

*Tappo cheratinico, anticorpi, leucociti, enzimi... Sono numerose le situazioni con le quali la bovina fronteggia la malattia. Ma sono determinanti anche l'igiene in stalla e corrette procedure di mungitura*

# Fisiologia/2

## Così si difende la mammella

1) Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie, Legnaro (Pd).

2) Università di Padova, Dipartimento Medicina Animale, Produzioni e Salute.

di **Giulia Rosa** <sup>(1)</sup>, **Mara Badan** <sup>(1)</sup>, **Antonio Barberio** <sup>(1)</sup>, **Igino Andrighetto** <sup>(1,2)</sup>

**L**a mastite è una delle principali patologie nell'allevamento della vacca da latte, considerando la frequenza con cui si presenta ma anche per l'elevata incidenza dal punto di vista produttivo ed economico. Ha un impatto negativo sull'economia aziendale sia a causa dei costi dei trattamenti e delle spese veterinarie, sia per l'incremento del rischio di antibiotico-resistenza e di residui che ne deriva, ma soprattutto per le perdite riguardanti il latte scartato, la riduzione della produzione e la qualità del latte, l'aumento del numero di animali riformati prematuramente e l'aumento del costo del lavoro.

È una malattia multifattoriale che coinvolge tutti gli aspetti dell'ambiente che circonda l'animale, è la somma dei fattori ambientali a diventare decisiva nel provocare la mastite.

### COSA PUÒ INNALZARE IL NUMERO DELLE CELLULE SOMATICHE NEL LATTE

#### **C**ondizioni di malessere dell'animale in generale e della mammella, in particolare:

- ✓ mastiti cliniche e subcliniche
- ✓ traumi alla mammella
- ✓ parassiti

#### **Errori gestionali:**

- ✓ sovraffollamento, temperatura
- ✓ scarsa igiene degli ambienti e degli animali

- ✓ carente monitoraggio sullo stato sanitario della mandria, che non permette tempestivi trattamenti dei casi diagnosticati e la pianificazione delle terapie

#### **Errate tecniche di mungitura:**

- ✓ traumi da mungitura manuale
- ✓ scarsa igiene durante le fasi di mungitura, pratiche non corrette di disinfezione dei capezzoli
- ✓ mungiture non complete o troppo pro-

lungate

- ✓ vuoto e frequenza di pulsazione elevati

#### **Errori nell'alimentazione:**

- ✓ dosi troppo elevate di concentrati; eccessi proteici
- ✓ sbilanciato rapporto Energia/Proteina
- ✓ cambiamenti improvvisi di alimentazione
- ✓ carenze minerali (Se e Zn); carenze in vitamine (E ed A)

TAB. 1 - TIPOLOGIE DI DIFESA DELLA MAMMELLA

Tipologie	Mezzo di difesa	Funzione
Anatomiche e fisiche	Sfintere	Barriera fisica alla penetrazione dei batteri.
	Flusso del latte	Asporta i batteri presenti che non hanno aderito al tessuto o che sono adesi alla cheratina.
Chimico fisiche	Cheratina	Formazione di uno strato adesivo che intrappola i batteri. Azione antibatterica di alcune sue componenti.
Cellulari	Cellule leucocitarie (neutrofili, macrofagi, linfociti e plasmacellule)	Attività fagocitaria e battericida delle cellule presenti nel tessuto del capezzolo o nel latte presente nel canale .
Umorali	Anticorpi specifici	Azione battericida. Sono prodotti dai linfociti B.
	Sostanze prodotte da leucociti (lattoferrina, lisozima, citochine, complemento)	Azione battericida diretta ed indiretta dovute a sostanze prodotte dai leucociti come risposta all'invasione batterica.

Fonte: Istituto Zooprofilattico delle Venezie.

Un'impostazione della mungitura corretta sia da un punto di vista igienico che dal punto di vista fisiologico può fornire risultati soddisfacenti da un punto di vista sanitario.

