



PASTIFICI

IL TRATTAMENTO DISINFESTANTE con ELEVATE TEMPERATURE all'interno dei pastifici:

esperienza pratica presso Delverde Industrie Alimentari

*High temperature treatment for pest control
in pasta industries*

Foto: Bühler

Parole chiave: molini, pastifici, elevate temperature, infestazioni, trattamento antiparassitario, sostenibilità ambientale

Keywords: mills, pasta factories, high temperature, infestation, treatment insecticide, sustainability of environmental

PAOLO GUERRA^{1*} - SILVIA MINETTI² - JAVIER DE CRISTOFANO³ - FERNANDO PRIOLO⁴

¹Consulente Tecnico - Nopest - Via Scuole Pubbliche 34B - 48121 Ravenna - Italia

²Resp.le Ass. Qualità - Delverde Ind. Alimentari - 66015 Zona Ind.le Fara S. Martino - CH - Italia

³Resp.le Produzione - Delverde Ind. Alimentari - 66015 Zona Ind.le Fara S. Martino - CH - Italia

⁴Resp.le Tecnico - Soges-SP - Via Campi Marzi 16 - 86021 Bojano - CB - Italia

*paolo.guerra@nopest.it

SOMMARIO

Dopo la messa al bando del Bromuro di metile nel 2007, nel corso di cinque anni, sono state introdotte diverse metodologie per la lotta agli insetti infestanti le industrie agroalimentari. Le alternative devono avere efficacia su tutti gli stadi vitali degli insetti, comprese le uova e le pupe. Oltre all'impiego del gas difluoruro di solforile, è possibile individuare nelle elevate temperature uno dei sistemi che si sta maggiormente diffondendo in Europa ed anche in Italia. Il metodo prevede di innalzare le temperature fra i 45° e i 55°-60°C per 36-48 ore mediante l'impiego di riscaldatori alimentati elettricamente. Assodata l'efficacia e l'applicabilità nel settore molitorio, il lavoro dimostra la possibilità di operare anche in stabilimenti di ampie dimensioni come i pastifici in modo sicuro ed efficace. Dei 480 insetti introdotti allo stadio di larva e di adulto estratti da un allevamento in laboratorio e riposti in un substrato con un numero imprecisato di uova, l'efficacia ha raggiunto il 100% in tutti i locali. Solo alcuni esemplari in un test sono rimasti vivi in quanto posizionati in un punto critico della struttura. Considerando che anche altre metodologie applicabili, quando sottoposte a collaudo sul campo con test biologici, presentano alcuni limiti su taluni stadi vitali degli insetti, il risultato qui ottenuto è stato ritenuto positivo.

ABSTRACT

After prohibiting the use of methyl bromide in 2007, various methods to control insect infestation in food and agriculture companies have been introduced in the following five years. Truly comparable alternatives must be effective on all stages of the insects' life cycle - that is, including eggs and pupas. For this reason one of the systems that is becoming popular in Europe and also in Italy is exposure to high temperatures. This method involves raising the temperature between 45° and 55°-60°C for 36-48 hours through the use of electrically-powered machines distributed throughout the factory. Having recognised the effectiveness and the applicability of this method in the milling industry, the study presented here has demonstrated that it is possible to apply this method safely and effectively also in large-sized factories such as pasta factories, most of which are horizontally laid out and usually have fairly high ceilings and various types and sizes of machinery. A test involving 480 larvae and adult insects coming from a rearing lab and placed in a substrate with an indeterminate number of eggs demonstrated close to 100% effectiveness. In just one case, some insects were found to be still alive. This aspect has become useful to obtain further information aimed at improving the heat distribution technique in such volumes.

