

Cereali e derivati

Tecniche per la difesa da insetti e acari

Le trappole più efficaci sono quelle a feromoni

di *Pasquale Trematerra*

Dipartimento Agricoltura, Ambiente e Alimenti dell'Università degli Studi del Molise

Strumenti e metodologie per il monitoraggio degli infestanti in mangimifici, molini, panifici, pastifici, biscottifici e industrie dolciarie

Gli artropodi (insetti e acari) legati alle derrate alimentari o agli ambienti di stoccaggio e trasformazione delle stesse generalmente sono suddivisi in quattro categorie, a seconda della biologia e delle abitudini alimentari.

- *Consumatori interni* (o primari): presentano uno stadio larvale che si sviluppa nel substrato alimentare. Facilmente riescono a bucare e ad attaccare derrate dure, come i cereali in granella o la pasta secca.
- *Consumatori esterni* (o secondari): hanno larve che vivono all'esterno della derrata infestata e attaccano substrati già danneggiati, prodotti trasformati, sfarinati, polveri e detriti, anche se diverse specie sono in grado di intaccare e cibarsi su materiali compatti. Oltre alle forme detriticole, tra i consumatori secondari si includono anche gli artropodi

che mangiano le muffe sviluppatesi sui prodotti alimentari.

- *Infestanti ubiquitari*: sono specie non necessariamente legate alle derrate e che riescono a nutrirsi anche di altri materiali. Tuttavia risultano ben adattate a vivere a stretto contatto con le attività umane e causano principalmente problemi igienico-sanitari negli ambienti antropici frequentati.
- *Presenze occasionali*: sono animali che non si cibano di derrate o di altri substrati prodotti dall'uomo, ma in gran parte entrano nelle abitazioni e negli edifici, compresi gli stabilimenti alimentari, dalle aree verdi esterne. Spesso sono attratti da condizioni climatiche favorevoli o da un comportamento fototropico.

Di seguito si riportano alcune notizie riguardanti le specie che più frequentemente si possono riscontrare all'interno di mangimifici, molini, panifici, pastifici, biscottifici e industrie dolciarie.

Consumatori interni (o primari)

Sitophilus oryzae – Calandra o punteruolo del riso

È una specie tendenzialmente termofila. La femmina riesce a deporre un numero variabile di uo-



**Alcuni insetti infestanti le derrate
e gli ambienti di conservazione
e trasformazione degli alimenti**

va, da 150 a più di 400, ma in particolari condizioni ambientali anche fino a 600. Con il rostro scava nel substrato alimentare una nicchia nella quale rilascia un singolo uovo per poi ricoprire il foro con saliva, materiale eroso e secreto delle ghiandole annesse all'apparato genitale. Lo sviluppo della larva e la fase di impupamento avvengono completamente all'interno della derrata infestata. Il ciclo di sviluppo può durare da poche settimane ad alcuni mesi a seconda dei valori di temperatura, umidità, tenore di anidride carbonica e densità di popolazione.

Con il 70% di umidità relativa, il ciclo biologico è di 26 giorni a 30 °C, di 43 a 21 °C e di 96 a 18 °C. Nei nostri climi si possono verificare 3-4 generazioni l'anno. L'adulto vive fino a 1 anno.

Anche se in grado di volare (in occasione di temperature superiori a 26 °C), si sposta solitamente camminando; in casi particolari, riesce a raggiungere in volo e attaccare i cereali in campo. Penetra agevolmente gli imballaggi in cerca di nuovi siti dove alimentarsi e deporre le uova.

Danni

È uno dei maggiori infestanti di cereali in granello e paste alimentari secche; in più attacca manioca, legumi e castagne essiccate, ghiande ecc. I danni sono provocati principalmente dalla larva all'interno del substrato infestato, ma anche l'adulto si ciba intaccando la derrata. Oltre che nei magazzini di granaglie, risulta essere molto comune in pastifici e depositi di stoccaggio della pasta confezionata, si ritrova in supermercati, negozi e dispense dei consumatori.

Note

Indistinguibile nell'aspetto è il consimile *Sitophilus zeamais* (calandra o punteruolo del mais), che si differenzia solo nella forma dell'apparato genitale, oltre che per caratteri morfologici minimi. La biologia è del tutto analoga a quella riportata per il punteruolo del riso; gli adulti hanno una maggiore propensione al volo.

Sitophilus granarius – Calandra o punteruolo del grano

La biologia è analoga a quella della precedente specie. La femmina depone da poche decine a circa 350 uova all'interno del substrato alimentare. L'intero ciclo di sviluppo può richiedere da 26-50 giorni a diversi mesi e in un anno si possono avere 3-6 generazioni.

Sverna di norma come adulto e avvia l'attività riproduttiva quando la temperatura supera i 12 °C. Allo stadio adulto vive diversi mesi, anche 8-9, e si sposta esclusivamente camminando giacché non possiede le ali.

Danni

Specie legata soprattutto alle cariossidi di vari cereali, ai semi di leguminose e alle paste alimentari. A differenza dei congeneri *Sitophilus oryzae* e *Sitophilus zeamais*, il punteruolo del grano non risulta essere così comune nelle industrie di seconda trasformazione del frumento (ad esempio i pastifici) e negli stabilimenti di stoccaggio dei prodotti finiti, ma è molto diffuso nei magazzini di cereali, compresi i sili per le materie prime nei molini.

