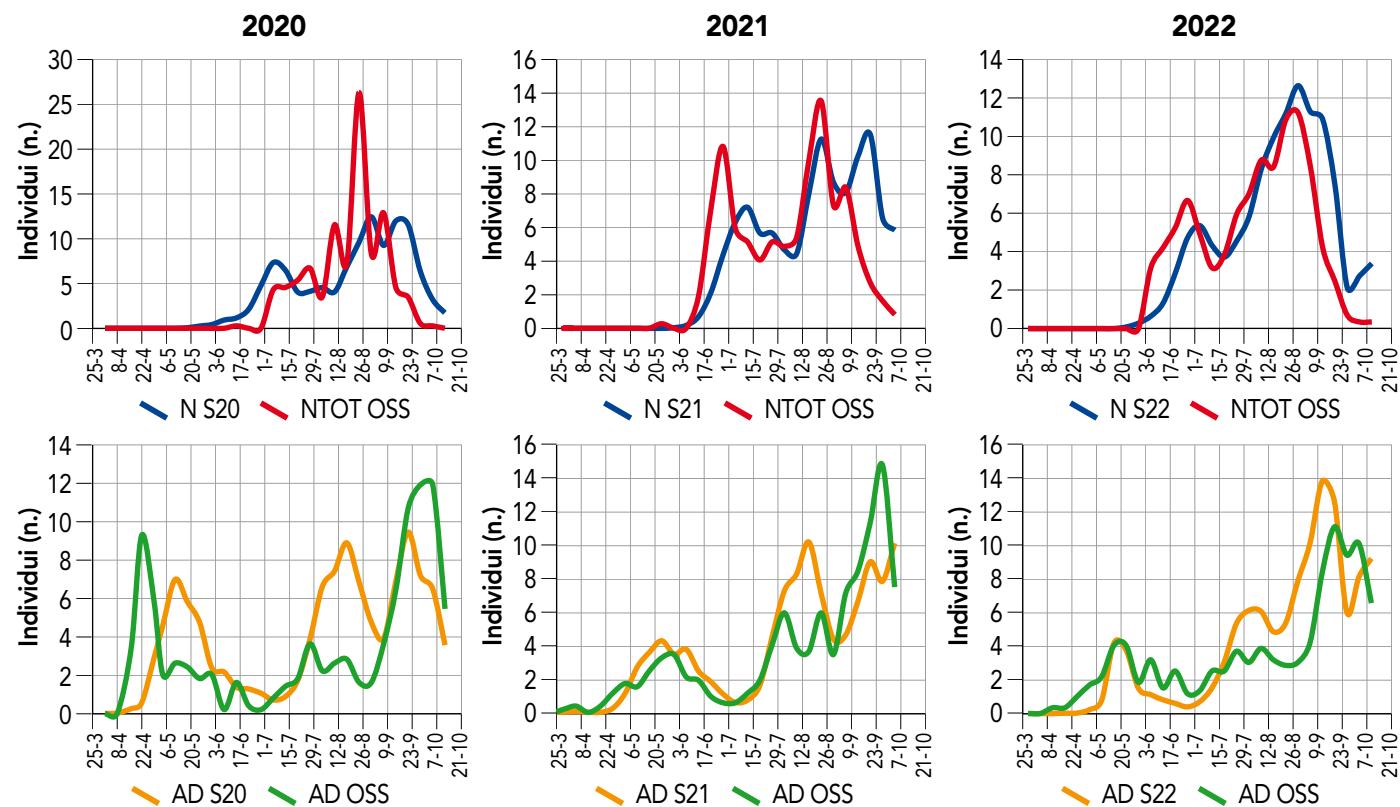
La struttura matematica del modello si basa sulla teoria dei Time-varying distributed delay models (TVD), che

descrive il passaggio degli individui attraverso gli stadi biologici come un flusso continuo e distribuito nel tempo. I parametri bioclimatici specifici della specie e le equazioni riproduttive sono stati desunti da studi precedenti.

