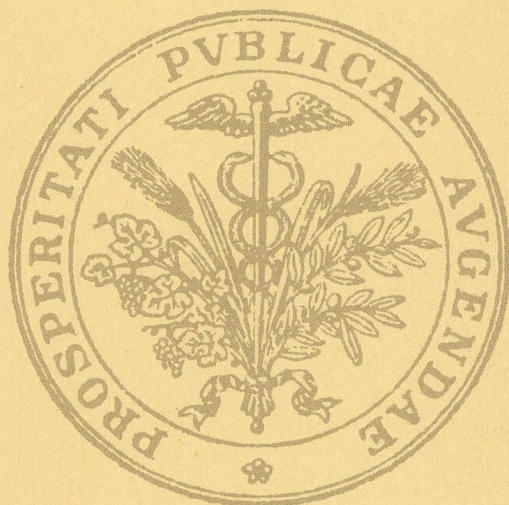


I GEORGOFILI

Quaderni
2004-II



TECNOLOGIE INNOVATIVE PER LA PRODUZIONE DI UN LATTE DI QUALITÀ NEI PICCOLI RUMINANTI

Firenze, 2005

SOCIETÀ EDITRICE FIORENTINA

I GEORGOFILI

Quaderni
2004-II



TECNOLOGIE INNOVATIVE
PER LA PRODUZIONE DI UN LATTE
DI QUALITÀ NEI PICCOLI RUMINANTI

Sassari, 2 aprile 2004

SOCIETÀ EDITRICE FIORENTINA

Il volume è stato realizzato con il contributo finanziario di:

- Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università degli Studi di Sassari*
- Università degli Studi di Sassari*
- Dipartimento di Ingegneria del Territorio, Università degli Studi di Sassari*

Copyright © 2005
Accademia dei Georgofili
Firenze
<http://www.georgofili.it>

Proprietà letteraria riservata

Supplemento a «I Georgofili. Atti dell'Accademia dei Georgofili»
Anno 2004 - Serie VIII - Vol. 1 (180° dall'inizio)

Responsabile redazionale: dott. Paolo Nanni

Servizi redazionali, grafica e impaginazione
SOCIETÀ EDITRICE FIORENTINA
Via G. Benivieni 1 - Firenze
Tel. 055 5532924
Fax: 055 5532085
e-mail: info@sefeditrice.it
www.sefeditrice.it

INDICE

MARIO LUCIFERO, <i>Introduzione</i>	7
GIUSEPPE PULINA, ANNA NUDDA, GIANNI BATTACONE, ALDO CAPPIO-BORLINO, <i>Fisiologia della lattazione e qualità del latte negli ovini</i>	13
ANTONIO PAZZONA, LELIA MURGIA, <i>Qualità del latte e benessere animale nella mungitura degli ovini e dei caprini</i>	37
MARINO CONTU, ANTONIO CARIA, <i>L'assistenza tecnica al servizio dell'innovazione per il miglioramento delle caratteristiche del latte</i>	67
MASSIMILIANO CURRELI, ROBERTO FRALLEONE, <i>Il ruolo dell'Ersat nel rinnovamento tecnologico degli allevamenti di piccoli ruminanti in Sardegna</i>	79
ANTONELLO CARTA, <i>Utilizzo della genetica per il miglioramento della qualità e della sicurezza alimentare delle produzioni ovine</i>	85
ALDO MARONGIU, <i>Ruolo e attività dell'istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna nel settore delle produzioni lattiero-casearie</i>	109

MARIO LUCIFERO*

Introduzione

Nella giornata di oggi vengono trattati temi di grande rilievo scientifico e tecnico riguardanti la produzione di latte ovino, settore della zootecnia che ha notevole importanza nell'economia di alcune Regioni dell'Italia centro-meridionale ed in particolare della Sardegna nella quale le produzioni dei piccoli ruminanti rappresentano una grossa fetta della P.L.V. dell'agricoltura.

