

Influenza della tecnologia di refrigerazione dei mangimi sulla prevenzione dei processi ossidativi

Clarita Cavallucci¹, Daniela Beghelli², Giacinto Della Casa³, Roberto Ficca¹, Tiziano Farioli¹, Angelo Giuliani¹

¹GiMA S.p.A. Longiano (FC); ²Scuola di Scienze Ambientali, Università degli Studi di Camerino; ³Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura - Unità di Ricerca per la Suinicultura (CRA-SUI), Modena

«INFLUENCE OF FEED REFRIGERATION TECHNOLOGY ON THE PREVENTION OF OXIDATIVE PROCESSES»

Summary. As a result of issues arising from overheating and deterioration of feed in the silos of farmers during the summer months, company Gima SpA has installed on Pelleting Technology, a pilot plant of refrigeration. The goal of this research was to evaluate the effects of the refrigeration system of grain storage technology applied to the pelleting of feed. Temperature and humidity were controlled both, environment and pellet. The test was performed on two presses (C: control no refrigeration, R: with refrigeration) in a number of 36 concentrated in the period from June to September 2010. Environmental and pellet temperature and humidity were monitored. The results show significant statistical variations and positively related to treatment ($P < 0.01$)

Key words: High temperature, humidity, pelleting, refrigeration, oxidation.

Riassunto. A seguito di problematiche derivanti dal surriscaldamento e deterioramento dei mangimi nei sili degli allevatori durante i mesi estivi, la azienda GIMA SpA ha installato un impianto pilota di refrigerazione sulla Tecnologia di Pellettatura. Scopo della ricerca è stato quello di valutare gli effetti del sistema di Refrigerazione dello stoccaggio dei cereali applicato alla tecnologia della pellettatura dei mangimi, in fase di condizionamento del pellet. Sono stati controllati temperatura e umidità sia dell'ambientale che del pellet. La prova è stata effettuata su due presse (C: controllo senza impianto; R: con impianto di refrigerazione) in un numero di 36 concentrati nel periodo da giugno a settembre 2010. Sono stati monitorati temperatura e umidità ambientali e temperatura e umidità del pellet. I risultati hanno evidenziato variazioni statistiche significative e positivamente correlate al trattamento ($P < 0,01$).

Parole chiave: Elevata temperatura, umidità, pellettatura, refrigerazione, ossidazione.

Introduzione

Il freddo è l'elemento naturale usato generalmente per la conservazione di qualsiasi materia deteriorabile.

Grazie a ricerche ed esperimenti, oggi, si è resa possibile l'applicazione di questa tecnologia anche nel settore agroalimentare con validissimi risultati economici e qualitativi (1).

Tutto il mondo agroalimentare, suddiviso nei vari settori produttivi, conosce da tempo la necessità di curare e preservare i cereali al fine di permettere un corretto e salubre stoccaggio (2, 3). Da 15 anni a questa parte si è diffusa, consolidandosi nel tempo, la certezza che i consueti processi di conservazione da soli non potessero più bastare a garantire un buon livello qualitativo per un tempo abbastanza lungo. I vecchi sistemi,

affidati perlopiù a sostanze chimiche, avevano il fine specifico di evitare presenze parassitarie nocive, ma non giovavano alla conservazione delle varie materie prime in uno stato ottimale. Conservazione significa "mantenimento in stato di efficienza" e cioè integrità del prodotto e salvaguardia del suo equilibrio interno.

Nei mesi estivi infatti, durante lo stoccaggio dei mangimi all'interno dei sili dell'allevatore, si possono attivare processi d'ossidazione e fermentazione, con sensibile perdita di sostanza secca, progressivo deterioramento della sostanza nobile del concentrato con surriscaldamento della massa e totale compromissione del prodotto (4).

Nel settore mangimistico l'obiettivo primario è quello di stabilizzare l'ecosistema di un mangime e la sua attività vitale con la finalità di mantenere il più possibile inalterata l'energia chimica accumulata sotto forma di amido, la frazione azotata rappresentata dalle proteine, e la frazione lipidica costituita da acidi grassi caratterizzati da un elevato grado di insaturazione. Un mangime è una partita di alimenti vegetali; infatti è un ecosistema artificiale costituito da un insieme di diverse entità viventi rappresentate dai semi di diversa natura, miscelate (5).

È ormai noto, inoltre, che i vegetali favoriscono lo sviluppo di micotossine per la presenza di amido (6).