Come si vede nella figura 1, il modello è organizzato in blocchi sequenziali che simulano l'uscita degli adulti svernanti dalla diapausa, la fase riproduttiva, i 5 stadi giovanili (N1-N5) e lo sviluppo degli adulti di 1<sup>a</sup> generazione. La struttura modulare consente di ripetere lo schema per ciascuna nuova generazione, generando così **un quadro dinamico e completo della popolazione**.

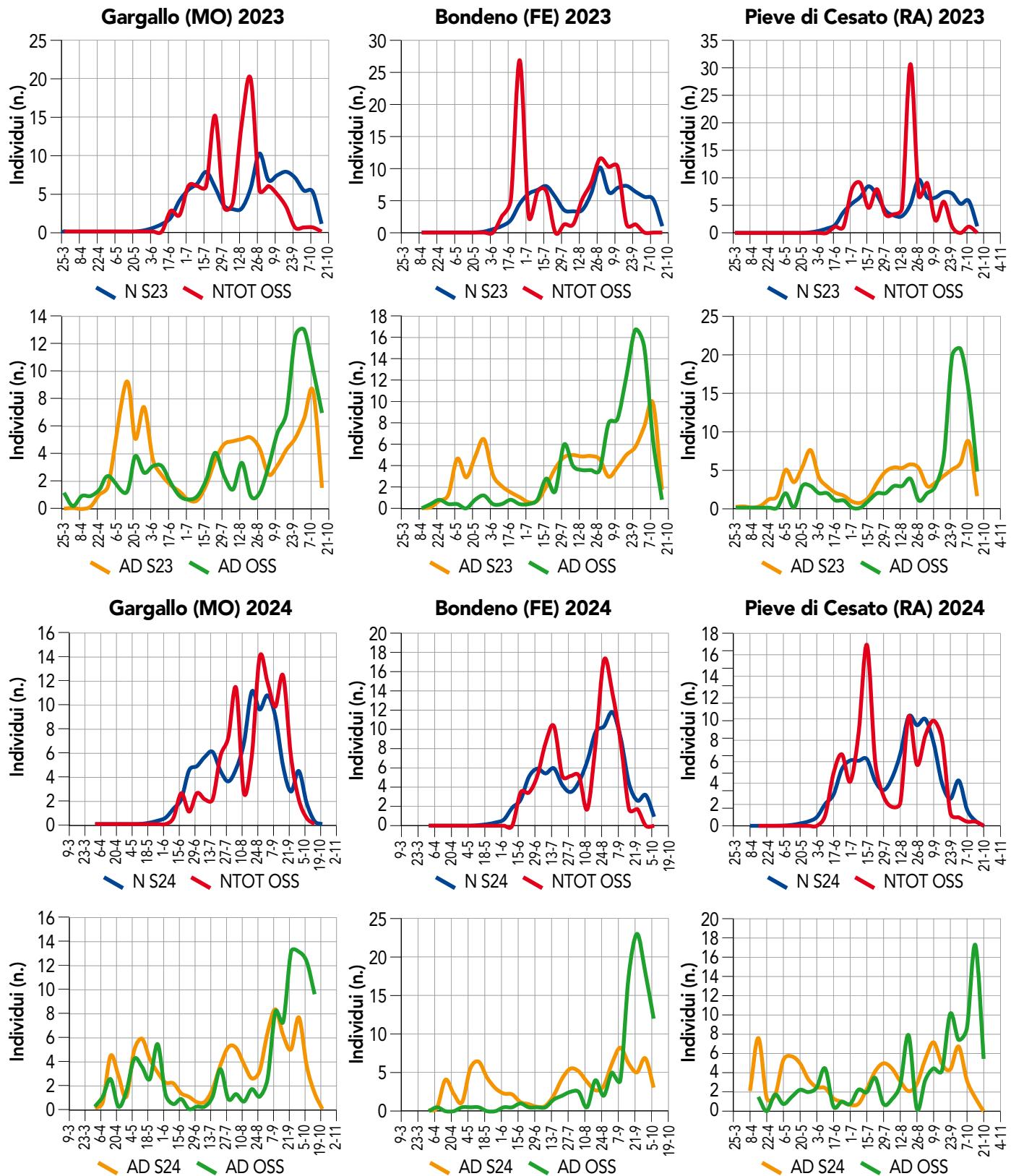
Ogni giorno, a partire dal 1° gennaio, il modello calcola il contingente di individui che permane nello stadio o che progredisce a quello successivo.