Lo sviluppo dell'allevamento ovicaprino italiano è stato caratterizzato negli ultimi decenni da tre fatti fondamentali:

- l'evoluzione tecnologica;
- la qualificazione delle produzioni e la loro valorizzazione commerciale;
- l'insorgere di alcune emergenze.

Alla fine del secolo scorso anche nell'allevamento ovicaprino si sono avuti grandi cambiamenti che hanno determinato, a secondo degli ambienti, il manifestarsi di due tendenze:

- una a carattere più ecologico rivolta ad una migliore utilizzazione delle risorse ambientali ed alla integrazione con altri usi del territorio tramite aziende polifunzionali;
- l'altra rivolta all'esaltazione della produzione con ricorso a razze specializzate ed all'impiego di innovazioni tecnologiche che ha portato al rinnovamento della impresa pastorale ed alla elevazione del livello tecnico dell'allevatore.

Quest'ultima tendenza, che è la più importante dal punto di vista economico, e che vede l'allevamento inserito nell'azienda agraria (di cui vengono utilizzate, mediante pascolamento e/o con somministrazione all'ovile, forag-

* *Emerito dell'Università degli Studi di Firenze*

gere coltivate che entrano negli ordinamenti colturali); è indirizzata verso la intensificazione produttiva seguendo il processo evolutivo che ha caratterizzato l'allevamento bovino da latte.

La mungitura meccanica, ad esempio, con i vantaggi relativi al miglioramento delle condizioni del lavoro dell'allevatore, dell'igiene del latte e con la riduzione dei costi ha cambiato la fisionomia dell'ovinicoltura tradizionale.

Basta dare uno sguardo ai dati dei due ultimi censimenti dell'agricoltura per rendersi conto di quanto è accaduto nel decennio scorso che può essere così sintetizzato:

- accentuazione della connotazione centromeridionale ed in particolare insulare dell'allevamento;
- ulteriore preferenza dell'indirizzo verso la produzione del latte;
- aumento della percentuale di aziende stanziali e semistanziali;
- diminuzione del numero di allevamenti e incremento della loro consistenza numerica che ha favorito un più diffuso ed economico impiego dei mezzi tecnici;
- miglioramento delle strutture e degli impianti e, conseguentemente, delle tecniche di allevamento e del benessere animale.

Nell'evoluzione indicata determinante è stata la stabilità dell'azienda intesa soprattutto come costanza di rapporto, nello spazio e nel tempo, tra impresa e risorsa terra.

Molta strada è stata fatta nei riguardi del miglioramento della produzione e della qualità del latte, nei riguardi delle strutture e delle tecnologie di caseificazione, nonché nella qualificazione dei prodotti anche con la riscoperta di formaggi tradizionali e con la realizzazione di nuove tipologie e nella loro valorizzazione mediante la politica dei marchi.

Oltre l'80%, del latte è destinato alla produzione di formaggi tipici ed i latticini garantiti dalle DOP sono il 50% della produzione totale di cui gran parte destinata all'esportazione.

Certamente tale processo ha subito una accelerazione sotto la pressione di forze esterne ed in particolare dall'applicazione delle normative igienico-sanitarie dell'U.E. favorita dall'aiuto finanziario pubblico e dall'insistente richiesta da parte del consumatore di qualità e sicurezza alimentare, ma ciò è stato possibile grazie alla volontà degli allevatori e al contributo determinante della ricerca scientifica che ha rivolto crescente interesse verso questo settore.

Ricorderemo, a titolo di esempio, il contributo fornito dalle Istituzioni universitarie e di sperimentazione regionale nei riguardi del miglioramento

genetico, della mungitura meccanica, della fecondazione artificiale, dei pascoli e del pascolamento, delle caratteristiche chimiche e microbiologiche del latte, nel miglioramento qualitativo di alcuni formaggi e nella produzione di nuovi, nei riguardi della alimentazione e del razionamento. Le ricerche concernenti questi ultimi argomenti hanno consentito di abbandonare la obbligatoria consuetudine del passato di mutuare nell'alimentazione degli ovini le tecniche adottate per i bovini e di avvalersi di conoscenze specifiche.