Il presupposto fondamentale per lo scatenarsi di processi ossidativi è costituito dall'insieme delle caratteristiche ambientali, che ovviamente devono essere favorevoli alla crescita fungina.

I fattori che maggiormente influenzano lo sviluppo fungino sono l'attività dell'acqua (A_w), la temperatura e l'umidità sia dell'ambiente che del concentrato (7, 8). La misurazione dell'attività dell'acqua, detta anche umidità relativa d'equilibrio, è un elemento chiave per il controllo qualità di qualsiasi prodotto o materiale sensibile all'umidità. A parità di umidità con A_w più bassa, un cereale o un mangime finito sono molto più stabili (9).

La conoscenza di queste variabili è di fondamentale importanza per la messa a punto di strategie di prevenzione che ambiscano a limitare la formazione dei processi ossidativi e quindi la produzione di micotossine negli alimenti ostacolando la crescita dei funghi produttori (10).

Per tutti gli scambi metabolici i microrganismi necessitano di acqua e ogni sottrazione di questo ele-

mento comporta un ritardo nel loro sviluppo (11).

I concentrati contengono una elevata percentuale di energia fornita soprattutto dal mais e dall'orzo, che rappresentano molto spesso oltre il 70% degli ingredienti in forma di farina della formula.

Il processo tecnologico di pellettatura è un'operazione mediante la quale un prodotto farinoso, composto da una miscela di cereali, viene spinto e pressato in uno stretto canale ad un punto tale da farlo uscire sotto forma di cilindretti chiamati pellet (5). Gli alimenti presenti sotto forma di composti farinosi vengono, pertanto, agglomerati, mediante mezzo meccanico, in solidi la cui forma, volume e durezza vengono scelti sulla base delle esigenze fisiologiche degli animali, ed inoltre sono di più facile manipolazione e migliore conservabilità.

Nel trattamento della pellettatura sono fondamentali due aspetti:

1- *Le presse a vapore*: il vapore è iniettato da un condizionatore; l'umidità della farina viene aumentata del 5% e la temperatura viene portata a 75-90°C. Per la pressione esercitata dal rullo, la farina è forzata a passare nella trafila e si forma così il pellet.

2- *I raffreddatori*: eliminano l'umidità e il calore in eccesso. I pellet passano, poi, in un raffreddatore ad aria che ha il compito di eliminare l'umidità in eccesso e il calore in quanto l'attrito subito nella pressa e l'aggiunta di vapore generano una notevole quantità di calore. La superficie esterna del pellet poi viene messa a contatto con l'aria ambiente ed il pellet normalmente esce dall'impianto con una temperatura di 5°C superiore rispetto a quella ambientale.

In questo processo tecnologico, quindi, temperatura e umidità sono strettamente correlati. Il pellet dovrebbe avere una percentuale di umidità tra il 12 e 13% per una corretta conservazione dello stesso e per evitare fessurazioni e rotture (11).

La conservazione dei cereali, e dei mangimi in genere, dipende dall'accoppiata temperatura-umidità. Alcuni autori (4, 6) riportano come sia fondamentale l'equilibrio tra questi due parametri in funzione della conservazione dei cereali al fine di stabilire la durata dello stoccaggio in condizioni di sicurezza e per mantenere il valore commerciale del prodotto. Esistono molti studi in merito alla conservazione dei cereali al fine di

prevenire il deterioramento qualitativo delle materie prime, ma non ve ne sono, invece, per quanto riguarda la pellettatura od i trattamenti tecnologici in genere (5).

Ad esempio i cereali investiti da una corrente d'aria al 75% di umidità tenderanno ad avere e raggiungere un contenuto di umidità del 14%. Con tale umidità i cereali avranno al massimo da 40 a 80 giorni di stoccaggio sicuro, ad una temperatura ambientale di 25°C (7).

Il controllo delle temperature d'uscita del pellet dopo il raffreddamento è quindi un aspetto di fondamentale importanza: non si deve andare oltre 10 gradi rispetto alla temperatura ambiente, pena il rischio di rinvenimento del prodotto nei silos dell'allevatore.

Un fenomeno che può manifestarsi frequentemente durante la conservazione nei silos in acciaio e in fibra di vetro ubicati presso gli allevamenti è, infatti, la formazione di condensa sulle pareti interne quando si abbassa la temperatura esterna; tutto ciò avviene, a maggiore ragione, se il concentrato non è perfettamente secco e caldo. Questo causa l'inumidimento dei concentrati e la formazione di masse di deterioramento (12).