### Eziopatogenesi e sistemi di difesa della mammella

La mammella ed il capezzolo in sé possiedono diversi tipi di difese sia anatomiche, chimico-fisiche, umorali che cellulari (tabella 1). Il capezzolo è la via principale di ingresso dei microrganismi all'interno della ghiandola mammaria e funge da prima linea di difesa all'invasione batterica (Fig. 1).

I batteri che riescono a risalire il canale del capezzolo iniziano a moltiplicarsi nel latte e ad invadere prima i tessuti ghiandolari che rivestono i grandi dotti galattofori e la cisterna, poi infettano i dotti più piccoli e successivamente gli alveoli, danneggiando piccole zone di tessuto e producendo tossine che aumentano la permeabilità dei vasi con richiamo delle componenti ematiche e cellulari nell'alveolo. Si trovano infatti, nel parenchima mammario e nel latte, cellule che svolgono un importante ruolo di natura immunitaria e difensiva per la mammella. Si tratta di leucociti, appartenenti alla serie bianca, quali macrofagi, linfociti e neutrofili poli-

morfonucleati (PMN). Quest'ultimi svolgono un ruolo chiave nel combattere l'infezione, e vengono richiamati in gran numero nel latte dal sangue, nel caso di ingresso di microrganismi in mammella.

I macrofagi si dirigono per primi verso i batteri, attaccandoli e fagocitandoli, favorendo così il riconoscimento dei suoi antigeni da parte dei linfociti; Sono in grado inoltre, una volta venuti a contatto, di produrre citochine, che sono importanti mediatori dell'infiammazione e possono essere direttamente coinvolte nell'insorgenza della malattia.

I linfociti B e T giocano un ruolo chiave nelle reazioni immunitarie specifiche che seguono la risposta iniziale all'infezione. In particolare, i linfociti B sono le cellule che, una volta riconosciuto il microrganismo presentato dal macrofago, iniziano la produzione di anticorpi specifici verso il patogeno, mentre i linfociti T sono coinvolti nell'immunità cellulomediata. Anche queste cellule sono in grado di rilasciare citochine, importanti nello scatenamento di una risposta immunitaria equilibrata nei confronti del patogeno invasore.

Dunque, quando i microrganismi penetrano nella mammella sono responsabili sia di effetti diretti sull'epitelio mammario, che di effetti indiretti sulle cellule presenti nel latte; Quest'ultime agiscono in ma-

niera organizzata per eliminare l'intruso e, mentre i macrofagi iniziano a inglobare il microrganismo, si avvia l'elaborazione di citochine che porta alla fuoriuscita dei neutrofili dal sangue verso il latte, la velocità del loro afflusso appare infatti un passaggio essenziale per la risoluzione dell'infiammazione. Così, nel latte di un animale con mastite, vi sarà un'elevata percentuale di neutrofili che diventano la popolazione cellulare dominante delle cellule presenti nelle prime fasi dell'infezione.

Ora vediamo più nello specifico i diversi "sistemi di difesa".

### Difese anatomiche e fisiche

L'orifizio capezzolare è circondato da anelli muscolari che impediscono la fuoriuscita del latte e fungono da barriera alla penetrazione batterica; lo sfintere del capezzolo deve essere sufficientemente elastico in quanto l'elevata frequenza di sollecitazioni a cui è sottoposto durante la mungitura provoca l'affaticamento delle fibre muscolari, quest'ultimo comporta che alla fine della mungitura non si ha la completa chiusura dell'orifizio (pertanto è facilitato l'ingresso dei batteri).