PREMESSA E SCOPO DEL LAVORO

Gli insetti delle derrate comprendono diverse specie di Lepidotteri e di Coleotteri in grado di infestare non solo i prodotti, ma i locali e i macchinari delle industrie agroalimentari. Nell'ambito della filiera cerealicola, all'interno di molini e di pastifici, sono frequenti infestazioni di *Plodia interpunctella*, *Ephesia kuehniella*, *Tribolium confusum*, *Lasioderma serricorne* e *Sitophilus oryzae* (fig. 1). Per evitare infestazioni sui prodotti commercializzati, è pratica frequente quella di effettuare annualmente uno o due trattamenti di disinfestazione dei locali per eliminare i vari stadi vitali di questi infestanti (uovo, larva, pupa e adulto). Questo genere di trattamenti ha previsto in passato l'impiego del bromuro di metile, un gas tossico oggi sostituito da un altro: il difluoruro di solforile. Fra le soluzioni alternative all'impiego di prodotti chimici gassosi alquanto pericolosi, trova sempre più apprezzamenti l'utilizzo delle temperature elevate. Un trattamento con calore, utilizzando macchine di fabbricazione tedesca alimentate elettricamente, è stato effettuato all'interno di un pastificio di grandi dimensioni al fine di verificare l'applicabilità di un metodo completamente ecologico in ambienti di tali dimensioni, e determinare l'efficacia mediante l'introduzione di test biologici predisposti da un istituto universitario.

ELEMENTI TECNICI ALLA BASE
DEL TRATTAMENTO
CON ELEVATE TEMPERATURE

Il trattamento con temperature elevate ha l'obiettivo di portare le temperature a livelli di almeno 45°-50°C all'interno delle strutture da disinfestare. Questi valori, mantenuti per 36-48 ore, permettono di eliminare tutti

gli stadi vitali degli insetti infestanti i locali e le pertinenze. Gli insetti muoiono principalmente per disidratazione, che avviene a partire da temperature di 45°C, ma anche per una serie di alterazioni irreversibili degli organismi con riferimento:

- alla composizione lipidica;
- alla coagulazione proteica;
- all'eliminazione degli enzimi corporei.

Per quanto sopra esposto, oltre alla mortalità diretta degli individui, con le temperature elevate si ottengono risultati importanti anche di tipo indiretto. Difatti, già a temperature di 37°-42°C si ottengono effetti sulla diminuzione della fecondità (ovvero sul numero delle uova deposte) e sulla minore fertilità delle stesse (% di schiusura o di uscita dell'uovo). Ad esempio per *Sitophilus oryzae* (L.) il massimo tasso di moltiplicazione si ottiene a 29,1°C, mentre si annulla a 35°C. Per *Rhyzopertha dominica* (F.) il massimo tasso di moltiplicazione si ha a 34°C e si annulla a 38,6°C. Le temperature per uno sviluppo ottimale degli insetti, se variate di alcuni gradi, possono provocare risposte molto diverse a seconda delle specie (fig. 2).

Diverse sono le attrezzature in commercio impiegabili per innalzare le temperature, ma poche sono quelle presenti sul mercato da un periodo tale da considerarsi affidabili e sicure. Un efficace trattamento si fonda anche sulla preparazione e sulla professionalità dei tecnici che, oltre a studiare gli ambienti da sottoporre a disinfestazione ed individuare i materiali presenti nei locali, devono rispettare rigidi protocolli di intervento. Studi approfonditi sono ormai a disposizione per definire la risposta dei vari materiali presenti all'interno dei locali interessati al trattamento termico.

Tralasciando gli aspetti circa la preparazione dei locali, alquanto semplificati rispetto ai trattamenti con gas, il tema sul quale è opportuno

soffermarsi è legato all'esposizione al calore di diversi tipi di materiale (strutture e macchinari). Alle temperature necessarie per eliminare gli insetti infestanti (45°-60°C) e in relazione ai tempi di esposizione richiesti (24-48 h), il rischio di danneggiare macchine ed attrezzature è alquanto remoto. Gli elementi da considerare sono dati dalla capacità elastica dei materiali, ovvero dal loro coefficiente di dilatazione (fig. 3) e dalla possibilità di assicurare una movimentazione adeguata dell'aria all'interno dei locali. Particolare attenzione va data ai differenti tipi di plastica che, a temperature superiori di 60°, ma ragionevolmente prossime agli 80°C (considerando le debite tolleranze), possono subire temporanee deformazioni durante l'esposizione, per poi tornare in posizione durante la fase di raffreddamento. Per evitare il danneggiamento di alcuni componenti plastici è consigliabile verificare che, qualora inseriti in un telaio, vi sia uno spazio tale da consentire la dilatazione del pannello senza ostacoli, aspetto che permetterà di evitare deformazioni meccaniche e di rientrare in posizione durante la fase di raffreddamento. Riguardo a taluni elastomeri o alcune resine sigillanti, occorre garantire un'adeguata movimentazione dell'aria ed eventualmente evitare il trattamento termico di quel locale in caso siano di recente installazione, con tenori di umidità tali che, una volta evaporati, non permettano al materiale di rientrare nella posizione originaria.