**GRAFICO 1 - Risultati della calibrazione del modello HHAL-S nel 2020-2022 a Gargallo (MO) (1)**



(1) Confronto tra i dati simulati e i dati medi osservati a Gargallo (Modena) negli anni 2020-2022. Le neanidi sono rappresentati in **rosso** e **blu**, gli adulti in **giallo** e **verde**. Per il dettaglio delle fasi della struttura modulare vedere figura 1. **NS20, NS21, NS22** = neanidi simulati dal modello rispettivamente per il 2020, 2021 e 2022; **NTOT OSS** = neanidi totali osservate in campo. **AD S20, AD S21, AD S22** = adulti simulati dal modello rispettivamente per il 2020, 2021 e 2022; **AD OSS** = adulti osservati in campo.

**GRAFICO 2 - Risultati della validazione del modello HHAL-S nel 2023-2024 (1)**



(1) Confronto tra i dati simulati e i dati medi osservati nelle località di Gargallo (Modena), Bondeno (Ferrara) e Pieve di Cesato (Ravenna) negli anni 2023-2024. Le neanidi sono rappresentate in **rosso** e **blu**, gli adulti in **giallo** e **verde**. Per il dettaglio delle fasi della struttura modulare vedere figura 1. **N S23, N S24** = neanidi simulate da modello rispettivamente per il 2023 e 2024; **NTOT OSS** = neanidi totali osservate in campo; **AD S23, AD S24** = adulti simulati dal modello nel 2023 e 2024; **AD OSS** = adulti osservati in campo.

L'output è rappresentato da curve ottenute a partire da valori simulati con cadenza giornaliera, che descrivono la dinamica di sviluppo dei diversi stadi e restituiscono l'andamento della popolazione simulata nel corso della stagione.

### Calibrazione e validazione

La calibrazione dei parametri bioclimatici si basa sul confronto tra simulazioni e dati di campo su adulti e neanidi raccolti a Gargallo (Modena) nel triennio 2020-2022. La concordanza ottenuta è risultata elevata, con scostamenti temporali medi di soli pochi giorni rispetto agli eventi osservati (grafico 1).

La fase di validazione è stata realizzata nel biennio 2023-2024 in modalità real time, cioè con simulazioni eseguite durante la stagione vegetativa man mano che erano disponibili i dati meteorologici aggiornati, e confrontate subito con le osservazioni raccolte nello stesso periodo in campo.

Le verifiche hanno interessato Bondeno (Ferrara) e Pieve di Cesato (Ravenna), oltre a Gargallo, con risultati comparabili a quelli della calibrazione e una buona sovrapposizione delle curve simulate ai dati medi di campo (grafico 2).

Per la raccolta dei dati sono state impiegate trappole convenzionali AgBio innescate con feromoni di aggregazione Pherocon® BMSB monitoring dual lures Trècè, affiancate in alcune aziende da trappole innovative Shindo Trap sviluppate da CBC Biogard, che combinano l'innesto chimico con uno stimolo vibrazionale. Il confronto tra i due sistemi ha evidenziato risultati variabili: in alcune situazioni le trappole convenzionali hanno registrato catture più elevate, mentre in altre le Shindo hanno mostrato una maggiore efficacia, con incrementi anche consistenti nelle catture stagionali. Per gli stadi giovanili, invece, le differenze tra le due tipologie sono risultate più contenute, con un andamento nel complesso simile.

In sintesi, i due passaggi dimostrano che HHAL-S non è soltanto un modello matematico coerente, ma uno strumento capace di descrivere accuratamente la dinamica delle popolazioni in aree e anni differenti. La sovrapposizione delle curve simulate con quelle osservate in campo, sia per gli adulti sia per le forme giovanili, rappresenta la conferma più evidente dell'affidabilità del modello e costituisce un requisito indispensabile per il suo impiego operativo.