L'epitelio interno del canale del capezzolo è caratterizzato da un'intensa mitosi e rapida cheratinizzazione delle cellule epi-

dermiche, da questo la formazione del tappo cheratinico che si trova in corrispondenza del dotto papillare, funge da barriera fisica che occlude il canale e contrasta la penetrazione dei microrganismi all'interno della ghiandola mammaria (Fig. 1bis). Gli animali più predisposti alle mastiti sono quelli con cheratina più sottile. La cheratina è composta da vari acidi grassi con attività battericida (C18:2 e C18:3) e batteriostatica (C12 e C14) verso *Staph. aureus*, *Staph. hyicus*, *Corynebacterium bovis* e *Strep. agalactiae*.  
Va infatti considerato che i cambiamenti nella suscettibilità alle infezioni sono correlati alla rimozione di cheratina del canale del capezzolo che nel corso della mungitura viene asportata per quasi la metà della quantità presente prima. La perdita di cheratina è dovuta a forze perpendicolari generantisi nello strato superficiale della fase del latte ad alto flusso, unitasi al ripetuto chiudersi del capezzolo durante la mungitura che causano la rottura degli strati di cheratina, ed in parte da fenomeni di solubilizzazione nel latte (Fig. 2).

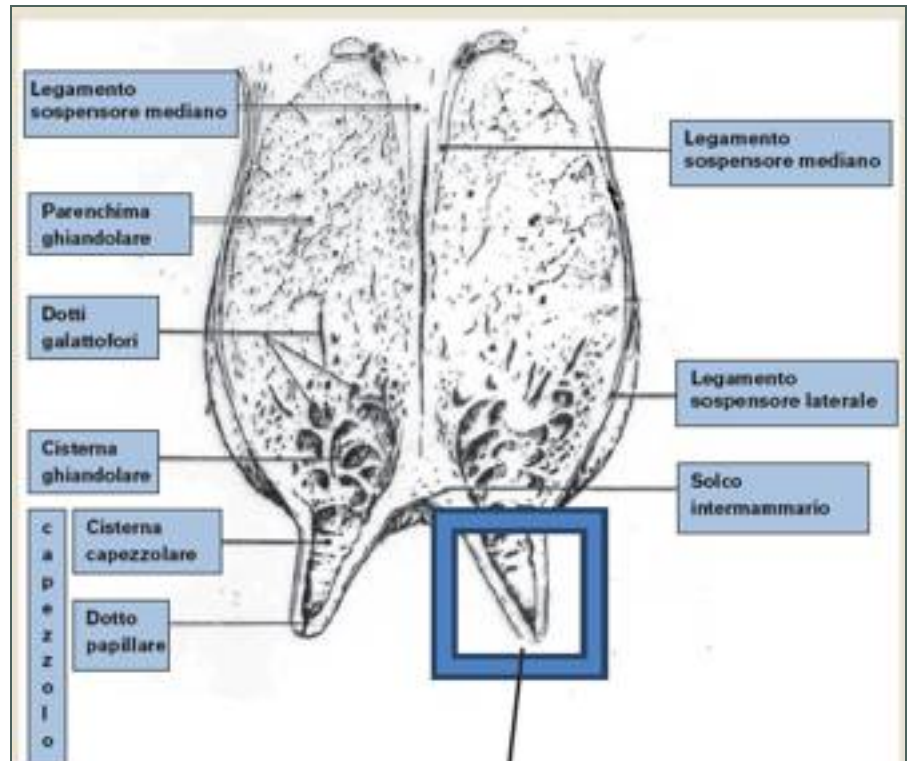
**Le difese di tipo umorale**

**Anticorpi:** provengono dal sangue e da plasmacellule che li producono localmente nel tessuto mammario. La concentrazione è bassa durante la lattazione aumenta nel corso di mastiti. E' elevata nel colostro.