MATERIALI E METODI

Locali

Il trattamento con elevate temperature ha coinvolto un pastificio di elevate dimensioni allo scopo di definire non solo l'efficacia su ampie volumetrie orizzontali, ma l'operatività di questo metodo laddove, in virtù delle

Fig. 1 - Adulto
di *Sitophilus*
zeamais.



Specie	45°C	50°C	55°C
S. Granarius	540 min (9h) (L)	40 min (L)	30 min (L)
S. Zeamais	660 min (11h) (L)	45 min (A)	30 min (A)
C. Pusillus	1200 min (20h) (L)	65 min (L)	20 min (L)
T. Castaneum	1800 min (30h) (L)	35 min (L)	20 min (L)
L. Serricorne	2400 min (40) (L)	370 min (U)	45 min (U)
R. Dominica	6000 min (60) (L)	380 min (L)	45 min (L)
Fonte: autori diversi. U = uovo; L = larva; A = adulto			

Fig. 2 - Risposta degli
insetti alle tempera-
ture.

Materiali	Coefficiente dilatazione
Calcestruzzo	$10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Mattone	$6 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Legno	$15 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Acciaio	$12 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Alluminio	$24 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Vetro	$9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Plastiche	$80 - 200 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Fonte: B. Keller 2005	

Fig. 3 - Coefficien-
ti di dilatazione dei
materiali.

elevate dimensioni, veniva considerato applicabile solamente il trattamento con gas come il difluoruro di solforile. L'intero stabilimento consta di una volumetria di 63.000 m³ con strutture e macchinari ordinari per il tipo di attività svolta. Dai sili di semola alle linee di produzione, dai tunnel di essiccazione ai sili di stoccaggio (**fig. 4**), sino alle linee di confezionamento. Lo stabilimento è stato parcelizzato in tre sezioni che sono state trattate con elevate temperature in modo consequenziale (**fig. 5**), nell'ultima decade del mese di maggio 2011 utilizzando i macchinari e spostandoli immediatamente da un reparto all'altro durante i 6 giorni di esposizione al calore.

Apparecchiature

Nella prova descritta, sono stati utilizzati termoventilatori alimentati elettricamente con assorbimenti di 18 kW ciascuno (**fig. 6**). Le attrezzature sono state posizionate all'interno dei locali insieme a dei ventilatori per assicurare la necessaria movimentazione dell'aria calda. I macchinari sono stati collegati ad un distributore elettrico che, a sua volta, è stato connesso alle prese di potenza dell'industria. I termoventilatori erano dotati di un termostato e di un interruttore che ne regola l'assorbimento e la potenza riscaldante. In relazione alla volumetria degli edifici e dei materiali che costituiscono la struttura stessa e i macchinari di lavorazione, le unità riscaldanti sono state utilizzate in ragione di 1 per volumetrie fra i 200 e i 600 m³. Non sono state necessarie le sigillature dei locali, come invece richiesto dai trattamenti con i gas. I locali sono stati predisposti affinché non vi fossero cumuli di polveri e/o sfridi alimentari dove gli insetti potessero crearsi un rifugio sufficientemen-

te fresco e umido per superare il trattamento. Sono stati svuotati gli impianti e soprattutto le celle di stoccaggio dei prodotti e dei sottoprodotti. Utilizzando liste di riscontro ben dettagliate, sono anche stati allontanati quei materiali (liquidi e in pressione) che potrebbero risultare sensibili alle elevate temperature.

Test biologici

Dall'Università di Piacenza, Facoltà di Agraria, Istituto di Entomologia sono stati predisposti 36 test biologici costituiti da scatole in plastica munite di coperchio con apertura protetta con reticella per evitare la fuoriuscita degli insetti. Le specie interessate al trattamento sono state: *Tribolium* spp, *Ephesia* spp e *Cryptolestes* spp estratte da un allevamento insieme al substrato contenente un numero imprecisato di uova e di pupe. I test sono stati introdotti in gruppi di 12 in ciascuno dei 3 reparti sottoposti a trattamento per essere poi prelevati al termine del lavoro e sottoposti ad analisi dopo 30 giorni dal trattamento, per determinare l'efficacia sulle forme latenti (uova e pupe). Ogni aspetto relativo ai test biologici considerati è rappresentato nella **fig. 7**.