***Lasioderma serricorne* – Lasioderma o anobio del tabacco**

Le femmine depongono fino a un centinaio di uova, singolarmente o in gruppi di 4-5, sopra o vicino alla derrata. L'incubazione dura 20-22 giorni a 20 °C e 5-6 giorni a 35 °C. Le larve appena nate forano il substrato, scavando gallerie di sezione circolare; a maturità si impupano in una piccola cella coperta da rosura ed escrementi.

In condizioni ottimali di 30 °C e 70% di umidità relativa, il ciclo di sviluppo si compie in 26 giorni, ma può richiedere anche fino a 7 mesi in situazioni ambientali meno favorevoli. Solitamente la specie completa 2-3 generazioni l'anno, ma tale numero può variare da 1 a 7, in funzione delle condizioni ambientali.

L'adulto vive da 14 a 50 giorni; vivace nei movimenti, vola quando la temperatura supera i 24 °C, riuscendo a spostarsi anche per lunghe distanze e in aree esterne alle strutture. La specie è in grado di forare le confezioni che contengono i prodotti alimentari.

Danni

È un'infestante particolarmente dannoso per tabacco (grezzo o lavorato) e cereali, sfarinati, pasta, prodotti da forno, spezie, frutta secca, camomilla, legumi, fave di cacao, semi oleosi, carta, legno, tessuti, crine, pelli e prodotti di origine animale, tra cui pesce secco.

***Stegobium paniceum* – Stegobio o anobio del pane**

La biologia è affine a quella descritta per l'anobio del tabacco. Il ciclo di sviluppo si compie entro 40 giorni in condizioni ottimali di 30 °C e 60-90% di umidità relativa. Ogni anno, in funzione della temperatura, si succedono da 1 a 4 generazioni.

Gli adulti, ottimi volatori, vivono fino a 8 settimane; contrariamente ad altre specie di anobidi, lo stegobio rifugge la luce. Le larve, in grado di sopravvivere in condizioni di bassa umidità ambientale, sono abbastanza resistenti a situazioni ambientali sfavorevoli. Come *Lasioderma serricorne*, la specie riesce a forare gli imballaggi usati per contenere i prodotti alimentari.

Danni

Attacca un gran numero di derrate, preferendo però quelle ricche di amido come cereali, farine, pasta, prodotti da forno e dolci. Infesta anche altre sostanze secche, tra le quali cacao, frutta secca, spezie, carta, tappeti e tappezzerie, imbottiture di materassi ecc. Può danneggiare erbari e collezioni zoologiche.

***Rhyzopertha dominica* – Cappuccino dei cereali**

È una specie termofila, ampiamente distribuita nei Paesi tropicali e subtropicali, ma anche nelle zone temperate. La femmina depone da 200 a 500 uova, distribuite direttamente sul substrato alimentare, isolatamente o in piccoli ammassi. Appena nata, la larva inizia a scavare una galleria nella derrata, all'interno della quale completa il suo sviluppo fino allo stadio adulto. Alle condizioni ottimali di 34 °C e 70% di umidità relativa, il ciclo si compie in 25 giorni, a 22 °C impiega 84 giorni, mentre a temperature inferiori a 18 °C l'insetto non si evolve. In un anno si possono avere 4-5 generazioni.

L'adulto, che vive da 4 a 8 mesi, è capace di volare anche su lunghe distanze per la ricerca del cibo. In casi particolari, è in grado di attaccare i cereali direttamente in campo. La specie penetra agevolmente attraverso gli imballaggi dei prodotti alimentari.

Danni

Danneggia di preferenza cariossidi di cereali, pasta alimentare e prodotti da forno; inoltre, attacca legno (suo probabile substrato alimentare ancestrale), noci, fagioli, frutta secca, manioca ecc. I danni maggiori sono da attribuirsi alle larve, ma anche gli adulti hanno la necessità di alimentarsi sulle stesse derrate. In Italia il cappuccino è molto comune negli stoccaggi di cereali in granella, meno nelle industrie di trasformazione, quali molini e pastifici.

Consumatori esterni (o secondari)***Tribolium confusum* – Tribolio nero o tribolio della farina**

La femmina depone 350-500 uova, numero che può arrivare anche a più di 900, rilascian-

done 1-15 al giorno direttamente sulla derrata. A 30-32 °C e 70% di umidità relativa, il ciclo biologico si compie in 25 giorni, ma può durare anche fino a 3 mesi con valori termici inferiori; a temperature maggiori di 37,5 °C e minori di 20 °C non riesce a completare lo sviluppo. Il numero di generazioni annue è variabile e il ritmo riproduttivo risulta essere continuo in condizioni climatiche favorevoli. L'adulto vive anche 2-3 anni nutrendosi dello stesso substrato della larva; si sposta normalmente sulle zampe, pur possedendo le ali; occasionalmente e con temperature alte vola. La specie di solito non riesce a penetrare attraverso gli imballaggi.

Danni

È uno dei principali infestanti della filiera cerealicola, dai magazzini di stoccaggio alle industrie di trasformazione, fino alle dispense dei consumatori. Tipicamente detriticolo, si nutre essenzialmente di sfarinati e granaglie, specie se già danneggiate, pur attaccando anche altre derrate di origine vegetale. È in grado di vivere anche su un substrato alimentare composto esclusivamente da muffe.