Poiché durante la stagione calda, nei locali aziendali dove sono ubicate le Pellettatrici oggetto di questo studio, la temperatura ambientale raggiungeva valori molto elevati (anche per il calore prodotto dalle stesse macchine), il processo di raffreddamento a controcorrente di aria operato dalle presse, non era assolutamente efficace nel ridurre l'umidità e, quindi, la temperatura del prodotto.

Il pellet risultava, pertanto, avere un contenuto di umidità superiore ai limiti e, quindi, non stabile.

Questi aspetti hanno fatto sì che negli ultimi anni si verificassero sovente situazioni di non conformità dei mangimi consegnati per surriscaldamento della massa e produzione di fenomeni di ossidazione con formazione di muffe nel prodotto.

Aspetti che hanno provocato ritiri della merce consegnata in allevamento e conseguentemente situazioni spiacevoli sia per l'allevatore che per la azienda, oltre che economicamente svantaggiose. In considerazione della numerosa bibliografia riportata sulla conservazione dei cereali mediante il processo di raffreddamento (1), si è pensato allora di provare ad intervenire con il 'freddo', ma in una condizione tecnologica differente da quelle sperimentate in altri studi.

È stato, quindi, preso in affitto un piccolo impianto pilota di refrigerazione carrellato per cereali e questo è stato adattato ad una pressa. La refrigerazione dell'aria che attraversava il letto del mangime appena pellettato, avrebbe dovuto avere il vantaggio di controllare tanto la temperatura dello stoccaggio quanto l'umidità del prodotto; così come si fa per i cereali in granella che devono venire stoccati (13).

La prova pilota ha dato immediatamente esiti positivi e conseguentemente è stato acquistato un nuovo impianto di refrigerazione per la gestione del raffreddamento di tutte e quattro le pellettatrici presenti in azienda.

Scopo del presente lavoro è stato quello di monitorare gli effetti del sistema di refrigerazione applicato alla tecnologia della pellettatura dei mangimi in fase di condizionamento del pellet in uscita, mediante la misurazione di alcuni parametri ambientali (Temperatura e umidità relativa) e del concentrato (temperatura e umidità), sia in entrata (farina) che in uscita (pellet).

Materiali e metodi

L'attività di ricerca è stata svolta presso lo stabilimento della azienda GIMa SpA di Rubiera (RE). Nel mese di Giugno 2010 è stato effettuato un contratto di affitto per l'utilizzo di un impianto pilota di Refrigerazione carrellato per cereali da installare in una delle quattro presse presenti in azienda.

La gestione della macchina, aggiornata, semplificata e adattata al funzionamento delle presse aziendali, è stata impostata sui parametri di temperatura e umidità. Alla pressa sono stati collegati dei raccordi di acciaio che si inseriscono dove viene convogliato il mangime nella fase di raffreddamento e questi raccordi sono stati collegati alla macchina refrigeratrice che creava, inoltre, anche un ambiente condizionato esterno, in una area circoscritta intorno alla pressa. L'esercizio dell'impianto avveniva per mezzo delle informazioni che le sonde mandavano sui valori di temperatura del prodotto, temperatura e umidità esterne, temperatura e umidità dell'aria refrigerata. Il processo tecnologico adattato alle presse era in grado di raffreddare una quantità di 8.000/9.000 quintali di concentrato in 24 ore, facendolo passare da +35°C a +20°C.

Il consumo elettrico era pari a circa $\frac{1}{2}$ KW per quintale di pellet raffreddato da 33-35°C a 15-16°C, con la possibilità di diminuire l'umidità dell'1%, ogni 10°C tolti. La macchina gestiva autonomamente la refrigerazione a seconda delle condizioni atmosferiche esterne, con la possibilità di fermarsi e ripartire o procedere al solo utilizzo dei ventilatori d'aria qualora temperatura ed una umidità esterne fossero divenute ottimali. Durante i mesi invernali la macchina, essendo carrellata, veniva rimossa dalle presse. Le prove relative alla refrigerazione sono state effettuate su 36 campioni di mangime provenienti sia dalla pressa con Refrigeratore (R) che da una pressa senza (C).

