

# Influenza del deterioramento aerobico degli insilati di mais sulla qualità del latte destinato alla caseificazione di Grana Padano

**Giorgio Borreani, Ernesto Tabacco** • Dipartimento di Agronomia, Selvicoltura e Gestione del Territorio – Università degli Studi di Torino

**Daniele Giaccone, Roberto Arru** • Associazione Regionale Produttori Latte Piemonte

**Pier Giorgio Peiretti, Laura Cavallarin** • ISPA – CNR

## ◆ RICERCA FINANZIATA DALLA REGIONE PIEMONTE

**G**li insilati di mais costituiscono più dell'60% del foraggio e rappresentano un'importante fonte di energia nella razione per i bovini da latte e da carne nella Pianura Padana. Il silomais è conservato generalmente in sili orizzontali caratterizzati da superfici molto estese che devono essere difese dall'infiltrazione dell'aria. Infatti il problema più grave e più frequente che si riscontra è la degradazione ad opera di microrganismi aerobi che si innesca nel momento in cui si verifica la penetrazione di aria all'interno del silo. L'aria può penetrare nella massa quando il silo è ancora chiuso per la presenza di fori accidentali, per la permeabilità all'ossigeno del telo e per la non perfetta chiusura delle zone laterali, ma soprattutto durante la fase di consumo dal fronte di desilamento. In queste condizioni alcuni gruppi di microrganismi, principalmente lieviti, batteri acetici e in fasi più avanzate i funghi filamentosi, iniziano a moltiplicarsi molto velocemente a carico delle sostanze più energetiche e nutritive del foraggio. Ciò determina ingenti perdite di prodotto insilato e del suo valore nutritivo che si ripercuotono sulle performance produttive de-

gli animali. Nel caso in cui il deterioramento non venga contrastato in maniera efficace la degradazione dell'insilato può determinare la formazione di aree fortemente marcescenti, soprattutto nelle zone periferiche (capello). Se somministrate agli animali possono risultare tossiche per la presenza di cataboliti dello sviluppo microbico, fra cui amine biogene, micotossine ed endotossine.

Durante il deterioramento aerobico l'insilato può costituire un sito preferenziale di moltiplicazione e selezione di microrganismi anticaseari molto aggressivi, quali i clostridi la cui presenza nel latte, anche se in numero contenuto, può rappresentare un serio problema per le produzioni casearie che richiedono lunghi periodi di stagionatura. Infatti le spore dei clostridi presenti in insilati contaminati, possono passare nel latte, sopravvivere alla pastorizzazione e provocare nei formaggi a lunga stagionatura il difetto denominato "gonfiore tardivo". Un'altra situazione a rischio è il momento dell'apertura del silo che coincide con una fase in cui l'insilato è microbiologicamente instabile, in questo periodo i clostridi possono moltiplicarsi e creare problemi in sede di caseificazione. Infatti nella razione si ha la prevalenza di insilato "periferico" o a diretto contatto del telo rispetto a insilato proveniente da aree sicuramente anaerobiche (Colombari et al., 2001).

Gli scopi di questo lavoro sono stati:

- A) fornire indicazioni utili per la gestione dei sili aziendali al fine di prevenire il deterioramento aerobico degli insilati, per una migliore utilizzazione in stalla e un conseguente miglioramento delle qualità microbiologiche del latte destinato alla caseificazione dei formaggi a pasta dura;
- B) verificare l'influenza dello stato di conservazione degli insilati di mais sulla caseificazione di Grana Padano con prove di partite a latte separato.