In seguito a un'infestazione protratta per 2-3 mesi, la farina tende ad assumere un odore sgradevole e un colore rosa brunoastro, dovuti a chitoni emessi dagli adulti, con conseguente alterazione delle caratteristiche organolettiche e reologiche.

***Tribolium castaneum* – Tribolio castano o tribolio della farina**

La biologia è analoga a quanto riportato per la specie precedente. La femmina depone da 300 a 500 uova (ma anche fino a 950). Le larve neonate sono subito attive e raggiungono la maturità in pochi giorni. Alle condizioni ottimali di 32-35 °C con umidità relativa superiore al 70%, il ciclo biologico si compie in 20 giorni. Rispetto a *Tribolium confusum*, il tribolio castano predilige valori termici più elevati e il suo sviluppo avviene in un range di temperatura compreso tra 22,5 e 40 °C. L'adulto è in grado di vivere 15-20 mesi e, pur spostandosi solitamente camminando, con il caldo mostra una certa propensione al volo.

Danni

Risulta essere uno degli infestanti detriticoli più frequenti negli stabilimenti alimentari della filiera cerealicola. Polifago, vive a spese di farina, semola, cereali danneggiati, pasta, frutta secca, mandorle ecc. Le farine infestate da lungo tempo, fino a 2 o 3 mesi, assumono un colore rosa bruno e un odore sgradevole.

***Plodia interpunctella* – Tignola fasciata**

La femmina rilascia sul substrato alimentare da 150 a 400 uova, isolate o in gruppetti. Dopo un'incubazione di 3-14 giorni, fuoriescono larve di circa 1 mm che iniziano ad alimentarsi sulla superficie della derrata, passando poi ad intaccare anche l'interno. Durante la loro attività tessono un'abbondante tela sericea, con la quale arrivano ad avvolgere completamente il substrato alimentare. La durata della vita larvale oscilla tra 3 settimane e 10 mesi. L'incrisalidamento, che si protrae per circa 9 giorni, avviene in bozzolotti sericei affusolati collocati dentro crepe o anfratti.

Il ciclo biologico si compie in 26 giorni a 30 °C e 70% di umidità relativa. A temperature inferiori a 20 °C una parte delle larve entra in diapausa, prolungando il proprio sviluppo; il ciclo diventa più duraturo anche a valori bassi di umidità relativa (25%), situazione ambientale che causa un'alta mortalità degli stadi preimmaginali. Al di sotto di 15 °C non riesce a completare lo sviluppo. In un anno si susseguono 3-4 generazioni e lo svernamento avviene come larva matura.

Gli adulti vivono da 7 a 15 giorni; si spostano con volo attivo e in estate possono rinvenirsi anche in ambienti esterni alle strutture. Le larve, munite di robusto apparato boccale masticatore, riescono a penetrare attraverso gli imballaggi dei prodotti alimentari confezionati.

Danni

A livello mondiale è l'insetto infestante le derrate economicamente più importante. Le larve, estremamente polifaghe, si ritrovano soprattutto su cereali e derivati come sfarinati, pasta e prodotti da forno, ma anche su una gran varietà di alimenti di origine vegetale, quali semi oleosi,

frutta secca, spezie ecc., e animale, ad esempio la carne essiccata. La tignola fasciata è frequente anche nelle abitazioni e nei negozi di prodotti alimentari.

***Ephestia kuehniella* - Tignola grigia delle farine**

La biologia è per molti aspetti analoga a quella di *Plodia interpunctella*. La femmina depone mediamente 100-400 uova (fino a un massimo di 600), fissate al substrato e isolate. Le larve tessono abbondanti fili sericei sulla derrata e si impupano generalmente in piccole fessure. Il ciclo può durare da 30 giorni a 6 mesi a seconda della disponibilità di cibo e delle condizioni ambientali, con 1-5 generazioni l'anno. Rispetto alla tignola fasciata è più tollerante a valori di umidità minimi.

Lo sfarfallamento degli adulti avviene durante tutto l'anno; questi, più che fare lunghi voli, si spostano camminando e si raccolgono negli angoli bui e meno ventilati. Vivono da 7 a 15 giorni; l'accoppiamento e la deposizione delle uova avvengono anche in assenza di alimentazione. Allo stadio larvale è in grado di forare imballi in cartone e film plastici.

Danni

Infestante tipico dei cereali e degli sfarinati, si può sviluppare anche a carico di prodotti da forno, pasta, legumi, frutta secca, nocciole, mandorle, castagne secche, cioccolata, carne essiccata e reperti zoologici. È una delle specie più comuni nelle industrie molitorie, presente sia nei locali sia in macchinari e condutture; in quest'ultimo caso, se la popolazione di larve è elevata riesce a provocare intasamenti con le bave sericee. Si trova frequentemente anche nelle industrie di seconda trasformazione, come pastifici e fornerie, e nei magazzini di prodotti confezionati.

***Ephestia (cadra) cautella* – Cadra o tignola della frutta secca**

La biologia e il comportamento sono comparabili con quelli delle due specie precedenti.