Le acquisizioni scientifiche nella fisiologia della digestione ed in particolare del biochimismo ruminale hanno portato alla determinazione dei fabbisogni nutritivi per gli ovini con la conseguente applicazione di più appropriate tecniche di alimentazione. Ciò ha consentito la preparazione di appositi strumenti idonei alla formulazione di razioni alimentari per ovini e caprini da latte che adeguatamente divulgati dall'assistenza tecnica hanno dato già un contributo rilevante alla razionalizzazione dell'alimentazione dei greggi.

Il secondo punto riguarda la qualità delle produzioni del latte e la sua valorizzazione commerciale.

L'evoluzione tecnologica di cui si è parlato in precedenza è stata fondamentale per la svolta verso la qualità che ha caratterizzato dalla fine del secolo scorso la politica agricola comunitaria, quella nazionale e quella di molte regioni e che, unitamente alla sicurezza alimentare, è sempre più un requisito fondamentale per competere sui mercati. Anche nel campo delle qualità molta strada è stata fatta grazie al miglioramento delle strutture e degli impianti aziendali, dell'alimentazione degli animali e delle tecniche di mungitura, di conservazione e di raccolta e trasporto del latte, con un più stretto controllo sanitario dei greggi, col rinnovamento delle strutture e delle tecnologie casearie. Nella valorizzazione dei prodotti si è tratto vantaggio dal riconoscimento dei marchi e dalla realizzazione di nuove tipologie di formaggi più graditi al consumatore contemporaneo.

È altrettanto vero però che resta ancora parecchia strada da fare ed il pagamento del latte sulla base della qualità insieme all'impiego di nuove tecnologie può dare un contributo importante allo sviluppo di questo processo.

Per ottenere qualità è necessario una corretta gestione di tutta la filiera produttiva, ma è noto che le qualità casearie del latte sono principalmente determinate dalle prime fasi della filiera essendo queste influenzate da molteplici fattori che intervengono nel corso della lattazione, durante la mungitura, nella conservazione e nel trasporto del latte.

Gestire nel modo più corretto queste prime fasi della filiera è perciò fon-

damentale per elevare le qualità del latte e migliorare le caratteristiche merceologiche dei formaggi.

Lasciando ai relatori il compito di trattare questi argomenti e di dare indicazioni provenienti dai risultati della sperimentazione all'operatore economico, ritengo di dover sottolineare che ogni innovazione che porti al miglioramento qualitativo dei prodotti è estremamente utile nel momento in cui il prezzo cedente del latte richiede sforzi comuni per poter competere sui mercati.

Il 50% dei formaggi ovini prodotti in Italia ed il 90% dei formaggi garantiti dalla DOP è rappresentato dal Pecorino Romano, che per la quasi totalità è esportato sul mercato americano e che pertanto risente delle variazioni dei cambi monetari e della limitazione di aver un unico mercato.

La attuale preferenza dei consumatori verso formaggi a breve maturazione e la tendenza allo sviluppo di mercati di nicchia, che possono, tra l'altro, avvalersi di una politica di marchio vanno assecondate ed in questo campo la ricerca può ancora dare, come ha già dato, rilevanti contributi.

Lo stato del caseificio ovino presenta oggi, rispetto al passato, significativi miglioramenti per la qualità del latte lavorato e per il progresso nelle tecniche di caseificazione.

Una più stretta integrazione della filiera produttiva è auspicabile anche se non facilmente attuabile, perché costituisce il presupposto fondamentale per qualunque iniziativa di successo nella valorizzazione e tutela della produzione.