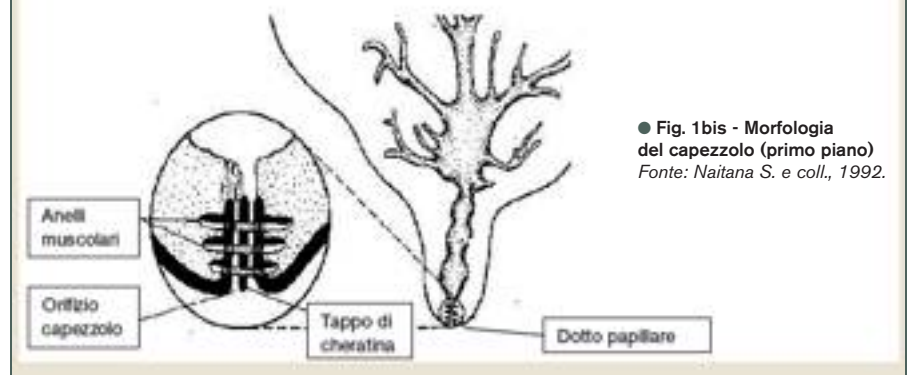
**Enzimi:** lisozima, Lattoferrina, complemento e fattori antimicrobici nel latte. La loro concentrazione aumenta durante l'involutione mammaria o la mastite.

**Il lisozima** è un enzima di 14,4 kilodalton presente in tessuti animali dotato di attività battericida, lisa la parete batterica di alcuni batteri catalizzando l'idrolisi del legame beta 1,4 tra l'acido N-acetilmuramico (NAM) e la N-acetilglucosamina (NAG) che sono la componente principale del peptidoglicano.

Il lisozima, legandosi alla superficie batterica, ne riduce la carica elettrica negativa superficiale, rendendo più facile la fa-



● Fig. 1 - Morfologia della ghiandola mammaria. Fonte: Istituto Zooprofilattico delle Venezie.



● Fig. 1bis - Morfologia del capezzolo (primo piano) Fonte: Naitana S. e coll., 1992.

gocitosi del batterio, prima che intervengano le opsonine del sistema immunitario.

**La lattoferrina** è una glicoproteina saturata solo parzialmente dallo ione ferro è perciò in grado di chelare il ferro trivalente ed inibire la crescita batterica; è presente in basse concentrazione nel colostro (2-5 mg/ml) e nel latte (0,1-0,5 mg/ml) mentre aumenta in asciutta (30-100 mg/ml); si trova anche nei granulociti (PMN) svolgendo attività di modula-

zione dell'aderenza agli endoteli e quindi della migrazione dei neutrofili nella risposta primaria degli anticorpi all'infezione aumentando la produzione di radicali liberi.

Con il termine di **"complemento"** si comprende un insieme di proteine, alcune delle quali ad attività enzimatica, che insieme agli anticorpi svolgono un ruolo di primaria importanza nei meccanismi di difesa dell'immunità umorale. Il complemento è costituito da una ventina di pro-



● **Fig. 2 - Situazione fisiologica**

Foto: Utrecht University, Drs A. de Man, Dr Y.H. Schukken Drs J.P. Koeman

teine circolanti capaci di interagire con le membrane biologiche e con specifici recettori situati sulla superficie di diversi tipi cellulari, hanno la capacità di opsonizzare i patogeni e di indurre una serie di reazioni infiammatorie che aiutano a combattere le infezioni.

Le **citochine** sono delle proteine di basso peso molecolare (8-80 kDa), generalmente glicosilate, secrete dalle cellule del sistema immunitario che agiscono come messaggeri proteici, ovvero come mediatori solubili della comunicazione tra cellule, svolgendo un ruolo di fondamentale importanza nella risposta infiammatoria. In particolare nel latte mastitico è stata dimostrata la presenza di una serie di citochine ad azione “pro-infiammatoria” quali: IL-1 $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-8, IL-12, TNF- $\alpha$ , TNF- $\beta$ , mentre nel latte sano sono maggiormente presenti citochine ad espressione prevalentemente “regolatoria” come IL-4, IL-10, IFN- $\gamma$ , insieme ad