La femmina produce 100-350 uova, deponendole in piccoli gruppetti sul substrato alimentare. Il ciclo di sviluppo è condizionato principalmente

dai valori termici; in condizioni favorevoli di temperatura a 30 °C e umidità relativa del 75% viene completato in 26 giorni. In un anno di solito si possono succedere 2-4 generazioni, in funzione anche delle derrate attaccate. Gli adulti, che vivono solo pochi giorni (3-12), non si nutrono.

Danni

Infesta soprattutto cacao, nocciole e frutta secca, ma attacca anche cereali, sfarinati e altri prodotti derivati. È un ospite tipico delle industrie dolciarie, tuttavia può essere frequente in altri stabilimenti di trasformazione della filiera cerealicola, come molini e pastifici, e nei magazzini per lo stoccaggio dei prodotti finiti.

***Cryptolestes ferrugineus* – Criptolestes**

La femmina depone fino a 300 uova direttamente sulla derrata, con un ritmo di circa 6 al giorno. A 32 °C e umidità relativa del 75% il ciclo di sviluppo viene completato in 20 giorni, ma al variare dei valori termici e di umidità tale periodo si allunga. Nell'arco dell'anno solitamente si contano 3 generazioni. Preferisce ambienti piuttosto umidi; infatti, quando l'umidità è inferiore al 40-50% la mortalità diventa molto elevata e lo sviluppo di uova e larve si arresta. La longevità degli adulti, che vivono fino a 6-9 mesi, tende ad aumentare al decrescere della temperatura.

Allo stadio adulto è in grado di spostarsi anche in volo quando i valori termici sono superiori a 23 °C. Di solito non è capace di perforare gli imballaggi dei prodotti alimentari.

Danni

Specie detriticola che non riesce a intaccare semi integri o substrati duri. È polifaga su numerose derrate vegetali, ma predilige i cereali danneggiati, gli sfarinati e i prodotti cerealicoli in generale; attacca anche legumi, frutta secca, cacao, caffè, semi oleosi e spezie essiccate. Riesce a svilupparsi su substrati composti da sole muffe.

Note

I congenerici *Cryptolestes pusillus* e *Cryptolestes turcicus* sono pressoché indistinguibili a occhio

nudo da *Cryptolestes ferrugineus* e presentano abitudini alimentari e biologia analoghe.

***Oryzaephilus surinamensis* – Silvano**

La femmina può deporre da 150 a 300 uova, singolarmente o in piccoli gruppi, direttamente sul substrato alimentare. La larva è libera, a maturità costruisce un ricovero con detriti cementati insieme e dopo circa una settimana fuoriesce l'adulto.

Alle condizioni ottimali di 30-32,5 °C con il 70-90% di umidità relativa il ciclo biologico si compie in 20 giorni; a 20 °C è completato in 12-15 settimane. Durante l'anno si susseguono, in funzione delle caratteristiche ambientali e della disponibilità di cibo, anche 8 generazioni. L'adulto può vivere fino a 3 anni, generalmente da 6 a 10 mesi; si sposta veloce sulle zampe e solo raramente vola.

La specie è ben adattata ad ambienti sia tropicali sia temperati, tollerando condizioni climatiche fresche e con bassa umidità; per queste caratteristiche ecologiche può spostarsi all'esterno degli stabilimenti alimentari, soprattutto nel periodo estivo. Di solito non penetra attraverso gli imballaggi dei prodotti finiti.

Danni

Detriticolo, vive a spese di un gran numero di derrate di origine vegetale, prime fra tutte le granaglie e i prodotti cerealicoli, ma anche frutta secca, semi, noci, spezie, tabacco, zucchero ecc. I maggiori danni sono provocati dalle larve.

Note

Quasi indistinguibile è *Oryzaephilus mercator*, che si differenzia per avere la tempia più breve dell'occhio. Causa il medesimo tipo di danno sulle stesse derrate del congenerico silvano; simili sono anche i comportamenti.

***Typhaea stercorea* – Tifea o coleottero peloso dei funghi**

È un coleottero che, a causa delle sue abitudini alimentari, si trova soprattutto nei luoghi umidi, in tutti i suoi stadi vitali. La femmina produce un

numero variabile di uova, a seconda delle condizioni ambientali e della disponibilità di cibo, deponendole nelle vicinanze o sopra la derrata.

Il ciclo di sviluppo dura 21-33 giorni con valori termici di 25 °C e in presenza di un'umidità relativa dell'80-90%. L'adulto si muove velocemente sulla derrata o negli ambienti infestati; è molto frequente che si sposti volando. Si può rinvenire anche nelle aree esterne delle strutture di stoccaggio e delle industrie alimentari, oppure nei campi di cereali. Generalmente non riesce a perforare gli imballaggi dei prodotti alimentari.

Danni

Specie micetofaga, si sviluppa a spese di muffe che crescono sulle derrate alimentari, in particolare sui prodotti cerealicoli. A causa della sua dieta e degli ambienti a volte malsani che frequenta, può rappresentare un pericoloso vettore di organismi micotossigeni e agenti patogeni.

***Acarus siro* – Acaro della farina**

In condizioni ambientali favorevoli, la femmina depone da 20 a 30 uova al giorno, fino a un totale di 800 nell'arco della sua vita da adulto (40 giorni circa). Il ciclo biologico si completa in 17 giorni con una temperatura che va da 18 °C a 22 °C; tuttavia, se i valori scendono a 10-16 °C lo sviluppo richiede 4 settimane circa.