Il terzo ed ultimo punto su cui soffermarsi sono le patologie che hanno inferito negli ultimi anni sull'allevamento ovino. Mi riferisco alla febbre catarrale degli ovini meglio conosciuta col termine inglese *blue tongue* e alla presenza di focolai di scaprie. Malattia quest'ultima compresa nel gruppo della encefalopatie spongiformi trasmissibili di cui fa parte la encefalopatia spongiforme bovina (BSE) più nota come morbo della mucca pazza, che tanto allarme ha destato nell'opinione pubblica.

Per quanto riguarda la scaprie, la cui comparsa è preoccupante ma non allarmante, la ricerca genetica ha individuato le formule ereditarie resistenti a questa malattia. Pertanto la profilassi genetica, per la quale l'Istituto Zootecnico e Caseario della Sardegna, ha già predisposto delle linee guida può rappresentare, se rigorosamente attuata, un efficace strumento di difesa.

La blue tongue è stata una grossa calamità che ha duramente colpito l'ovicoltura delle regioni centro meridionali ed in particolare della Sardegna e che, indirettamente, ha provocato grossi danni a tutta la zootecnia di questa parte del nostro paese per l'impossibilità di movimentare gli animali e per la

non ottimale gestione delle vaccinazioni ed in generale di tutta la emergenza sanitaria.

Ancora una volta è stata evidenziata la mancanza di uno stretto collegamento fra il Ministero della Salute e quello delle Politiche Agricole e Forestali ed anche, nell'ambito di alcune regioni, fra i rispettivi Assessorati.

La Sardegna se pur duramente colpita ha reagito con energia a questa calamità recuperando il patrimonio animale. Poiché ritengo che con questa malattia ormai bisogna convivere, è necessario superare gli inconvenienti del passato e predisporre efficaci strategie di difesa non solo dal punto di vista sanitario ma anche da quello zootecnico.

Nell'ultimo anno la siccità ha ulteriormente complicato la vita degli allevatori che hanno dovuto far ricorso al mercato per approvvigionarsi a caro prezzo di foraggi e mangimi.

Con la speranza che gli anni futuri siano migliori e che la prossima applicazione della normativa europea che prevede l'anagrafe anche per gli ovini non si traduca, come è avvenuto per quella bovina, nell'ennesimo trauma, rivolgo un cordiale augurio agli allevatori della Sardegna dei quali conosco l'impegno, la passione e la competenza.

GIUSEPPE PULINA*, ANNA NUDDA*, GIANNI BATTACONE*,
ALDO CAPPIO-BORLINO*

Fisiologia della lattazione e qualità del latte negli ovini

PREMESSA

Il latte di pecora è destinato in Italia quasi esclusivamente alla trasformazione casearia. La sua qualità deve essere perciò valutata non solo in termini di attitudine e di resa alla caseificazione, ma anche sulla base della serbevolezza, sicurezza, gradevolezza e salubrità dei prodotti derivati.

La resa alla caseificazione è influenzata principalmente dal contenuto in grasso e in proteine (con questo termine indicheremo le sostanze azotate totali $SAT = N \times 6,38$) e dal loro rapporto; l'attitudine alla trasformazione (caseificabilità) si misura con i parametri lattodinamografici e dipende dalla struttura delle caseine e dalla concentrazione degli elettroliti; la serbevolezza (capacità di buona maturazione di un formaggio) è funzione principalmente della struttura del coagulo e dell'attività dei microrganismi trasmessi dal latte alla cagliata; la sicurezza richiede l'assenza di sostanze ad azione tossica di origine sia endogena (veicolate dall'animale) che esogena (inquinanti); la gradevolezza dipende da un lato dalla presenza di sostanze aromatiche, che conferiscono ai latticini profumo e gusto tipici, e dall'altra alla assenza di odori e di sapori indesiderati; infine la salubrità rimanda alla composizione acidica del grasso e alla presenza di altre sostanze ad azione nutritiva specifica (antiossidanti, micropeptidi, oligosaccaridi).