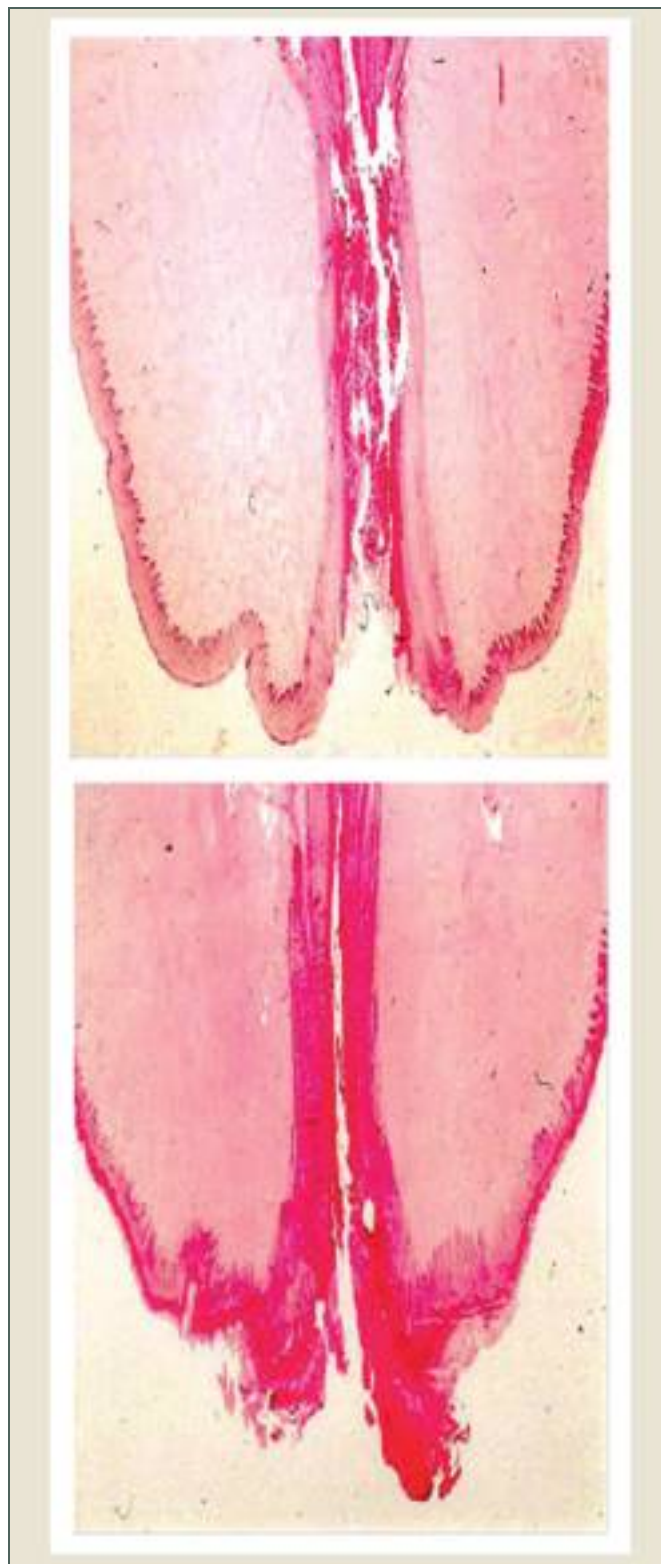
● **Fig. 3 - Alterazioni dello sfintere del capezzolo e dello strato di cheratina**

Foto: Utrecht University, Drs A. de Man, Dr Y.H. Schukken Drs J.P. Koeman

alcune citochine pro-infiammatorie che fisiologicamente ritroviamo, come IL-8 e IL-1 $\beta$ .

**Le difese di tipo cellulare**

**I leucociti** (neutrofili PMN, macrofagi, linfociti, plasmacellule) rappresentano uno dei meccanismi di difesa più importanti della ghiandola mammaria. Costituiscono il 95-98% delle cel-



lule somatiche del latte. Nella mammella sana sono presenti in numero limitato (inferiori a 100.000 cellule/ml). Nella

mammella con infezione raggiungono milioni/ml.

**Leucociti polimorfonucleati neutrofili (PMN)** sono il tipo predominante nel colostro (85-90%) nel latte normale sono circa il 10% aumentano considerevolmente in prossimità del parto. La loro principale azione è quella fagocitaria ma hanno anche proprietà citotossiche.