L'acaro della farina non riesce a sopravvivere in ambienti con umidità relativa inferiore al 60%. Allo stadio di ipopio è in grado di resistere per settimane o mesi a situazioni ambientali sfavorevoli, come bassa umidità e scarsità di nutrimento, per poi riprendere il suo sviluppo normale quando cessano le condizioni avverse. L'acaro della farina non penetra attraverso gli imballaggi dei prodotti alimentari, se integri e ben sigillati.

Danni

Le derrate maggiormente infestate sono il frumento già danneggiato e la farina; attacca anche semi oleosi, formaggi, latte in polvere, lieviti e alcune specie di funghi. Gli alimenti aggredi-

ti sono resi inutilizzabili in quanto l'azione nociva non è limitata solo alla distruzione del substrato, ma anche a modificazioni fisico-chimiche o biologiche dello stesso. La presenza di una forte pullulazione, con numerosi individui, escrementi e spoglie, rende sgradevole l'odore delle farine. Spesso provoca allergie, dermatiti, asma e disturbi gastrici.

Note

Altre specie di acari possono infestare le derrate alimentari, tra cui i prodotti cerealicoli. Si ricordano *Acarus immobilis*, *A. farris*, *Tyrophagus putrescentiae* e *Glycyphagus domesticus*.

Insetti ubiquitari

***Blatta orientalis* – Blatta orientale o scarafaggio nero**

È rinvenibile in vari ambienti antropici, tra cui le industrie alimentari; di frequente entra anche nelle abitazioni. Nel corso della sua vita da adulto, la femmina depone 5-10 ooteche, rilasciate nelle adiacenze del substrato alimentare e contenenti al massimo 16 uova ognuna.

La durata dello sviluppo dipende dalle condizioni ambientali: a 30 °C impiega 160-180 giorni, ma in situazioni meno favorevoli il ciclo dura fino a 2 anni. Nell'arco dei dodici mesi, di solito, si conta un'unica generazione. L'adulto vive 4-5 mesi, ma in particolari condizioni anche fino a 1-2 anni.

La specie ha comportamento lucifugo e frequenza di preferenza luoghi caldi e umidi. Resiste comunque a temperature inferiori rispetto alle altre blatte infestanti. In alcuni casi è in grado di penetrare attraverso gli imballaggi dei prodotti confezionati.

Danni

Si nutre su un gran numero di materie organiche: alimenti vari di origine vegetale e animale, sostanze in fermentazione, feci, tessuti, carta, cuoio ecc. I danni maggiori sulle derrate consumate sono di tipo indiretto. Vista la frequentazione di ambienti poco salubri o inquinati (servizi igienici, reti fognarie, depositi di immondizie

ecc.), infatti, può essere un pericoloso vettore di malattie per l'uomo, come ad esempio la dissenteria, la gastroenterite, il tifo e la poliomielite. Riesce a veicolare anche vermi nematodi e cestodi. Inoltre, attraverso speciali ghiandole, chiamate "repugnatorie", emette un odore nauseabondo che impregna i cibi contaminati. La sua presenza può essere causa di reazioni allergiche.

Note

Altre specie possono infestare le derrate; si ricordano *Periplaneta americana* e *Blattella germanica*.

***Musca domestica* – Mosca domestica**

Le femmine depongono le uova in gruppi di 100-150 direttamente sul substrato in cui si svilupperanno le larve. Il substrato è costituito essenzialmente da materiale organico umido (e non liquido) in decomposizione, soprattutto letame e rifiuti di varia origine. In condizioni ottimali ogni femmina riesce a produrre più di 900-1.000 uova in totale. L'incubazione, a seconda della temperatura, dura da 8 a 48 ore. Le larve si alimentano per un minimo di 3 giorni e un massimo di alcune settimane, in funzione del substrato e delle condizioni climatiche, per poi portarsi in zone più asciutte dove si impupano. A 16 °C il ciclo biologico si completa in 45-51 giorni, a 25 °C in 14-16 giorni, a 35 °C in 8-10 giorni. Durante il periodo primaverile-estivo, quindi, si possono avere fino a 3-4 generazioni al mese.

Gli adulti sono presenti per tutto l'anno, ma i picchi di popolazione si hanno in tarda estate-inizio autunno. Solitamente vivono 30-60 giorni. Riescono a spostarsi in volo per quasi 6-10 chilometri anche se la loro attività normalmente è confinata in un raggio di 400-1.500 m, soprattutto nel caso di aree ricche di cibo e siti per la deposizione delle uova. Si nutrono di sostanze organiche liquide o di cibi solidi solubili, principalmente zuccherini, liquefacendoli con il rigurgito salivare. Sono attirati dalla luce.

Danni

Si nutre di qualsiasi materia organica, dalle derrate alimentari a sostanze in putrescenza o

escrementi. Frequenta soprattutto discariche, cassonetti dell'immondizia, allevamenti, cumuli di letame, fogne, magazzini di derrate e industrie alimentari, ma anche altri habitat antropici.

È uno dei più pericolosi insetti vettori di organismi patogeni per l'uomo. Mediante il riassorbimento del rigurgito, l'adulto ingoia germi che si possono accumulare nell'apparato digerente e con i quali contamina, tramite la saliva o gli escrementi, gli altri substrati visitati. I microrganismi vengono diffusi anche mediante il trasporto passivo sul proprio corpo.