Sono stati rilevati i seguenti dati:

- valori di temperatura (°C) e umidità (%) dell'ambiente mediante igrotermometro elettronico;
- il contenuto di umidità (% H₂O) del concentrato in ingresso (farina) e in uscita dalla macchina (pellet) mediante analisi NIR;
- i valori di temperatura del pellet (°C) mediante termometro elettronico con sonda di metallo.

I dati sono stati sottoposti ad analisi statistica con il modello GLM del software SPSS (version 13, 2004), utilizzando il "trattamento termico" come fattore fisso.

Le prove sono state effettuate nei mesi estivi (da giugno a settembre) a partire dall'anno 2010 con l'installazione dell'impianto pilota. Negli anni a seguire a tutt'oggi, con l'acquisto del nuovo impianto di Refrigerazione che nel frattempo è intervenuto, sono stati effettuati dei controlli costanti al fine di monitorare la produzione ed eventualmente apportare le azioni correttive necessarie.

Risultati e discussione

Dall'analisi statistica è emerso che il trattamento ha influenzato, in maniera significativa ($P < 0,001$), tutte le variabili indagate.

La temperatura e l'umidità dell'ambiente circostante alla pressa collegata all'impianto di refrigerazione (R) sono state ridotte in maniera sostanziale rispetto a quelle registrate vicino alla pressa di controllo (C) (Figg. 1 e 2). Lo sviluppo di calore durante la lavorazione del prodotto, come precedentemente riportato, rappresenta una condizione normale della tecnologia

di lavorazione. Se a questo, però, si associa anche un ambiente con temperatura ed umidità eccessivi, si possono avere fenomeni che degradano il prodotto.

La diminuzione di temperatura ed umidità operata dall'impianto ha permesso di creare un ambiente idoneo ai corretti processi di condizionamento. L'aria ambientale, accogliendo il pellet che esce dalla pressa dopo il processo di raffreddamento, permette al pellet stesso di liberare l'acqua in esso contenuta che migra, per un processo di evaporazione, determinando un'ulteriore riduzione della temperatura. Il mantenimento della temperatura e dell'umidità ambientale su valori intorno ai 20°C e 65%, rispettivamente, inibisce inoltre i processi respiratori del mangime, con il risultato di evitare l'assorbimento d'ossigeno e lo sviluppo del calore, eliminando, o perlomeno limitando, l'autori-scaldamento (12).