Rilievi termometrici

Le temperature ambientali sono state rilevate utilizzando dispositivi automatici data logger (**fig. 8a**) acquistati alcune settimane prima dell'intervento ed introdotti nella volumetria sottoposta a trattamento. Durante l'esposizione al calore i tecnici sono entrati costantemente all'interno dei locali per effettuare rilievi sulle superfici dei vari materiali mediante infrarossi (**fig. 8b**), individuando punti noti all'interno di ciascuna



Fig. 4 - Il reparto sili pasta corta.

Fig. 5 - Riepilogo dei reparti e delle volumetrie trattate.

Locale	Volumi	Totali	Materiali	Data	Tempi
Rep. produzione C	11.510 m ³	31.968 m ³	24T	26.06.11	48 h
Rep. confez. C	20.458 m ³		19T + 5F		
Rep. produzione A	8.340 m ³	23.440 m ³	17T + 2F	28.06.11	48 h
Rep. produzione B Rep. confez. A-B	15.100 m ³		31T + 8F		
Rep. sala sili A	2.012 m ³	8.501 m ³	5T + 4F	30.06.11	48 h
Rep. sala sili C	6.489 m ³		14T + 5F		



Fig. 6 - Termoventilatore.

Specie testata	Produzione C Confez. C		Prod A Prod B Confez. A-B		Silos sala A Silos sala C	
	N° e stato	Effic	N° e stato	Effic	N° e stato	Effic
<i>Tribolium</i>	1,2,3,4 40 adulti 40 larve	(*)	13,14,15,16 40 adulti 40 larve	100%	25,26,27,28 40 adulti 40 larve	100%
<i>Ephestia</i>	5,6,7,8 40 larve	100%	17,17,19,20 40 larve	100%	29,30,31,32 40 larve	100%
<i>Cryptolestes</i>	9,10,11,12 40 adulti	100%	21,22,23,24 40 adulti	100%	33,34,35,36 40 adulti	100%
<u>Test n°4 in conf. sala C con 24 larve vive e 5 adulti vivi</u>						

Fig. 7 - Esito finale dei test biologici.



Fig. 8 - Termometro aria (a) e rilevatore termometrico (b).

area che sono stati ripetutamente controllati nel tempo per ottenere delle medie attendibili. I dati ottenuti nei tre reparti sottoposti a trattamento hanno evidenziato che da una temperatura iniziale di 26°C si sono raggiunti valori utili di 45°C dopo poche ore dall'attivazione delle apparecchiature. I valori sono stati mantenuti nelle ore successive ad una media di 50°-52°C sino al termine del lavoro. In base ai controlli effettuati, i tecnici hanno effettuato alcuni spostamenti dei termoventilatori e dei ventilatori per una maggiore omogeneizzazione dell'aria calda e per evitare un eccessivo quanto prolungato riscaldamento (>65°C) in prossimità di taluni materiali.

RISULTATI DEL TRATTAMENTO

Le temperature minime per rendere efficace il trattamento (45°C) sono state raggiunte praticamente in tutti i locali per un tempo adeguato. Il primo reparto sottoposto a trattamento ha visto andamenti migliori nel reparto confezionamento C (fig. 9a) rispetto alla sala produzione (fig. 9b), ma comunque entrambi sufficienti a raggiungere il risultato.

Il test n. 4 sul quale si sono trovate 24 larve vive e 5 adulti vivi di *Tribolium* spp evidenzia il posizionamento in un punto critico, non raggiunto in modo costante dalle temperature utili all'eliminazione delle forme latenti (uova e pupe), notoriamente più resistenti ai trattamenti. È da sottolineare che è stato rilevato un numero maggiore di larve rispetto a quelle predisposte, a conferma che nei substrati dei test le uova prelevate dall'allevamento erano fertili. Il fatto di non aver trovato ulteriori larve (vive o morte che fossero) negli altri test, conferma ulteriormente l'effi-

cacia ovicida delle elevate temperature purché le attrezzature utilizzate assicurino una diffusione omogenea dell'aria calda.