Dalla mosca domestica sono stati isolati oltre 100 agenti patogeni per l'uomo e gli animali domestici. Tra le principali malattie umane si ricordano la salmonellosi e le dissenterie da *Shigella*, il colera, la poliomielite ecc.

Strumenti e metodologie per il monitoraggio

Per avere un'effettiva conoscenza delle specie infestanti e della loro distribuzione all'interno di un'industria o di un magazzino, bisogna implementare un piano di monitoraggio razionale delle entità indesiderate.

L'insieme degli interventi può essere impostato in modo differente a seconda della situazione da indagare, ma normalmente costituisce la base per la programmazione delle strategie di prevenzione e di lotta contro le infestazioni. Inoltre, le stesse metodologie di rilevazione rendono verificabili nel tempo gli esiti delle azioni intraprese per la gestione delle emergenze riscontrate.

Le strategie per il monitoraggio in molini, pastifici, industrie dolciarie ecc. possono prevedere sia l'impiego di trappole, che forniscono dati numerici riguardanti il grado di presenza degli animali da controllare, sia le ispezioni visive, con le quali si ottengono informazioni qualitative o semi-quantitative sul livello di infestazione presente.

L'installazione di una rete di trappole risulta essere il metodo più utilizzato nel monitoraggio degli insetti all'interno delle industrie alimentari.

I sistemi di cattura in commercio sono di varia tipologia, con meccanismi di richiamo e intrappo-

lamento differenti, e devono essere scelti a seconda degli ambienti e delle specie da monitorare.

Il metodo più diffuso per monitorare gli insetti all'interno delle industrie alimentari consiste nell'installare trappole di cattura

Trappole a sonda (del tipo *pitfall* o *probe*)

Sono impiegate all'interno di magazzini e sili con cereali in granella e sono costituite generalmente da cilindri o coni muniti di pareti forate, in modo da permettere l'ingresso degli insetti di piccole dimensioni. Possono essere attivate anche con attrattivi e/o feromoni di sintesi.

Trappole alimentari per insetti striscianti

Contengono sostanze alimentari che riescono ad attirare numerose specie infestanti: coleotteri, blatte, psocotteri, larve di lepidotteri e acari. La cattura avviene trattenendo gli esemplari in un cibo particolarmente appetito oppure invischinandoli su superfici collose o in oli alimentari. La loro azione attrattiva può essere potenziata mediante l'aggiunta di feromoni di sintesi.

Trappole alimentari per insetti volatori

Sono utilizzate generalmente per il monitoraggio di ditteri (mosche, mosconi e moscerini). Tali insetti vengono adescati mediante liquidi alimentari, nei quali restano bloccati gli esemplari catturati. La loro azione attrattiva può essere aumentata con inneschi contenenti feromoni di sintesi.

Trappole luminose

Si basano sull'attrazione che determinano i raggi appartenenti all'ultravioletto o ad altre

bande luminose (ad esempio, il blu e il verde) su numerose specie di ditteri, lepidotteri, coleotteri ecc. Nelle tipologie di trappole più datate l'insetto viene fulminato da una griglia elettrica, ma gli stessi frammenti prodotti possono diventare agenti di contaminazione degli alimenti. Il problema è risolto con l'installazione di trappole luminose munite di pannelli collanti sui quali restano invischiati gli esemplari infestanti catturati.

Trappole cromotropiche

Sfruttano l'attrazione che determinati colori (soprattutto il giallo) hanno verso diverse specie di ditteri. Sono di solito costituite da pannelli di plastica colorata, ricoperti con una sostanza vischiosa; per tale motivo non risultano adatte ad ambienti polverosi.

Trappole a feromoni

Utilizzano il potere adescante di alcuni composti chimici di sintesi che "mimano" l'azione di sostanze naturali emesse dagli insetti nel corso delle loro comunicazioni intraspecifiche. Il disegno della trappola può essere molto vario a seconda dell'infestante e degli ambienti da monitorare. Mentre per gli insetti striscianti si utilizzano le stesse tipologie di trappole alimentari già considerate in precedenza con l'aggiunta del feromone, per i lepidotteri delle derrate e per gli anobidi esistono in commercio trappole specifiche con il solo attrattivo feromonico. In quest'ultimo caso i sistemi di cattura possono essere a forma di pagoda o a delta, munite di fondo e pareti collose, oppure a imbuto, con un contenitore in cui finiscono gli esemplari catturati. Le prime sono generalmente installate nei magazzini o nei reparti di lavorazione che producono poca polvere, vista la presenza della colla, mentre le seconde sono adatte anche agli ambienti polverosi, come i reparti di molitura dei cereali o i locali per lo stoccaggio degli sfarinati.

Il feromone di sintesi viene rilasciato lentamente mediante microprovette in polietilene (o altro materiale plastico) o supporti in gomma imbevuti del composto chimico.

Grazie all'azione attrattiva dei feromoni, tali

trappole sono quelle che hanno l'efficacia maggiore per il monitoraggio di gran parte degli insetti infestanti le derrate alimentari.

Feromoni e attrattivi alimentari

In natura i feromoni sono composti che gli insetti emettono per la comunicazione intraspecifica, ma che impiegano anche per quella interspecifica (difesa o offesa verso altre specie). Pur esistendo in natura diverse tipologie, da un punto di vista applicativo, i richiami odorosi utilizzati per la produzione dei feromoni commerciali sono essenzialmente quelli sessuali e di aggregazione.