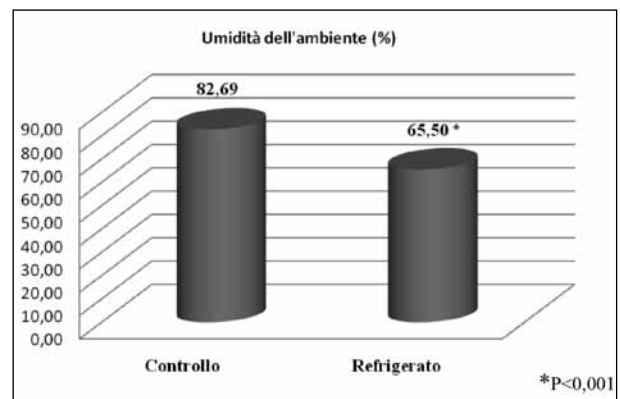


Figura 1. Effetto del trattamento sulla umidità ambientale

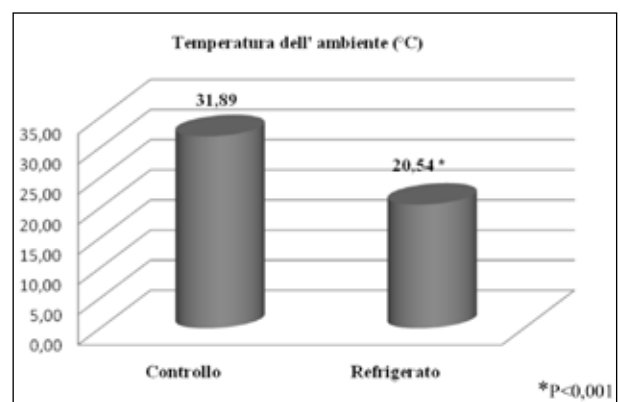


Figura 2. Effetto del trattamento sulla temperatura ambientale

L'aria e l'umidità ambiente, mantenute in condizioni di equilibrio dall'impianto di refrigerazione, hanno prodotto nella pressa (R) un pellet con una temperatura di circa 4°C superiore rispetto all'aria ambiente e comunque mai superiore ai 24°C. Anche in questo caso i valori sono risultati positivamente correlati al trattamento (*P<0,001). L'essiccazione del pellet, che inizia ovviamente dalla parete esterna, si è propagata verso il centro dello stesso, così come la diminuzione di temperatura (Figure 3 e 4). A differenza di quello che si verifica con l'impiego di un normale ventilatore, l'insufflazione d'aria deumidificata ha permesso il controllo dell'umidità della massa, attenuando, tra l'altro, l'azione di compattamento che l'acqua di condensa esercita. La riduzione di oltre un punto percentuale di umidità del pellet operata dal trattamento (*P<0,001) è risultata fondamentale per dare più stabilità al mangime (Fig. 3) (1, 4).

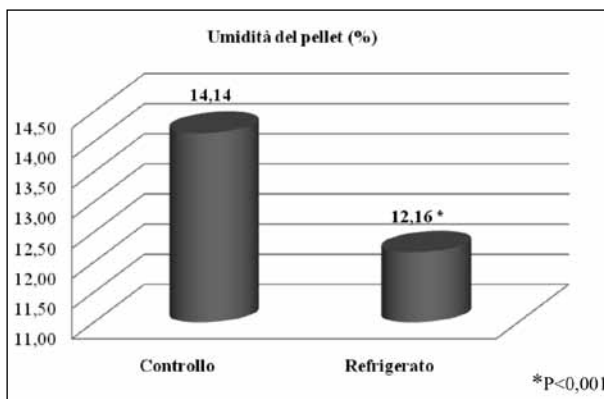


Figura 3. Effetto del trattamento sulla umidità del mangime

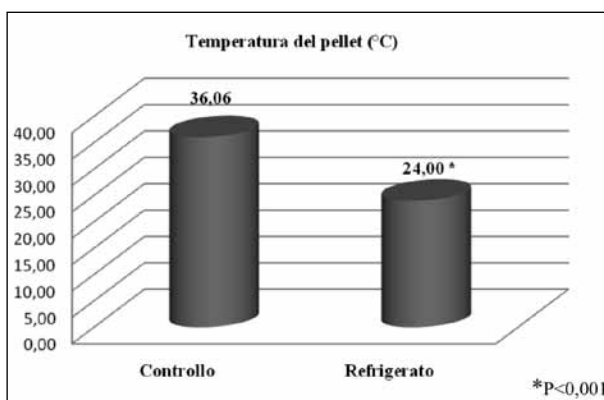


Figura 4. Effetto del trattamento sulla temperatura del mangime

La temperatura del pellet (Fig. 4), oltre ad agire sulla cinetica molecolare, crea una riduzione della stabilità dei composti, incrementando i processi lipolitici enzimatici con l'aumentare della temperatura (14).

I trattamenti tecnologici delle materie prime permettono altresì di generare dei nuclei in cui si manifesta un innalzamento termico rispetto alla massa circostante. Tali nuclei sono stati definiti nella letteratura nord americana con il nome di 'Punto Caldo' (Hot Spot). Il substrato per ricavare energia nella respirazione è un carboidrato, cioè l'amido. Durante la respirazione, i carboidrati presenti nel mangime vengono sciolti dagli enzimi e poi eventualmente consumati dalle muffe (15).

Nel processo di pellettatura, il calore porta ad una redistribuzione dei lipidi e ad una parziale distruzione degli antiossidanti, mentre la frantumazione determina un incremento della superficie esposta all'azione dell'ossigeno. Le particelle di dimensioni ridotte divengono, pertanto, più soggette ad irrancidimento idrolitico ed ossidativo sia per una maggiore superficie esposta all'aria che per un maggior contatto fra enzimi e lipidi redistribuiti. Gli ingredienti miscelati si degradano più rapidamente dei singoli cereali, in quanto frequentemente uno apporta il substrato e l'altro il catalizzatore (16).

Un 'Punto Caldo' (Hot Spot) si genera in un nucleo di mangime quando vi è un elevato grado di umidità e questo è quanto è accaduto al mangime della GIMa prima dell'installazione dell'impianto di refrigerazione. L'elevazione di temperatura all'interno del prodotto è una spia della presenza di attività biologica significativa, a cui normalmente è associato il degrado commerciale del prodotto (aspetto indesiderato).

