



PSR 2014-2020 della Regione Toscana
Progetto PIF di riferimento: Cereali Sovicille e dintorni
Progetto sottomisura 16.2
Tecnologie innovative per le filiere avanzate di frumento duro e tenero

INNOVACEREALI

La refrigerazione dei silos di stoccaggio dei cereali

Stefano Bedini, Rossella Bocchino, Barbara Conti
Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali



UNIVERSITÀ DI PISA



La refrigerazione dei silos di stoccaggio dei cereali

La conservazione dei cereali immagazzinati risulta particolarmente influenzata dai fattori ambientali la cui cattiva gestione può portare al deterioramento irreversibile del prodotto.

Tra i fattori ambientali, la temperatura e l'umidità sono sicuramente quelli maggiormente determinanti per la conservazione. I cereali infatti, vengono spesso conservati in ambienti con condizioni termo-igrometriche estremamente favorevoli agli insetti infestanti. Queste, unitamente alla disponibilità pressoché illimitata di cibo ad elevato valore nutrizionale possono dar luogo a esplosioni incontrollate delle popolazioni degli insetti i quali possono causare ingenti danni sia diretti (danneggiamento e consumo delle cariossidi) che indiretti.

Ad oggi, i metodi maggiormente utilizzati per il controllo degli insetti infestanti prevedono l'utilizzo ripetuto di insetticidi di sintesi che, anche se efficaci, presentano ingenti problematiche tra cui la principale è costituita dall'insorgenza di fenomeni di resistenza.

Una strategia alternativa ai trattamenti chimici è quella della refrigerazione dei cereali, cioè il raffreddamento della massa cerealicola mediante insufflazione di aria fredda. Alle basse temperature, infatti, non solo l'attività dei parassiti è notevolmente ridotta, se non bloccata a causa del rallentamento del loro metabolismo, ma con la mancata riproduzione degli infestanti si verifica anche una diminuzione della popolazione e conseguentemente il tenore in frammenti di insetti, feci, esuvie e di altri prodotti che globalmente determinano il decadimento qualitativo del prodotto finale.

I vantaggi della refrigerazione

- **Possibilità di stoccaggio dei cereali con umidità fino al 16%.** Il procedimento di refrigerazione consente di effettuare lo stoccaggio dei cereali con una umidità residua superiore di circa 2 punti percentuali rispetto al tenore indicato come il migliore dagli standard commerciali (13-14%).

- **Riduzione dei fenomeni di autoriscaldamento del cumulo.** Le cariossidi sono organismi viventi che respirano e con il loro metabolismo producono calore ed umidità che in determinate condizioni, possono dar luogo ad un consistente riscaldamento del cumulo con conseguenti perdite di biomassa quantificabili nell'ordine del 10-15% nel corso di una stagione.

- **Riduzione della formazione di condensa.** La refrigerazione della massa cerealicola evita la formazione di condensa sulle pareti interne dei silos all'abbassarsi della temperatura ambientale. Inoltre, data la cattiva conduzione del calore del cereale (conduttività termica pari a 0,13-0,15 kcal/mh °C) la bassa temperatura indotta con la refrigerazione si mantiene per periodi prolungati senza necessità di alcun successivo intervento.

- **Riduzione del rischio di infestazione da insetti.** Alle basse temperature (< 19°C e con un tasso di umidità del 13-14%), lo sviluppo di insetti e altri parassiti risulta inibito. Il livello di rischio di infestazione in funzione dell'andamento termico e l'effetto della temperatura sugli insetti infestanti i cereali sono riportati in tabella 1.

- **Riduzione della necessità di movimentare i cereali.** La tecnica della refrigerazione, permettendo di uniformare temperatura ed umidità dei cereali all'interno dei silos, riduce la neces-

sità di movimentare la massa da un silos all'altro. In tal modo si riduce la percentuale di cereale spezzato ed il conseguente danno economico. Inoltre, si riduce il calo di peso dovuto alla respirazione che è molto più elevata nel chicco spezzato che non nei chicchi interi. Evitando la movimentazione si annulla anche il pericolo di esplosioni dovute alle polveri infiammabili che si liberano quando si effettua questa operazione.

- **Nessuna alterazione organolettica.** Il freddo non causa nessuna alterazione organolettica del cereale per cui il raffreddamento può essere ripetuto ogni qual volta lo si ritenga opportuno.

- **Prolungamento del periodo di conservazione.** Con una adeguata gestione di umidità e temperatura è possibile prolungare nel tempo la conservazione dei cereali.

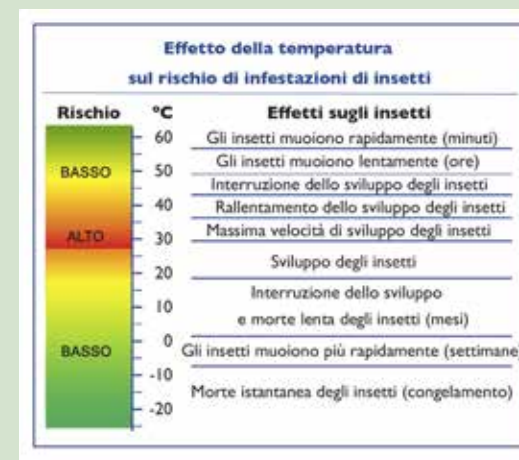


Tabella 1. Livello di rischio di infestazione in funzione dell'andamento termico ed effetto della temperatura sugli insetti infestanti i cereali.