L'applicabilità del metodo ad ambienti di elevate dimensioni

Dall'andamento delle temperature nel secondo lotto sottoposto a trattamento (fig. 9c e d), si osserva come il raggiungimento dei 45°C e il mantenimento di valori superiori ai 50°C sia stato costante e lineare per tutte le 48 ore ottenendo risultati di efficacia totali.

Le sale dei sili trattate nell'ultima parte del lavoro presentavano condizioni difficili. All'altezza elevata dei locali, che provocava migrazioni dell'aria calda nei punti alti e difficoltà di recupero verso il basso, si aggiunge la posizione della sala sili A (fig. 9f) e della sala sili C (fig. 9e) con i muri perimetrali rivolti all'estero dell'edificio e pertanto più esposti alle basse escursioni termiche tra giorno e notte.

Considerando 36 test utilizzati durante il trattamento (fig. 10), con 480 insetti allo stadio di larva e di adulto, ai quali si devono aggiungere un numero non meglio precisato di uova, i risultati ottenuti (fig. 7) hanno senz'altro evidenziato l'efficacia del trattamento e l'applicabilità di questo metodo anche in elevate volumetrie orizzontali. Aspetto che, unito alle centinaia di interventi effettuati nei molini di tutta Europa, pone il metodo delle elevate temperature quale effettiva alternativa ai trattamenti chimici e all'impiego di gas tossici. L'efficacia viene evidenziata non solo dai test biologici, ma dal ritrovamento di insetti allo stadio adulto e di larva ritrovati morti all'interno di diversi punti critici della struttura e dei macchinari (fig. 11).