**Monociti e macrofagi:** sono la componente principale della popolazione cellulare nel latte di vacca, come i PMN fagocitano e uccidono i batteri. Il ruolo principale è di stimolare la migrazione dei PMN verso il latte e di rimuovere i globuli di grasso, sono grandi produttori di lisozima.

**Linfociti:** costituiscono circa il 4-8% della popolazione cellulare del latte hanno capacità immunocompetente

**Plasmacellule:** Si trovano prevalentemente all'apice del capezzolo in prossimità

mità della regione della rosetta di Furstenberg, producono Ac, citochine ed altri mediatori intervenendo nella risposta all'antigene.

In corso di mastite i leucociti aumentano fino a 500 volte, i linfociti fino a 18, i macrofagi fino a 7 volte.

### Qualità del latte

Si può ora affrontare la questione delle alterazioni nella composizione del latte in corso di mastite. Le bovine che si ammalano di mastite clinica subiscono un calo della produzione temporaneo, a volte anche di entità notevole, che in parte continua anche per tutta la durata della lattazione, ma soprattutto nella sua composizione. Il problema maggiore infatti è il deprezzamento qualitativo del latte ai fini della trasformazione, con diminuzione della resa, aumento delle perdite di gras-

so nel siero, riduzione degli innesti lattici, allungamento dei tempi di coagulazione, diminuzione della consistenza della cagliata ed uno spurgo più difficile.

Mano a mano che il grado di infiammazione cresce la composizione chimica del latte si avvicina sempre di più a quella del sangue in conseguenza dell'alterazione della permeabilità delle membrane, che facilita la filtrazione di componenti ematici dal circolo sanguigno alla mammella, e della riduzione dell'attività di sintesi da parte del tessuto secretorio. La produzione di solidi totali, di grasso, di caseina e di lattosio si riduce sostanzialmente mentre la quantità totale di proteine cambia solo leggermente per effetto del contemporaneo incremento delle immunoglobuline e decremento delle caseine.

Nel latte mastitico avremo:

- aumento di: pH, cloruri, sieralbumine,

**Milking components specialist**

LE30  
InterPuls

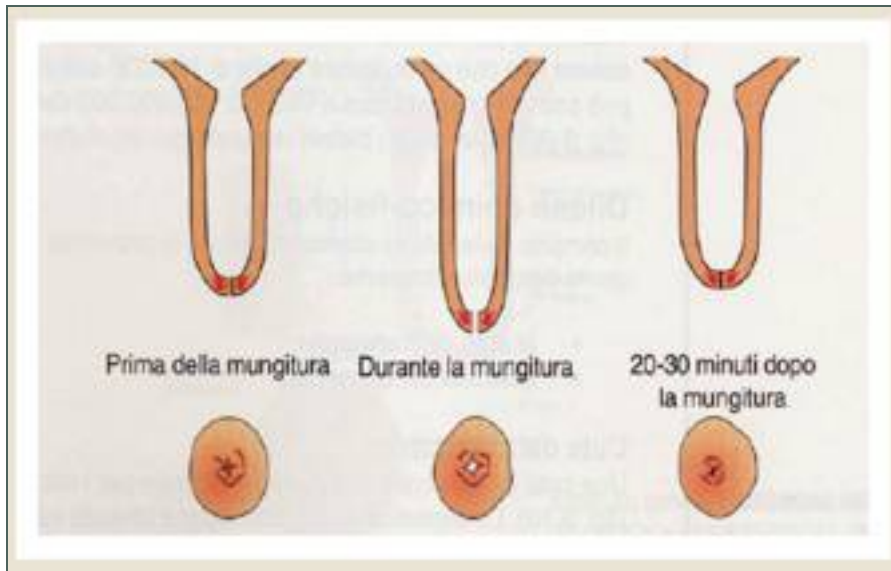
40  
anni  
passati  
nella

**SEGUICI!**

YouTube InterPuls Channel  
Facebook InterPuls  
Twitter @InterPuls

ISO14001

InterPuls | Via F. Martano, 11 | 42020 Albinea RE - Italia | T +39 0522 347511 | F +39 0522 348616 | sales@interpuls.com | www.interpuls.com



● Fig. 4 - Al termine della mungitura il capezzolo si allunga (10-30%), e lo sfintere resta aperto creando una facile via d'accesso per i batteri. (Blowey e Edmondson, 1974)

immunoglobuline, cellule somatiche  
- diminuzione di: produzione di latte, caseine, grasso, lattosio.