## Materiali e Metodi

Un'indagine triennale (2000 - 2002) è stata svolta

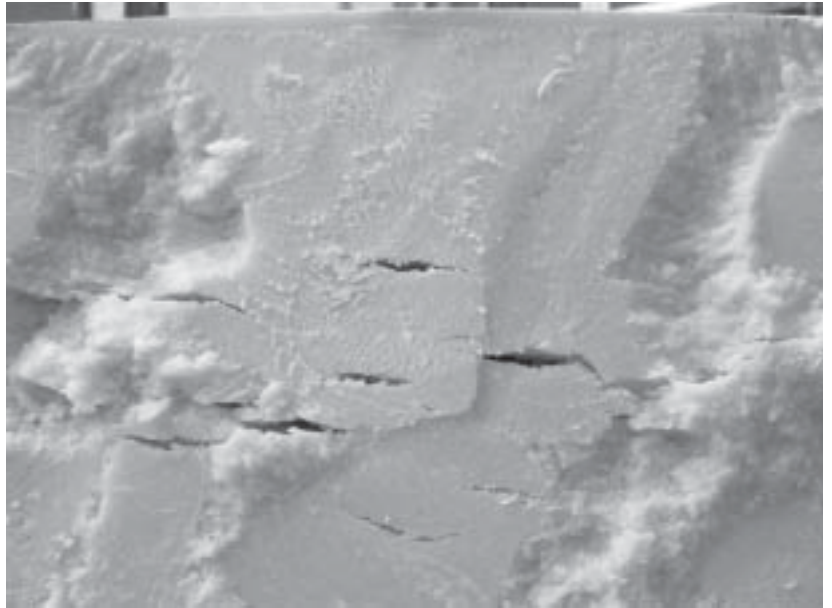


Come si presenta la forma al taglio.

su 36 delle 41 aziende che conferiscono il latte a un caseificio in provincia di Cuneo. Il caseificio lavora annualmente circa 11.200.000 kg di latte, di cui 10.700.000 kg trasformati in formaggi DOP. Il Grana Padano costituisce il 65% della produzione, mentre il restante 35% è costituito da Bra, Toma Piemontese e Raschera. Sul totale del latte raccolto l'82% è prodotto in 20 aziende che allevano vacche di razza frisone italiana, con una media di 57 capi per stalla e con una produzione media di 474.600 kg/anno. La restante quantità viene prodotta da allevamenti in cui prevalgono vacche di razza piemontese, con una media di 46 capi per stalla e una produzione media di latte di 78.200 kg/anno.

In ognuna delle aziende visitate sono stati rilevati i dati aziendali, mediante compilazione di apposito questionario, riguardanti la consistenza della stalla, le produzioni medie, le razioni impiegate, la ripartizione colturale della SAU e gli elementi relativi alla gestione degli insilati. Per quanto riguarda quest'ultimo punto, sono stati rilevati il numero e la tipologia di silo presenti in azienda (cumulo o trincea), le dimensioni e le quantità di prodotto stoccate nelle trincee e/o nei cumuli, la classe e l'ibrido di mais utilizzato, l'epoca di semina, la data di raccolta del trinciato e di apertura del silo, il tipo di copertura ed il numero di film utilizzati, le modalità di compattamento, i tempi di chiusura del silo, le modalità di appesantimento, la velocità di avanzamento media del fronte e le quantità di insilato consumante giornalmente.

Sui sili utilizzati durante le stagioni invernale ed estiva sono state rilevate, mediante sonda, le temperature nel profilo del fronte alle profondità di 20, 40, 60 e 100 cm, secondo una maglia definita comprendente 12 punti in larghezza e 6 in altezza. La termometria di un insilato è un rilievo molto utile per evidenziare, fin dalle prime fasi, il deterioramento aerobico in atto e le zone del silo interessate, prima che lo sviluppo dei funghi rendano il fenomeno visibile. Un insilato è stato considerato soggetto a deterioramento aerobico quando almeno il 10% della superficie del fronte di taglio risultava interessata da temperature di 10°C superiori a quelle registrate nelle parti centrali del silo e nelle aree periferiche era evidente la colonizzazione da parte di funghi filamentosi. In corrispondenza di ogni rilievo termometrico sono stati prelevati, in sei zone del silo mediante carotatura, campioni di insilato sui quali sono stati determinati gli acidi di fermentazione, il pH e il contenuto di sostanza secca. Il peso del campione e la profondità della carota sono stati misurati per determinare la densità delle diverse aree del silo.



Tre prove di caseificazione di Grana Padano a partite separate sono state effettuate con il latte prodotto in due delle aziende visitate. Le prime due prove hanno preso in considerazione un'azienda che operava con particolare cura nella gestione degli insilati e della stalla nel suo complesso. Nella prima prova (I) gli animali consumavano insilato di mais proveniente dall'inizio della trincea, mentre nella seconda prova (II) la trincea era a regime. Nella terza prova (III) è stato caseificato il latte di un'azienda che utilizzava nell'alimentazione un insilato di mais stoccato in cumulo poco compattato, carente nella cura della copertura e dell'appesantimento, con aree estese di evidente deterioramento aerobico. Il latte delle aziende in prova è stato caseificato in confronto con la partita di latte derivante dal resto delle aziende conferenti (Gruppo Controllo). Sui lattici di massa e di caldaia sono state effettuate le analisi chimiche (pH, acidità, grasso, proteina, lattosio, caseina) e microbiologiche (carica batterica totale, coliformi, spore clostridiche).