### Verso l'uso operativo

Per rendere HHAL-S ancora più utile sono stati integrati dati meteorologici previsionali, in modo da ottenere simulazioni proiettate al futuro. Grazie al percorso di calibrazione, validazione e applicazione, HHAL-S si è dimostrato in grado di fornire indicazioni pratiche e attendibili. Le informazioni così generate alimentano già oggi bollettini settimanali rivolti a tecnici e produttori disponibili in una piattaforma online open access, attualmente disponibile all'indirizzo <https://big csr.unibo.it/projects/cimice/monitoring.php>

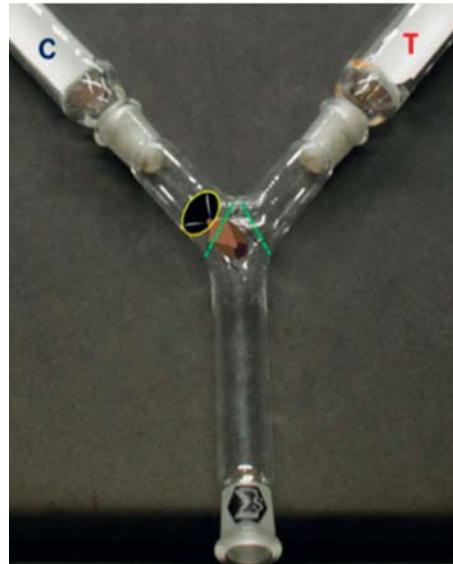
Con uno scarto medio di 3-5 giorni rispetto alle osservazioni reali, il modello consente di prevedere in anticipo i momenti chiave della fenologia della cimice e rappresenta quindi uno strumento utile per ottimizzare la programmazione degli interventi di difesa e il ricorso coordinato ad altri mezzi di contenimento.

### La strategia push & pull

È possibile ridurre la presenza della cimice asiatica sulle colture sfruttando i segnali olfattivi che influenzano in larga misura i suoi spostamenti. Nel progetto INTEGR.HALYS sono state testate diverse sostanze naturali a effetto repellente, così come la tecnica della cattura massale basata sull'uso di trappole innescate con feromone poste ai bordi dei frutteti. A ciò si è abbinate anche l'obiettivo di combinare le due leve, sostanze repellenti e cattura



**Foto 3** Stazione di cattura massale «a barca a vela» equipaggiata con feromone di aggregazione Trècè Pherocon® BMSB monitoring dual lures, foglio collante nero e vasca con acqua saponata per l'intrappolamento degli adulti di cimice asiatica



**Foto 2** Olfattometro a Y: l'insetto sceglie tra la sostanza repellente testata (T) e il controllo (C), indicando l'attrazione o la repellenza

massale, in un approccio push & pull: spingendo gli adulti fuori dal frutteto con sostanze repulsive e attirandoli con i feromoni di aggregazione nelle aree marginali dove possono essere intercettati ed eliminati dalle stazioni di cattura massale, al fine di mitigare la concentrazione dei danni ai bordi del frutteto, e ridurre la pressione complessiva delle infestazioni di cimice.

### Repellenti: risultati in laboratorio e in semicampo

La selezione dei composti candidati è partita da sostanze già note in letteratura e facilmente reperibili in commercio (oli essenziali da piante e monoterpeni).

Le prime verifiche sono state condotte **in laboratorio** con un olfattometro a Y, strumento classico dell'ecologia chimica: l'insetto, posto alla base di un condotto a forma di Y attraversato da aria pulita proveniente da entrambi i bracci, deve scegliere tra il braccio contenente la sostanza testata e quello di controllo (foto 2). La direzione scelta e il tempo impiegato forniscono una misura diretta della repellenza.

Sono stati saggiati adulti (maschi e femmine) e ninfe di IV stadio, con replicazioni uniformi e applicazioni standardizzate tra i diversi composti. **La maggior parte delle sostanze testate in olfattometro semplice ha indotto una netta preferenza per**

**il controllo, con percentuali di scelta ≥80% e spesso prossime al 100%, corrispondenti a valori di repellenza percentuale (RP) superiori al 90% nella gran parte dei casi.** Le ninfe hanno mostrato risposte ancora più marcate, indipendenti dal tipo di composto e dall'intervallo temporale. In diversi casi l'effetto repellente si è mantenuto elevato anche dopo 48 ore dall'applicazione, mentre alcune miscele terinarie hanno ridotto sensibilmente il tempo di scelta, evidenziando un'azione rapida e stabile. Solo poche molecole si sono rivelate sostanzialmente neutre, senza repellenza misurabile.