La componente genetica della variabilità dei contenuti in grasso e proteine del latte ovino è generalmente elevata: l'ereditabilità dei due caratteri è, infatti, 0,48 e 0,55 per la razza Sarda (Sanna et al., 1997), 0,35 e 0,46 per la Lacaune (Barillet, 1997), 0,31 e 0,48 per la Manech (SICA-CREOM, 1999) e 0,23 e 0,35 per la Manchega (Jurado et al., 1997). La varianza ambientale

* Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università degli Studi di Sassari

dei due caratteri è perciò compresa fra un massimo del 70% e un minimo del 45% della varianza fenotipica ma, in condizioni particolari, può arrivare a oltre l'80% per il grasso, come nelle razze Laxta (Legarra, 2002) e Churra (Othmane et al., 2002). La stima dell'ereditabilità del contenuto in cellule somatiche (CCS) del latte è, invece, piuttosto bassa (0,12 – 0,14) (Rupp et al., 2003) per tutte le razze; e ancora inferiore è di solito l'ereditabilità della resa alla caseificazione (0,09), a causa di una maggiore importanza dei diversi fattori ambientali nei processi di caseificazione (Othmane et al., 2002).

I fattori extragenetici che influenzano maggiormente la qualità del latte ovino, sono certamente l'alimentazione e lo stato nutrizionale dell'animale, ma non si debbono trascurare l'ordine di parto e lo stadio di lattazione, la tecnica di mungitura, lo stato di salute generale del soggetto e in particolare quello della mammella, il benessere dell'animale nell'ambiente di allevamento.

Le relazioni fra l'alimentazione, l'ordine di parto, la sanità della mammella e la qualità del latte sono state analizzate in diverse rassegne a cui si rimanda per gli opportuni approfondimenti (Bencini e Pulina, 1997; Nudda et al., 2004). In questo scritto ci limiteremo a esaminare alcuni aspetti della fisiologia della lattazione, che maggiormente influenzano la composizione (contenuti in grasso e in proteine) e la caseificabilità del latte. Tabelle, grafici ed equazioni senza riferimento bibliografico sono il risultato di nostre sperimentazioni pubblicate per la prima volta in questa sede.

LA COMPOSIZIONE DEL LATTE OVINO E LA CINETICA DI SECREZIONE

I lipidi e le proteine sono i principali responsabili della resa alla trasformazione in formaggio del latte ovino, come è bene evidenziato dalla seguente equazione di resa industriale alle 24 ore, stimata da Pirisi et al. (2002) per Pecorino Romano e Fiore Sardo

$$Resa = 1,31 \text{ Grasso} + 1,58 \text{ Proteine} \qquad R^2 = 0,88$$

dove tutte le variabili sono espresse in %.

Nelle pecore, come in tutti i ruminanti, le concentrazioni di grasso e di proteine hanno correlazioni fenotipiche (e genetiche) negative con la quantità di latte prodotto: il coefficiente di correlazione, mediato per entrambi i componenti e per le quattro principali razze ovine italiane (Sarda, Comisana, Valle del Belice e Massese) è di -0,40 (Pulina et al., 2005), mentre le correlazioni genetiche, calcolate da Sanna et al. (1997) sulla razza Sarda, sono di -0,42 e di -0,46, rispettivamente per grasso e proteine.

Le correlazioni fenotipiche (e genetiche) fra quantità di latte prodotto e quantità di grasso e di proteine secrete giornalmente risultano invece positive e, in valore assoluto, maggiori di quelle calcolate per le concentrazioni dei due componenti (in media +0,8 e +0,9 rispettivamente per grasso e proteine). Una spiegazione plausibile di tale apparente contraddizione è che, al variare della produzione volumetrica (cioè del lattosio sintetizzato e secreto) il grasso e le proteine varino nella medesima direzione, ma a un tasso inferiore, ad esempio secondo una relazione allometrica del tipo:

$$y = ax^b$$

in cui:

y = produzione di grasso o di proteine in g/d per capo;

x = produzione di latte in kg/d per capo;