Apertura di una forma non commerciabile come Grana Padano (retinata)



Il deterioramento aerobico rappresenta sempre una perdita netta di sostanze nutritive e a zone ammuffite si affiancano zone alterate non ancora visibili ma molto inquinate da microrganismi anticaseari.

Gli insilati di mais costituiscono la base foraggera delle aziende zootecniche della pianura Padana.



### Risultati e discussione

L'indagine aziendale ha permesso di individuare tre gruppi di aziende in relazione alla presenza o meno di fenomeni di deterioramento aerobico nelle trincee e nei cumuli:

- A) insilati con deterioramento aerobico evidente in inverno e in estate;
- B) insilati con deterioramento aerobico evidente solo in estate;
- C) insilati senza fenomeni di deterioramento.

Nella Tabella 1 si riportano le principali caratteristiche strutturali delle aziende visitate. Le aziende del gruppo C, rispetto a quelle dei gruppi A e B, sono caratterizzate da un alto numero di capi in lattazione, un'elevata produzione di latte per capo (superiore a 11.000 kg/anno), un maggior numero di sili di dimensioni più ridotte e una minore superficie del fronte di taglio per capo in lattazione. L'insieme di questi fattori determina un avanzamento medio giornaliero del fronte del silo più elevato (Tabella 2), che è uno dei principali fattori che contribuiscono a controllare in modo efficace l'innescarsi del deterioramento aerobico. In inverno, le temperature del fronte dei sili nelle aree periferiche (alto), erano superiori ai 30°C solo nelle aziende del gruppo A, mentre nelle aziende dei gruppi B e C erano inferiori a quelle registrate nelle zone centrali. Durante l'estate le temperature delle zone periferiche risultavano essere superiori ai 30°C anche nelle aziende del gruppo B. Poiché l'avanzamento del fronte di taglio in inverno è risultato simile tra i due gruppi (0,77 vs. 0,91 m/settimana), le differenze nell'entità del deterioramento aerobico dei sili dei gruppi A e B è da imputare principalmente alla differente cura della copertura e

degli appesantimenti dei sili (2 teli di copertura, telo sulle pareti e maggior cura nell'appesantimento delle zone prossime alle pareti nelle aziende del gruppo B). In estate questi accorgimenti non sono sufficienti, da soli, a contenere il deterioramento aerobico ma devono essere abbinati ad una maggiore velocità di avanzamento, come nel caso delle aziende del gruppo C (fino a 2,17 m/settimana).

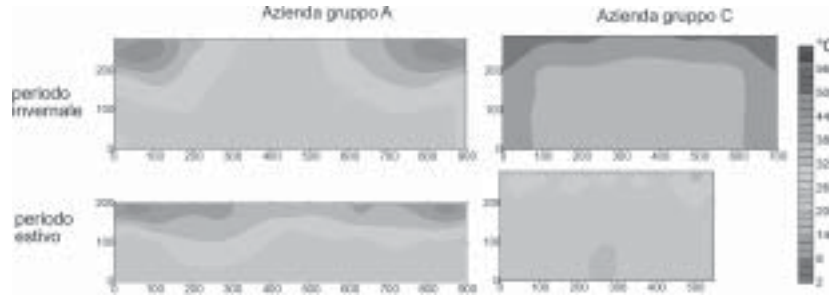
Per focalizzare l'importanza di alcuni parametri gestionali delle trincee sulla stabilità aerobica dell'insilato sono state scelte, a titolo di esempio, due aziende rappresentative dei gruppi A e C. Nel Figura 1 sono riportate le termografie delle trincee delle due aziende, nella parte in alto quelle riferite alle trincee consumate durante il periodo invernale, in basso quelle relative alle trincee utilizzate in estate. Si osserva che le trincee dell'azienda del gruppo A sono interessate da temperature molto elevate anche nel periodo invernale, con punte di oltre 50°C, per porzioni del fronte che si avvicinano al 50% dell'intera superficie. Al contrario l'azienda del gruppo C ha trincee completamente fredde nel periodo invernale, mentre in estate le superfici deteriorate non superano mai il 10% dell'intero fronte e le temperature si innalzano, al massimo, fino a 30°C. Tali differenze sono da imputare principalmente alla ridotta velocità di avanzamento del fronte (10 e 15 cm) nell'azienda A, conseguenza di un sovradimensionamento delle trincee rispetto ai fabbisogni degli animali in stalla, al quale si affianca l'assenza di alcuni accorgimenti fondamentali per ridurre la penetrazione di aria all'interno della massa insilata.