### Cellule somatiche

L'infezione mammaria provoca perciò un afflusso di leucociti dal sangue, a cui si affianca l'alterazione della funzionalità secretoria delle cellule mammarie e il conseguente cambiamento nel volume e nella composizione del latte, di cui le cellule somatiche sono un fedele indice. Per questo motivo le cellule somatiche sono accettate dal mondo scientifico internazionale come standard di qualità del latte prodotto.

La mammella in stato di benessere fisiologico, cioè senza patologie, ha comunque una carica di cellule somatiche di sfaldamento degli epitelii che fisiologicamente si attesta compresa tra 50.000-100.000 cellule/ml. Se le cellule somatiche nel campione di latte di massa sono più di 400.000 cellule/ml c'è una buona probabilità che vi siano vacche con la mastite.

Effetti delle cellule somatiche sul latte:

- aumento dell'azoto non proteico (NPN) e sieroproteine,  $\beta$  caseine;
- diminuzione del contenuto in lattosio;

- aumento del Na e cloruri e riduzione degli ioni K, Ca e Mg, per cui il pH del latte aumenta.

Effetti delle cellule somatiche sul formaggio:

- aumento del tempo di coagulazione;
- riduzione della consistenza del coagulo;
- aumento della percentuale di campioni di latte lento o che non coagula;
- il coagulo risulta fiacco, la cagliata farinosa con scarsa tendenza a legare e a cedere siero durante la sineresi;
- minori rese in formaggio;
- problemi durante il processo di maturazione dei formaggi: le cellule somatiche apportano molti enzimi proteolitici e lipolitici che possono causare la comparsa di sapori anomali nel formaggio e favoriscono l'irrancidimento dei grassi;
- minore conservabilità del formaggio.

### Prevenzione e controllo

Che fare dunque per la prevenzione e il controllo delle mastiti (e quindi delle cellule somatiche)? Nel caso di conte cellulari elevate è necessario individuare gli animali problema, isolare ed identificare i microrganismi presenti in mammella ed effettuare relativo antibiogramma.

Valutare poi con il Veterinario aziendale

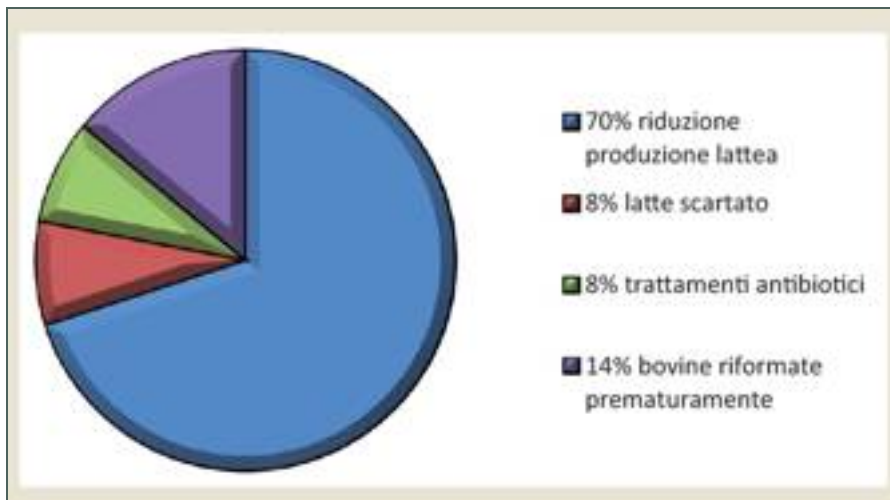
di effettuare trattamenti in lattazione con l'antibiotico mirato, ed apportare semmai modifiche nella gestione della mungitura, della lettiera e dell'asciutta; importante poi effettuare i trattamenti in asciutta e la riforma degli animali cronici.