a , b = parametri dell'equazione

In effetti, l'applicazione del modello allometrico ai dati produttivi individuali di pecore Sarde e Comisane risulta in un adattamento ottimale (fig. 1). Il fatto che, in entrambi i casi il fattore di scala b risulta compreso fra 0 e 1 conferma che la variazione del tasso di secrezione giornaliera di grasso e di proteine è inferiore a quella del lattosio. La derivata prima della funzione allometrica, $dy/dx = abx^{(b-1)}$, rappresenta il rapporto tra la rapidità di variazione del grasso, oppure delle proteine, e quella del latte. In entrambi i casi il valore dell'esponente $(b-1)$ è negativo, vale a dire che l'incremento produttivo volumetrico, determinato da una maggiore sintesi di lattosio, è accompagnato da una maggiore produzione di grasso e di proteine, ma il tasso di crescita di questi due costituenti è inferiore a quello del lattosio (rispettivamente 84% e 87%).

La modellizzazione dell'effetto diluizione di grasso e proteine con l'equazione può essere estesa a tutti i ruminanti zootecnici. L'applicazione del modello alle altre tre specie porta infatti a valori del *fattore di scala* significativamente non diversi da quelli calcolati per gli ovini, con la sola eccezione del grasso per i bufali (in media 0,86; Pulina et al., 2003). Il fatto che i dati relativi alle quattro specie ruminanti da latte si dispongono intorno a un unico modello allometrico rende plausibile l'ipotesi biologica, in forza della quale la produzione di una minore quantità di latte con maggiore concentrazione dei suoi costituenti deriva dalla necessità che le madri mantengano il più costante possibile l'output energetico (dato principalmente dal grasso) e quello proteico al calare della produzione di latte, così da soddisfare le esigenze nutritive della prole.