Per testare i composti più promettenti in condizioni più realistiche, sono state condotte **prove in semicampo**. In ogni test alle cimici è stata data la possibilità di scegliere tra una piantina di peperoncino trattata e una di controllo non trattata. Questo è avvenuto con due metodi: sia all'interno di grandi gabbie (bugdorm) contenenti le due piante, sia tramite un olfattometro a Y che permetteva agli insetti di scegliere tra le correnti d'aria provenienti da esse. In entrambi i casi, **le cimici hanno evitato le piante trattate, confermando la robusta efficacia repellente già osservata in laboratorio.**

## Cattura massale

La componente «attrattiva» o «pull» del sistema è stata valutata nel 2024 con prove di cattura massale condotte su pereti della cultivar Williams in diverse aziende distribuite tra Modena, Bologna, Ferrara e Ravenna. In ciascun sito sono state predisposte 2 parcelle di circa 1 ha: una al cui perimetro so-

no state installate le stazioni di cattura massale e l'altra di controllo priva di trappole. Le stazioni di cattura, del tipo «a barca a vela», erano equipaggiate con feromone di aggregazione Trècè Pherocon® BMSB monitoring dual lures, foglio collante nero e vasca riempita con acqua e sapone (foto 3). Ogni parcella trattata era protetta da 4-5 stazioni di cattura, collocate sui due lati esterni a una distanza di 5-10 m dal bordo del frutteto.

L'efficacia è stata valutata alla raccolta mediante il campionamento di 500 frutti/parcella, distribuiti in 25 punti diversi a distanze progressivamente crescenti dal bordo verso il centro del frutteto. In particolare, sono stati esaminati quasi 13.000 frutti, dei quali circa il 12% mostrava sintomi compatibili con le punture della cimice asiatica.

L'analisi statistica ha mostrato come la presenza delle trappole non riduca significativamente il danno medio, ma modifichi la distribuzione del danno all'interno del frutteto. Questo è risultato maggiore presso le stazioni di cattura massale nelle piante al bordo dei frutteti e inferiore verso il centro. Al contrario, nelle parcelle senza trappole il danno appariva più uniforme, con differenze meno marcate tra bordo e interno.

In sintesi, **la cattura massale non si è dimostrata sufficiente, da sola, a contenere i danni complessivi causati dalla cimice asiatica, in quanto tende a concentrare la pressione del fitofago sui frutti ai margini dell'impianto, in prossimità delle trappole di cattura**, con il risultato che la produzione complessiva non ne trae alcun beneficio.

## Perché il push & pull ha senso, e cosa manca

Repellenti naturali e cattura massale sono strumenti potenzialmente complementari che, integrati in un disegno push & pull, possono contribuire a rafforzare la difesa dei frutteti.

I dati disponibili confermano che la cattura massale, se impiegata da sola, ha un'efficacia parziale: consente di catturare molti adulti ma concentra la pressione della cimice lungo i margini, senza apportare un reale vantaggio in termini di riduzione dei danni complessivi. Questo effetto, tuttavia, non deve essere interpretato come un limite, bensì come una funzione strutturale del sistema, utile a confinare la pressione del fitofago

in aree più gestibili e a protezione delle porzioni interne degli impianti.

Diversi composti naturali hanno mostrato in laboratorio e in semicampo una repellenza elevata e persistente fino a 48 ore, ma le loro prestazioni in condizioni reali di campo restano da dimostrare. **La selezione delle molecole più efficaci e la verifica della loro persistenza nel tempo sono passaggi indispensabili per calibrare in modo corretto il bilanciamento tra attrazione e repulsione, che è il cuore del push & pull.**

Un primo test condotto su più campi nel 2025 con un prodotto commerciale a base di composti fenolici (foto 4), che in precedenti prove di semicampo svolte al di fuori del progetto aveva suggerito un effetto repellente, non ha prodotto risultati apprezzabili. Questo risultato non invalida però il principio del push & pull, ma evidenzia come **la scelta del repellente e la sincronizzazione con la componente attrattiva siano determinanti per ottenere un effetto sinergico.**

Non è infatti possibile stabilire se il mancato effetto sulla riduzione del danno complessivo rispetto al testimone, sia riconducibile a una ridotta efficacia del repellente oppure all'elevata capacità attrattiva del feromone aggregativo, tale da convogliare comunque gli adulti verso le aree marginali, concentrando così il danno sulle file esterne analogamente a quanto visto con la tecnica della cattura massale.