Le caratteristiche di fermentazione delle zone centrali degli insilati non hanno mostrato, tra i gruppi di

aziende, differenze significative né durante il consumo invernale né durante quello estivo. I valori medi osservati sono stati i seguenti: contenuto di sostanza secca  $345 \pm 27 \text{ g kg}^{-1}$ ; pH  $3.61 \pm 0.14$ ; acido lattico  $41 \pm 12 \text{ g kg}^{-1}$  s.s.; acido acetico  $15 \pm 9 \text{ g kg}^{-1}$  s.s.; N ammoniacale  $62 \pm 13 \text{ g kg}^{-1}$  N totale; acido butirrico e spore clostridiche assenti. Le aree periferiche sono risultate molto differenziate in relazione alla presenza o meno di fenomeni di deterioramento. Le aziende del gruppo C presentavano, nei sili estivi ed invernali, valori simili a quelli rilevati nelle zone centrali, mentre le aziende del gruppo A e B presentavano valori alterati, soprattutto in estate. Il pH delle aree periferiche è risultato superiore a 4,5 nei sili del gruppo B nel periodo estivo e in quelli del gruppo A durante tutto l'anno. In alcuni sili con evidente deterioramento aerobico e pH superiore a 4 sono state rilevate concentrazioni di acido butirrico comprese tra 0,1 e 6,4 g/kg s.s.. Essendo l'acido butirrico prodotto esclusivamente dai clostridi, la sua presenza è un campanello di allarme per la potenziale contaminazione del latte destinato alla caseificazione di formaggi a pasta dura.

**Prove casearie**

Le due aziende scelte nelle tre prove casearie facevano parte la prima nel gruppo C (prova I e II, la seconda nel gruppo A (prova III)).



Le caratteristiche chimiche e i parametri igienico sanitari del latte di massa (Tabella 3) non presentano differenze significative tra le prove, fatta eccezione per il numero di cellule somatiche dell'azienda del gruppo A, indice di una situazione sanitaria anomala imputabile in parte all'impiego di elevate quantità di insilato deteriorato.

Le analisi microbiologiche del latte di massa (Tabella 4) evidenziano, per l'azienda del gruppo C, cariche microbiche molto contenute soprattutto nella prova II. L'azienda del gruppo A presenta invece valori più elevati, con cariche di microrganismi totali superiori a quelle del gruppo di controllo. Nella Figura 2 sono riportati i valori giornalieri di spore clostridiche nel latte di massa. Risulta particolarmente evidente che, malgrado le elevate variazioni giornaliere, l'azienda del gruppo C mantenga valori sempre inferiori al gruppo di controllo, mentre l'azienda del gruppo A presenta valori più elevati spesso prossimi a quelli

**Figura 1.** Termografia del fronte del silo alla profondità di 20 cm durante il consumo invernale ed estivo in due aziende con differenti modalità di gestione degli insilati.

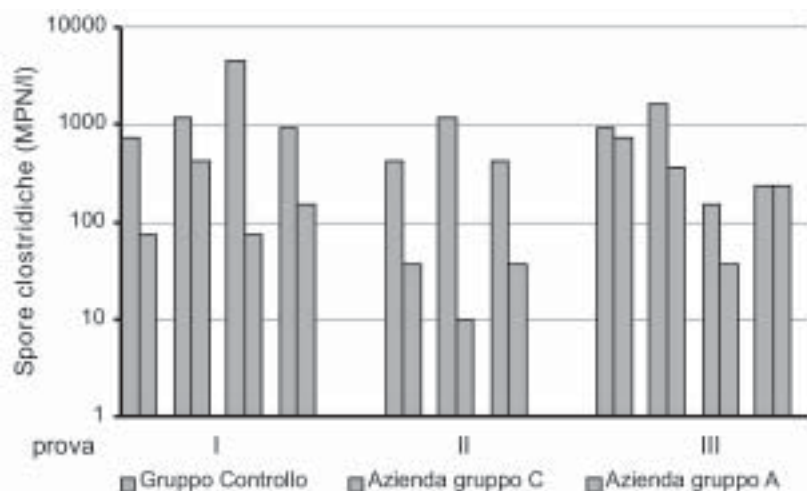
**Tabella 1.** Caratteristiche strutturali delle aziende coinvolte nell'indagine.