L'utilizzo di appropriati antiossidanti, siano essi sintetici o naturali, durante le lavorazioni con impiego di calore può eventualmente solo ritardare il progredire dell'irrancidimento ossidativo (17).

Conclusioni

I processi di ossidazione e le reazioni di degradazione dei vegetali che si verificano durante la lavorazione delle materie prime, ripercuotendosi negativamente sulla qualità dei concentrati, sono tuttoggi oggetto di

grande interesse. La tecnologia di refrigerazione adattata, in questo studio, alla pressa per la produzione di pellet è stata in grado di eliminare, in maniera statisticamente significativa (* $P < 0,001$), la maggior parte del calore e umidità che si vengono normalmente ad incrementare durante il processo di condizionamento, viepiù in condizioni di elevate temperature ed umidità ambientali tipiche dei mesi estivi.

Particolarmente gravi sono, infatti, le perdite di valore nutritivo, la riduzione dell'appetibilità e gli effetti negativi che i prodotti dell'ossidazione possono esercitare sullo stato di salute degli animali, oltre al danno economico sia per la azienda che per l'allevatore.

Adattare la pratica della refrigerazione, che solitamente viene applicata per conservare i cereali nella fase di stoccaggio, alla tecnologia della pellettatura ha permesso, grazie al raffreddamento dell'ambiente e della massa, l'arresto del metabolismo d'insetti, batteri e muffe con il conseguente blocco del loro sviluppo e della loro proliferazione (18).

Mediante l'utilizzo di un processo "naturale" si è ottenuto l'obiettivo di preservare le proprietà intrinseche dell'alimento (19) rendendolo fruibile tal quale in un arco temporale consono all'utilizzo in allevamento, anche in condizioni climatiche avverse.

Bibliografia

1. Bonino C, Gaspari E. Raccolta, stoccaggio e conservazione: la refrigerazione. CALV. 2010.
2. Amodio P. Controllo delle micotossine, una questione di filiera. L'inform. Agr. 2008;11, pp. 11-12
3. Causin R.. Funghi e micotossine. Mais e sicurezza alimentare. V. A, 2006. pp.11-29.
4. Pittet A. Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds an updated review. Rev. Med. Vet, Toulouse. 1998;149, 6, 479-492.
5. European guide to good practice feed material, IT final 2007.
6. Haouet MN, Altissimi MS. Micotossine negli alimenti e micotossicosi animale e umana. San. Pubbl. Vet. 2003
7. Christensen CM, Sauer DB. Storage of cereal grains and their products. American Ass. of Cereal Chem. 1982.
8. Sanchis V, Magan N. Environmental conditions affecting mycotoxins. In: Magan N, Olsen M. Edit. Mycot. in Food. (2004).
9. Bottalico A. Le micotossine nelle piante e nelle derrate alimentari. Italia Agr. 1998. 125: 193-212.
10. Falconelli B. Micotossine e mangimi. ASL NO – SIAV C. 2012. Atti Conv.
11. Battilani P. Ferite alle cariossidi e umidità favoriscono i funghi aflatossigeni. L'inform. Agr. 2004;14, 47.
12. Demontis G, Cadoni L, Granata V, Sassu S, Savarese S.. L'autocombustione negli stoccaggi di cereali. RC2. 2008
13. Beccaro PV. Metodi di gestione. ERSAF 2001:4.2.2
14. Wilson DM, Abramson D. Mycotoxins in Storage of cereal grain and their products. Amer.Ass. of Cer. Chem. 1992.
15. Piva G, Pietri A. Fattori che possono interferire sul rendimento energetico degli alimenti. Riv. Avic. 1988;1; 13-22.
16. Eaton DL, Groopman JL. The toxicology of aflatoxins. Human health, veterinary and agriculture significance. Ac. Press Inc. 1994: 552
17. Bailoni L. Aflatossine: sistemi di prevenzione tramite implementazione dell'autocontrollo aziendale (HACCP). Atti Conv. 2000
18. Williams PC. Storage of grain and seeds. C.R.C. Myc. In An. Foods. 1991.
19. Belladonna S.. "Requisiti qualitativi dei Mangimi". Atti Conv. Cargill. 2007

Correspondence:

Dr.ssa Clarita Cavallucci

GiMA S.p.A., Longiano (FC)

E-mail: claritacavallucci@alice.it; info@gimaspa.it