In prospettiva, ulteriori sperimentazioni potranno contribuire a colmare le lacune ancora presenti, valutando la stabilità dei repellenti, le modalità e la frequenza d'impiego, nonché la loro sostenibilità economica. In particolare, **soprattutto in regime di agricoltura biologica o per ridurre l'uso di insetticidi, il push & pull potrebbe essere integrato con trattamenti localizzati sulle file di bordo, sincronizzati ai picchi di densità dell'insetto previsti dal modello HHAL-S, massimizzando l'efficacia della difesa con un impatto contenuto su costi e ambiente.**

## Impiego di RNAi

Negli ultimi anni l'RNA interference (RNAi) è stato sfruttato come strumento biotecnologico: la sintesi e l'applicazione di molecole di RNA a doppia elica (dsRNA) consentono di spegnere (silenziare) geni vitali anche negli insetti fitofagi, con effetti che possono andare dalla mortalità alla riduzione dell'attività trofica. Nel progetto INTEGR.HALYS questo



**Foto 4** Dispenser del prodotto a base di composti fenolici utilizzato nelle prove di «push & pull»



**Foto 5** Applicazione ectopica di microgocce di dsRNA sull'addome di neanidi N2; l'area trattata è evidenziata dal cerchio tratteggiato

approccio, che segue un flusso consolidato nelle ricerche basate su RNAi, è stato applicato alla cimice asiatica per verificarne l'efficacia come possibile strumento di difesa biotecnologica.

### La sperimentazione

Nel progetto INTEGR. HALYS l'approccio RNAi ha seguito 3 fasi.

• **Individuazione dei geni target:** l'attività si è concentrata su due linee principali: geni metabolici, legati a funzioni vitali come metabolismo e sviluppo, e geni salivari, coinvolti nei processi di alimentazione e nel danneggiamento dei frutti. Per questi gruppi è stata condotta un'analisi bioinformatica sui trascrittori disponibili in banca dati per adulti e neanidi, con l'obiettivo di selezionare possibili geni target da silenziare in modo specifico coi dsRNA.

• **Sintesi e somministrazione del dsRNA:** sono stati disegnati e sintetizzati *in vitro* i dsRNA (lunghi circa 500 basi) diretti ai geni bersaglio, successivamente applicati in laboratorio principalmente sotto forma di microgocce sull'addome delle neanidi N2 (foto 5). Sono state inoltre realizzate prove con dsRNA nanoincapsulato in polimeri polisaccaridici, per valutarne la stabilità e l'efficacia.

• **Valutazione degli effetti:** l'efficacia è stata verificata sia in termini di silenziamento genico sia in termini di mortalità e comportamento alimentare.

### Risultati principali

Sono stati sviluppati numerosi dsRNA diretti contro diversi tipi di geni metabolici. L'applicazione topica di questi prodotti ha indotto livelli di silenziamento genico variabili in base al tipo

di gene e in base alla quantità di dsRNA applicata. In alcuni casi il silenziamento del gene bersaglio ha indotto anche una chiara mortalità delle neanidi di seconda età nei 15 giorni successivi al trattamento. Anche la preparazione e formulazione del dsRNA è risultata determinante. Combinando il dsRNA con polimeri polisaccaridici è possibile ottenere nanocapsule che proteggono la molecola nell'ambiente. In parallelo è stato osservato che in questa configurazione **il dsRNA è in grado di indurre silenziamento non soltanto nelle neanidi, ma anche in ninfe e adulti**. Questo risultato è particolarmente importante e rappresenta il primo caso di silenziamento genico indotto in adulti di cimice asiatica. L'applicazione su neanidi di seconda età di dsRNA diretti contro un gene salivare si è rivelata capace di indurre un buon silenziamento del gene bersaglio e di alterare alcune fasi dell'attività trofica: le neanidi trattate hanno infatti trascorso meno tempo nella penetrazione e nella fase di salivazione, limitando l'assunzione di linfa.