Aziende	Capi in lattazione	Produzione di latte	Colture foraggere	Sili	Dimensioni sili (m)			Superficie fronte silo	
(n)	(n)	(kg a <sup>-1</sup> capo <sup>-1</sup> )	(ha)	(n)	larghezza	altezza	lunghezza	(m <sup>2</sup> capo <sup>-1</sup> )	
A	10	48±9	8352±1536	22±6	1-3	7,4±1,4	2,0±0,5	22±6	0,32±0,10
B	6	50±11	8958±1315	26±5	2-3	7,3±1,1	2,1±0,3	21±3	0,31±0,09
C	3	75±7	11030±150	36±4	3-4	6,4±0,9	2,4±0,4	21±4	0,19±0,01

**Tabella 2.** Principali caratteristiche degli insilati di mais studiati.

Consumo giornaliero kg capo <sup>-1</sup>	Densità tal quale (kg m <sup>3</sup> )	Inverno					Estate			
		Temperatura†		pH	Avanzamento settimanale (m)	Temperature		pH	Avanzamento settimanale (m)	
		alto	centro			alto	centro			
A	21	221/621	35	19	4,9	0,77	36	24	5,1	0,98
B	22	312/634	16	17	3,9	0,91	35	22	4,7	1,12
C	25	321/576	11	16	3,7	1,68	28	23	3,9	2,17

† La temperatura (°C) è stata calcolata come media dei rilievi alla profondità di 20 cm.



**Figura 2.** Variazione giornaliera del contenuto di spore clostridiche nel latte di massa delle aziende caseificate separatamente in confronto con il gruppo di controllo nelle tre prove.

del controllo. Interessante osservare che i valori di spore del latte proveniente da vacche alimentate con insilato ad inizio trincea siano più elevati di quelli osservati nella stessa azienda con trincea a regime e molto simili a quelli dall'azienda con insilato di mais fortemente deteriorato.

Passando al latte di caldaia è possibile osservare come il fenomeno dell'affioramento svolga un'importante azione di riduzione di tutte le cariche microbiche rispetto a quelle del latte di massa. Tale azione è particolarmente evidente sulle spore dei clostridi, le quali passano da 753 a 208 MPN/l nel gruppo di controllo, da 137 a 27 MNP/l nel primo periodo dell'azienda del gruppo C e da 217 a 49 MNP/l nel-

l'azienda del gruppo A.

### Conclusione

La fattiva collaborazione delle aziende agricole coinvolte nel Progetto e dei responsabili del caseificio ha permesso di ottenere, in questi tre anni di ricerca, delle indicazioni importanti sulla gestione aziendale degli insilati al fine di contenere il deterioramento aerobico.

Dalle prove di caseificazione a partite separate è emerso come gli insilati di mais soggetti a notevoli deterioramenti, possano influenzare i livelli di contaminazione del latte, determinando un netto aumento della presenza di microrganismi anticaseari.

**Tabella 3.** Caratteristiche chimiche del latte di massa nelle tre prove di caseificazione.

Prova			pH (%)	Grasso (%)	Proteine /ml x1000	Cellule
I	Azienda gruppo C	Inizio silo	6,67	3,72	3,21	154
II	Azienda gruppo C	Silo a regime	6,73	3,70	3,17	157
III	Azienda gruppo A		6,74	3,68	3,36	571
	Gruppo controllo ‡		6,71	3,62	3,23	252

‡ I valori del "Gruppo controllo" sono stati ottenuti dalla media dei valori delle tre prove.

**Tabella 4.** Caratteristiche microbiologiche del latte di massa e di caldaia nelle tre prove di caseificazione.

Prova			Latte massa			Latte caldaia	
			CBT (UFC/ml)	Coliformi (UFC/ml)	Spore (MPN/l)	CBT (UFC/ml)	Spore (MPN/l)
I	Azienda gruppo C	Inizio silo	28.391	745	137	19.719	27
II	Azienda gruppo C	Silo a regime	14.930	126	27	13.248	28
III	Azienda gruppo A		163.489	790	217	58.035	49
	Gruppo controllo ‡		87.237	1201	753	36.054	208

CBT, carica batterica totale;

‡ I valori del "Gruppo controllo" sono stati ottenuti dalla media dei valori delle tre prove.