La temperatura ottimale di conservazione

L'analisi congiunta dei dati fisici ed entomologici rilevati presso l'azienda Maidicola Sovicille, unitamente ai risultati delle prove di laboratorio condotte presso il Dipartimento di Scienze Agrarie ed Alimentari dell'Università di Pisa, hanno consentito di individuare le temperature ottimali alle quali il grano può essere conservato per una buona pratica gestionale degli impianti industriali di stoccaggio. I risultati di prove sperimentali effettuate sulle diverse specie di insetti ritrovati presso l'azienda indica che alla temperatura di 24°C vi è un evidente aumento numerico delle popolazioni dovuto allo sviluppo di nuovi adulti dopo circa 60 giorni. Al contrario, a temperature inferiori ai 19 °C non c'è emergenza di nuovi adulti e le popolazioni, nel tempo, si riducono a causa della mortalità degli individui iniziali e limitano al minimo attività e danni (Fig.1).

I risultati ottenuti indicano anche che la temperatura di 13°C, consigliata da molte ditte produttrici di impianti refrigeranti, appare eccessivamente bassa. Dal punto di vista economico, il risparmio energetico che si potrebbe ottenere, adottando temperature superiori ai 13°C è notevole dato che la potenza necessaria per abbassare di 1°C una massa di 1 tonnellata di cereale pulito contenuto in un silos è di 3-4 kW/h che al costo di 0.15 Euro al kW/h diventa per un silos di 700t pari a oltre 300 euro.

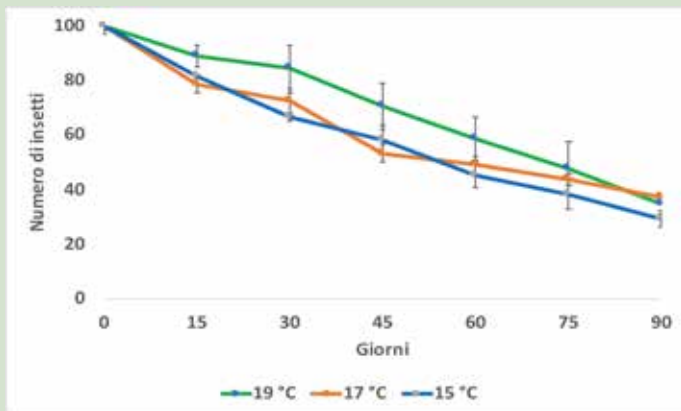


Figura 1. Evoluzione delle popolazioni totali di insetti dannosi sottoposti a diversi regimi termici. I punti rappresentano la media degli insetti vivi rinvenuti. Le specie indagate sono: *Sitophilus granarius* (Curculionidae), *Tribolium confusum* (Tenebrionidae), *Rhyzopertha dominica* (Bostrichidae), *Cryptolestes ferrugineus* (Laemophloeidae) e *Oryzaephilus surinamensis* (Silvanidae).

Linee guida per la buona gestione degli impianti di refrigerazione nei magazzini di stoccaggio dei cereali

PROBLEMATICA

- **Prolungare il periodo di conservazione:** il metabolismo delle cariossidi produce calore e umidità e causa calo ponderale dei cereali.
- **Presenza di insetti:** le popolazioni di insetti all'interno della massa cerealicola si sviluppano rapidamente a 25-33°.
- **Formazione di punti caldi:** Il metabolismo del cereale e degli insetti sviluppa calore creando punti caldi nella massa cerealicola.
- **Grano con elevata umidità:** Il raffreddamento consente di stoccare il grano con un contenuto di umidità più elevato in quanto abbassando la temperatura si abbassa l'umidità relativa.
- **Formazione di condensa:** Quando l'aria calda dal centro di una massa incontra le pareti fredde del silos, può formarsi della condensa. L'umidità in superficie o la formazione di tasche umide nella massa favorirà lo sviluppo di muffe e il riscaldamento e germinazione del grano.

AZIONE CONSIGLIATA

- **Ridurre la temperatura del grano sotto i 17 °C.**
- In caso di presenza di insetti infestanti, **raffreddare la massa controllandone la temperatura ogni 2-3 giorni finché non ha raggiunto i 17°C e poi controllare ogni settimana.**
- **Raffreddare ad intervalli** anche quando la temperatura del grano è già scesa a 17°C per prevenire la formazione punti caldi.
- In caso di raccolta di grano umido (15–18% di umidità) **raffreddare fino a 17°C.** In caso di umidità > 18% il grano va tuttavia anche essiccato per prevenire la formazione di funghi micotossigenici.
- **Aerare il grano** per abbassare ed uniformare la temperatura.
- **Controllare regolarmente la temperatura** della massa cerealicola.