Nel primo caso si tratta di sostanze contenute nei richiami chimici volatili emessi dalle femmine al fine di attirare i maschi per l'accoppiamento. Tali feromoni sono basilari nella biologia di specie i cui adulti vivono per breve tempo, spesso senza alimentarsi, come ad esempio i lepidotteri



Dispenser feromonici e trappole utilizzati nella lotta agli insetti infestanti le derrate alimentari

delle derrate e i coleotteri anobidi. Gli adescanti sessuali in commercio, nella gran parte dei casi, attraggono esclusivamente i maschi. Hanno un raggio d'azione abbastanza ampio e le trappole possono essere posizionate a 10-15 m di distanza una dall'altra.

I feromoni sintetici di aggregazione, invece, riproducono gli odori, emessi generalmente dai maschi, che servono per attirare i conspecifici verso una risorsa alimentare appetibile. Di solito sono prodotti da insetti che allo stadio adulto vivono per un periodo prolungato e hanno la necessità di cibarsi, come ad esempio numerosi coleotteri. I richiami in commercio attirano sia i maschi sia le femmine, ma hanno un raggio d'azione più contenuto rispetto a quelli sessuali; per tale motivo le trappole andrebbero installate al massimo a 5 m di distanza una dall'altra.

Per quanto riguarda le trappole con innesco alimentare, anche se a volte considerate meno efficaci di quelle feromoniche, spesso costituiscono l'unico mezzo valido per il campionamento di numerosi artropodi. In commercio esistono vari supporti, quali oli (tra cui oli essenziali naturali), soluzioni liquide o preparati solidi, che contengono gli odori efficaci per attirare insetti e acari. Tali adescanti devono essere competitivi rispetto ai substrati alimentari già disponibili negli ambienti da monitorare; di conseguenza sono costituiti da estratti concentrati, a volte specifici per il richiamo di particolari entità infestanti, come nel caso di blatte e ditteri, ma spesso generici per la cattura di vari gruppi di insetti, quali ad esempio i coleotteri e le larve dei lepidotteri. Come riportato, il feromone può essere aggiunto alla sostanza alimentare stessa per avere un effetto sinergico tra i due attrattivi.

Una corretta identificazione specifica degli esemplari catturati o rilevati nei sopralluoghi è necessaria per avere informazioni sulle cause che hanno determinato una certa emergenza. Infatti, a seconda dell'entità, si riesce spesso a stabilire le modalità di ingresso dell'infestante nella struttura o i fattori che hanno favorito la sua proliferazione.

A seguito della sintesi e della commercializzazione dei feromoni, sono stati registrati notevoli progressi anche nell'applicazione di tali se-

miochimici per il controllo diretto degli insetti legati alle derrate e ai prodotti alimentari in via di trasformazione. In particolare, le tecniche impiegate si avvalgono soprattutto dei feromoni sessuali, i più attivi come adescanti nelle trappole, e sono rappresentate da: cattura massiva (*mass-trapping*), metodo attratticida (*lure-and-kill*) e confusione sessuale (*mating-disruption*).

La cattura massiva, il metodo attratticida e la confusione sessuale sono tecniche risolutive quando il numero di insetti è contenuto e si agisce su un'area limitata e protetta da possibili fonti di reinfestazione

Generalmente tali metodologie risultano risolutive solo in situazioni particolari, quando la presenza di insetti è contenuta e si opera in un'area circoscritta e ben separata da altre possibili fonti di reinfestazione.

Cattura massiva (o *mass-trapping*)

Questo metodo consiste nella cattura di un gran numero di individui infestanti, con la conseguente diminuzione di densità della popolazione. Come è noto, ad esempio, i feromoni sessuali di sintesi, così come quelli prodotti dalla femmina di una determinata specie, richiamano soltanto i maschi. Di conseguenza ogni tentativo di sopprimere un'infestazione con il solo intrappolamento richiede una quantità elevata di catture (intorno al 90-95%), in modo tale da evitare l'accoppiamento in quasi tutte le femmine presenti.

Di fronte ad una popolazione numerosa le possibilità di incontro tra esemplari dei due sessi sono piuttosto frequenti e il *mass-trapping* risulta difficile da attuare; al contrario, in situazioni più contenute, i maschi hanno minore possibilità di trovare le femmine e la cattura

massiva può, in teoria, ridurre la densità a livelli biologici poco significativi. Da considerare, inoltre, è la possibilità di ingresso nelle strutture di femmine già gravide e quindi pronte a deporre le uova e rinnovare la popolazione infestante.

Esperimenti di *mass-trapping* non sono facili da condurre a causa della scarsa possibilità di replicazione, tuttavia vari studi hanno evidenziato risultati positivi nei confronti di *Ephestia cautella*, *Ephestia kuehniella*, *Plodia interpunctella* e *Lasioderma serricorne*.