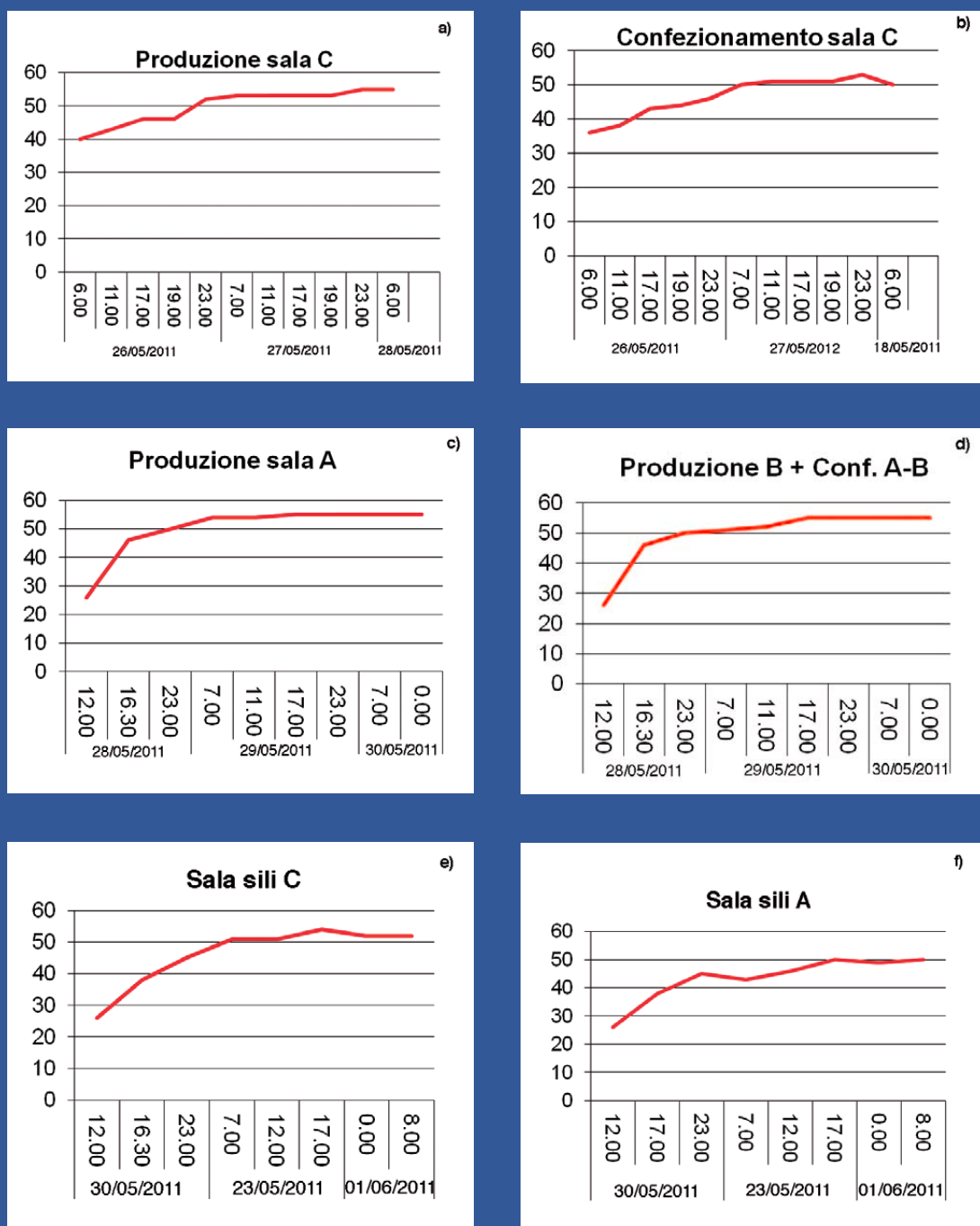


Fig. 9 - Produzione sala C (a); confezionamento sala C (b); produzione sala A (c); produzione sala B più confezionamento sala A e B (d); sala sili B (e); sala sili A (f).



Fig. 10 - Test biologico.



Fig. 11 - Insetti morti in punti critici.

Considerazioni finali

Il lavoro ha offerto molte informazioni utili e permette di esprimere diverse considerazioni.

- Il trattamento con temperature elevate è un sistema di efficacia insetticida comprovata ed ormai diffuso a molti impianti molitori di tutta Europa. Dopo questa applicazione è possibile ritenere questo metodo applicabile anche in ambienti di elevate dimensioni come i pastifici, in alternativa ai gas.

- Le temperature elevate rappresentano una soluzione efficace e indiscutibilmente sostitutiva del bromuro di metile e di altri prodotti gassosi impiegati per il trattamento di stabilimenti agro industriali.

- Il pastificio in questione, l'anno precedente, era stato sottoposto a trattamento con gas. A fronte della situazione di infestazione presente, rilevata nei locali e all'interno dei macchinari, a parità di efficacia, è possibile evitare l'impiego di sostanze chimiche, privilegiando metodi del tutto ecologici, annullando qualsiasi impatto chimico, ipotesi di bioaccumulo, e comunque di pericolosità per gli operatori e i fruitori del servizio.

- Il trattamento con elevate temperature non richiede alcuna particolare preparazione dei locali ed evita la sigillatura con carta, colla e nastri adesivi.

- Le elevate temperature richiedono 48 ore di esposizione e consentono di intervenire in alcuni reparti dell'edificio, permettendo

l'attività dell'uomo nei locali adiacenti senza alcun pericolo.

- A differenza dei gas che richiedono almeno 18°C, il trattamento con elevate temperature può essere effettuato in ogni periodo dell'anno ed è efficace in 48 ore con qualsiasi temperatura interna ed esterna.

- A fronte delle conoscenze attuali, rispettando le procedure di intervento, non si osservano danneggiamenti ai macchinari e ai componenti elettronici. In ogni caso la probabilità che talune anomalie si manifestino, ha conseguenze decisamente inferiori rispetto a quelle dei composti gassosi.

- Essendo un metodo che esclude l'impiego di sostanze chimiche, si evitano fenomeni indotti di resistenza sugli insetti.

BIBLIOGRAFIA

Adler C., Grosse N. "Wirkung hoher Temperaturen zwischen 45°C und 55°C auf vorratsschädliche Insekten". Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. 396:438-439, 2004.

Guerra P. 2009. "Uso delle temperature elevate per il controllo degli infestanti nei molini. Esperienze tecniche ed efficacia del metodo". Tecnica Molitoria 2:109-115, 2009.

Hasenböhler A. "Moderne Schädlingsbekämpfung im Lebensmittelbetrieb. Lebensmittel-Industrie 9/10:20-23, 2006.

Schrader G., Schmolz E. "Heat tolerance of the bed bug *Cimex lectularius*". Poster, Federal Environment Agency, Berlin, 2009.