I risultati ottenuti nel progetto INTEGR. HALYS dimostrano che l'RNAi può colpire in modo mirato geni cruciali della cimice asiatica, con effetti che si traducono in maggiore mortalità o riduzione dell'attività trofica. Restano tuttavia ancora alcuni aspetti da chiarire e criticità da superare, tra cui la capacità del dsRNA nanoincapsulato di limitare la vitalità delle cimici adulte e la reale applicabilità della sua azione in campo. Sebbene la strategia basata sull'RNAi non sia ancora pronta per l'impiego operativo nei frutteti, i dati raccolti confermano la solidità scientifica dell'approccio e il suo potenziale come strumento biotecnologico per la difesa da cimice asiatica.

### Le prospettive future

Le attività sviluppate nel progetto INTEGR. HALYS confermano che la gestione della cimice asiatica richiede un insieme coordinato di strumenti.

Il modello fenologico HHAL-S, integrato con dati metereologici previsionali ha mostrato una buona capacità di anticipare i momenti critici della stagione, e rappresenta un importante supporto decisionale, utile per programmare gli interventi e migliorare l'efficacia della difesa. Inoltre, la sua disponibilità su piattaforma online ne favorisce la fruibilità a tecnici e imprese agricole.

Mentre sembra ormai dimostrato che la cattura massale non consente di contenere i danni da cimice asiatica, l'approccio push & pull meriterebbe ulteriori indagini, valutando sostanze repellenti più efficaci come, ad esempio, alcuni composti testati in laboratorio e semicampo che hanno fornito indicazioni incoraggianti.

L'impiego di formulati a base di dsRNA, capaci di indurre il silenziamento su specifici geni della cimice asiatica, rappresenta un'opzione di controllo altamente specifica, a basso impatto e potenzialmente integrabile nelle strategie di difesa esistenti. Rimangono da chiarire, però, vari aspetti cruciali quali la stabilità del dsRNA, la sua veicolazione in pieno campo e la durata dell'effetto sugli stadi mobili dell'insetto. A questi si aggiungono le criticità regolatorie per l'attuale normativa vigente in Europa che non prevede ancora autorizzazioni specifiche per i prodotti basati su dsRNA, impedendone al momento l'impiego operativo in campo.

Alla luce di queste considerazioni, il quadro che emerge conferma come l'evoluzione della difesa dalla cimice asiatica debba comunque passare attraverso un approccio integrato, capace di combinare strumenti previsionali, tecniche di controllo tradizionali e alternative, oltre che soluzioni biotecnologiche, favorendo al contempo il trasferimento delle conoscenze al campo, così da migliorare nel tempo efficacia e sostenibilità complessiva.

**Lara Maistrello, Elena Costi**

*Dipartimento di scienze della vita  
Università di Modena e Reggio Emilia*

**Antonio Masetti**

*Dipartimento di scienze e tecnologie  
agroalimentari - Università di Bologna*

**Giovanni Bernacchia, Lorenzo Osti**

*Dipartimento di scienze della vita  
e biotecnologie - Università di Ferrara*

**Stefano Civolani, Davide Boscolo**

*Dipartimento di scienze chimiche,  
farmaceutiche e agrarie - Università di Ferrara*

**Giacomo Vaccari, Stefano Caruso**

*Consorzio fitosanitario provinciale di Modena*

**Matteo Landi**

*Astra Innovazione e Sviluppo  
Faenza (Ravenna)*

**Luca Fagioli, Federica Manucci**

**Daniele Mirandola, Enrico Nardini**

**Edoardo Tamburini**

*Consorzio agrario di Ravenna*

**Simone Pesolillo, Mattia Dall'Ara**

**Maria Grazia Tommasini**

*Ri.NOVA Soc. Coop.  
Cesena (Forlì-Cesena)*