### In conclusione

Il momento critico per l'infezione è la mungitura: il capezzolo, infatti, diviene pervio e non svolge più la funzione di barriera. Quindi prima di iniziare a mungere bisogna procedere ad una accurata pulizia del capezzolo e, se necessario, ricorrere a prodotti disinfettanti per il pre-dipping in modo da ridurre la carica microbica superficiale. Bisogna sempre eliminare i primi getti di latte e al tempo stesso esaminarli su fondo scuro, questo perché il latte contaminato potrebbe creare un grave rischio di mastite se venisse rigettato in cisterna durante i flussi retroversi particolarmente frequenti all'inizio della mungitura. Bisogna ricordare che questa pratica è di fondamentale importanza per la stimolazione manuale che deve avviare la scarica di ossitocina.

È da evitare la sovrumungitura sia che avvenga al momento dell'attacco del gruppo, preparando l'animale all'eiezione latte, sia allo stacco, evitando di stressare eccessivamente lo sfintere del capezzolo. L'impianto di mungitura deve essere efficiente in tutte le sue parti, partendo dalle guaine, fino ad arrivare alla pompa del vuoto; sono necessarie periodiche verifiche e sostituzioni delle parti in gomma, del pulsatore e delle valvole del vuoto. I prodotti disinfettanti o filmanti da usare in post mungitura sono assolutamente consigliati; infatti il canale del capezzolo si chiude completamente solo dopo 30 minuti (Fig. 4).

È sempre consigliabile organizzare un ordine di mungitura che inizi dagli animali sicuramente sani e con minori giorni di lattazione alle spalle. È importante riformare le bovine affette da forme croniche in quanto producono meno latte e di



● Fig. 1 - L'impatto economico: fattori di perdita economica a causa delle mastiti  
Fonte: Istituto Zooprofilattico delle Venezie.

scarsa qualità, aumentando nel contempo il rischio di contagio; questo in particolare modo se nell'azienda c'è presenza di contagiosi. Alla messa in asciutta tutte le

bovine devono essere sottoposte a trattamento antibiotico, seguito da un sigillante del capezzolo, per evitare infezioni nel pre e nell'immediato post parto.

Bisogna infine curare le condizioni ambientali della stalla per ridurre le fonti di contagio; si deve aumentare la frequenza delle operazioni di pulizia e di rinnovo della lettiera, evitando il ristagno dei fanghi e delle deiezioni; molto importante inoltre non sovraccaricare le strutture. Se però questo non dovesse bastare, il trattamento delle mastiti deve essere tempestivo per aumentare le probabilità di guarigione. Qualunque ritardo riduce le possibilità di cura e, soprattutto, aumenta il danno subito dalla ghiandola mammaria. Bisogna, comunque, che i detergenti e gli antibiotici usati siano cambiati con una certa frequenza per evitare fenomeni di farmacoresistenza.

Ricordiamo che per le mastiti la prevenzione paga molto di più della cura, anche quando in apparenza sembra costare di più. ●

**Una guida sintetica sul comparto delle carni**

**Per ordini on line [www.agricoltura24.com](http://www.agricoltura24.com)**  
**E-mail: [libri.edagricole@newbusinessmedia.it](mailto:libri.edagricole@newbusinessmedia.it)**  
**Fax: 051-6575999**  
 (indicando tutti i suoi dati e il volume)

**SCONTO 15% a tutti gli abbonati**

edagricole

**wolf wolf SYSTEM HAUS**

**Vasche per stoccaggio liquami**

**Wolf System Srl**  
 Zona Industriale Wolf 1  
 I-39040 Campo di Trens (BZ)  
 Tel. 0472 064 000  
 mail@wolfsystem.it  
 www.wolfsystem.it