Metodo attratticida

Tale tecnica si basa sull'utilizzo contemporaneo di un feromone o di un altro attrattivo e di un biocida, abbinati su una superficie limitata. La specie *target*, seguendo il richiamo della fonte attrattiva, finisce per poggarsi sull'area cosparsa di insetticida chimico, oppure di un altro biocida (ad esempio un patogeno), che ne causa la morte con effetto abbattente o per contaminazione irreversibile. Nel caso del feromone sessuale, la sua efficacia si può estendere dai maschi alle femmine, a seguito della trasmissione del biocida durante il corteggiamento o la copula. Se si utilizza un attrattivo aspecifico, l'effetto potrebbe essere ulteriormente ampliato alle entità vicine, in grado di rispondere alla stessa fonte di richiamo.

Il metodo attratticida fornisce possibilità e limitazioni applicative simili alla cattura massiva; tutta-

via sono stati ottenuti risultati promettenti, soprattutto in Italia, sia all'interno dei molini, nel controllo di *Ephestia kuehniella*, sia nei reparti di industrie alimentari per il contenimento di *Ephestia (Cadra) cautella*. Interessanti esiti, anche se preliminari, sono stati riportati nella lotta a *Plodia interpunctella*.

Confusione sessuale (o *mating-disruption*)

La confusione sessuale di un insetto può essere ottenuta con un singolo meccanismo o con la combinazione di più meccanismi: esposizione ad un livello elevato di feromone, sino ad arrivare all'adattamento dei recettori antennali dei maschi, esposizione a un livello sufficientemente alto di feromone, in grado di mascherare i richiami naturali delle femmine consimili, applicazione di numerose fonti di emissione di feromone sintetico, in modo da distogliere la ricerca del partner per l'accoppiamento.

Le possibilità applicative e i limiti della confusione sessuale sono analoghi a quanto riportato per i due metodi precedenti. Esperimenti con risultati positivi al riguardo sono stati condotti nei confronti di *Ephestia cautella* e di *Plodia interpunctella*, sia in condizioni di laboratorio sia in simulazioni pratiche, come pure verso *Ephestia kuehniella*. Interessanti applicazioni di inibizione dell'accoppiamento sono note anche per *Lasioderma serricorne* e *Stegobium paniceum*.

Per saperne di più

- Trematerra P. (2012), *Advances in the use of pheromones for stored-product protection*, J. Pest Science, doi: 10.1007/s10340-011-0407-9.
- Trematerra P., Gentile P. (2008), *Gli animali infestanti in molini e pastifici e loro gestione*, Chiriotti Editori, Pinerolo, pp. 1-104.
- Trematerra P., Gullino M.L. (2009), *Tecnologie diffuse ed efficaci per la difesa di cereali e prodotti derivati, Tecnica molitoria*, 60(12), pp. 142-152.
- Trematerra P., Süss L. (2007), *Prontuario di entomologia merceologica e urbana. Con note morfologiche, biologiche e di gestione delle infestazioni*, Aracne Editrice, Roma, pp. 1-160.

Tabella

Principali lepidotteri e coleotteri infestanti mangimifici, molini, panifici, pastifici, biscottifici e industrie dolciarie, per i quali i feromoni sono stati identificati e sono disponibili in commercio

SPECIE	SESSO PRODUTTORE	TIPO DI FEROMONE	REPERIBILITÀ COMMERCIALE
Lepidotteri			
<i>Corcyra cephalonica</i>	M	S	Sì
<i>Galleria mellonella</i>	M	S	Sì
<i>Ephestia cautella</i>	F	S	Sì
<i>Ephestia elutella</i>	F	S	Sì
<i>Ephestia figulilella</i>	F	S	Sì
<i>Ephestia kuehniella</i>	F	S	Sì
<i>Plodia interpunctella</i>	F	S	Sì
<i>Sitotroga cerealella</i>	F	S	Sì
<i>Tineola bisselliella</i>	F	S	Sì
<i>Tineola pellionella</i>	F	S	Sì
<i>Nemapogon granellus</i>	F	S	Sì
Coleotteri			
<i>Anthrenus flavipes</i>	F	S	Sì
<i>Anthrenus verbasci</i>	F	S	Sì
<i>Attagenus unicolor</i>	F	S	Sì
<i>Dermestes maculatus</i>	M	A	Sì
<i>Trogoderma glabrum</i>	F	A - S	Sì
<i>Trogoderma granarium</i>	F	A - S	Sì
<i>Trogoderma inclusum</i>	F	A - S	Sì
<i>Trogoderma variabile</i>	F	A - S	Sì
<i>Lasioderma serricorne</i>	F	S	Sì
<i>Stegobium paniceum</i>	F	S	Sì
<i>Prostephanus truncatus</i>	M	A	Sì
<i>Rhizopertha dominica</i>	M	A	Sì
<i>Cryptolestes ferrugineus</i>	M	A	No
<i>Cryptolestes pusillus</i>	M	A	No
<i>Cryptolestes turcicus</i>	M	A	No
<i>Oryzaephilus mercator</i>	M	A	Sì - No
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	M	A	Sì - No
<i>Tribolium castaneum</i>	M	A	Sì
<i>Tribolium confusum</i>	M	A	Sì
<i>Acanthoscelides obtectus</i>	M	S	No
<i>Callosobruchus chinensis</i>	F	S	No
<i>Sitophilus granarius</i>	M	A	Sì
<i>Sitophilus oryzae</i>	M	A	Sì
<i>Sitophilus zeamais</i>	M	A	Sì
M = maschio; F = femmina; S: feromone sessuale; A: feromone di aggregazione			