Infine, poiché le sintesi del grasso e delle proteine variano in misura pro-

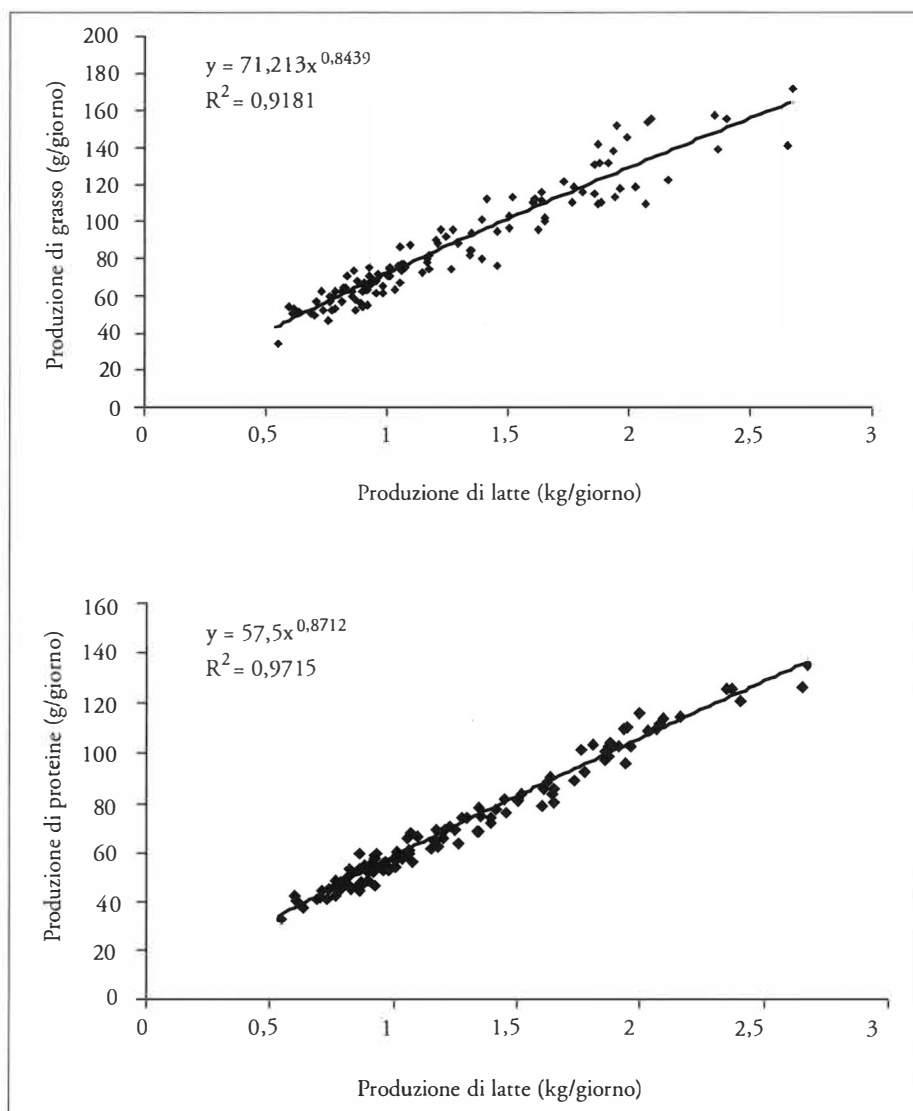


Fig. 1 *Relazione fra produzione quantitativa di latte e quella di grasso e di proteine in pecore Sarde e Comisane*

porzionale alla sintesi del lattosio (latte) elevato alla potenza 0,86, è giustificato definire "latte metabolico (LM)" la quantità di latte secreta dal ruminante (L) elevato al fattore di scala 0,86 ($LM = L^{0,86}$) direttamente proporzionale alla secrezione di grasso e di proteine.

L'EVOLUZIONE DELLA COMPOSIZIONE DEL LATTE NEL CORSO DELLA LATTAZIONE

L'effetto diluizione, valido fra specie diverse, lo è anche all'interno della stessa specie, fra razze e individui differenti nonché per lo stesso individuo, in diversi periodi della lattazione: lo stadio di lattazione costituisce, perciò, uno dei fattori fisiologici in grado di influenzare maggiormente la composizione del latte. Con il procedere della lattazione, le profonde variazioni anatomico-strutturali dell'epitelio secretivo della ghiandola mammaria, unitamente alla variazione del quadro ormonale degli animali, influenzano la composizione complessiva del latte determinandone lo scadimento della qualità casearia. Prenderemo in seguito in considerazione il paradigma biologico in grado di dar conto dell'evoluzione quantitativa e qualitativa del latte e delle principali cause fisiologiche che determinano lo scostamento rispetto a un andamento regolare e continuo definito dalla curva di lattazione.

Sono state proposte molte funzioni analitiche del tempo per descrivere la curva di lattazione (Rowlands et al., 1982); la più nota è l'equazione gamma modificata, originariamente proposta da Wood (1967) per la vacca:

$$y(t) = a t^b \exp(ct)$$

in cui $y(t)$ è la produzione giornaliera media al tempo (t), espresso in settimane o in giorni dal parto, e a , b e c sono parametri che caratterizzano la forma della curva di lattazione.

Nel caso degli ovini da latte, l'andamento caratteristico della curva di lattazione è risultato in genere idoneo a descriverne l'evoluzione produttiva (fig. 2), soprattutto per valori medi di gruppi abbastanza numerosi di animali (medie di gregge).

Il modello di Wood è stato ampiamente impiegato anche per la descrizione dell'evoluzione delle concentrazioni di grasso e proteine del latte. In questo caso, rispetto alle curve di produzione, i segni dei parametri b e c sono invertiti, a causa dell'andamento speculare del fenomeno dovuto alla già citata correlazione negativa fra la produzione quantitativa e la concentrazione in grasso e in proteine. Le curve di lattazione di grasso e proteine riferite alla razza Sarda sono riportate nella figura 3.

FISIOLOGIA DELLA LATTAZIONE ED EFFETTO DILUIZIONE

L'effetto diluizione è il risultato di un grande numero di fattori agenti contemporaneamente sul processo di sintesi e di secrezione di grasso e proteine.

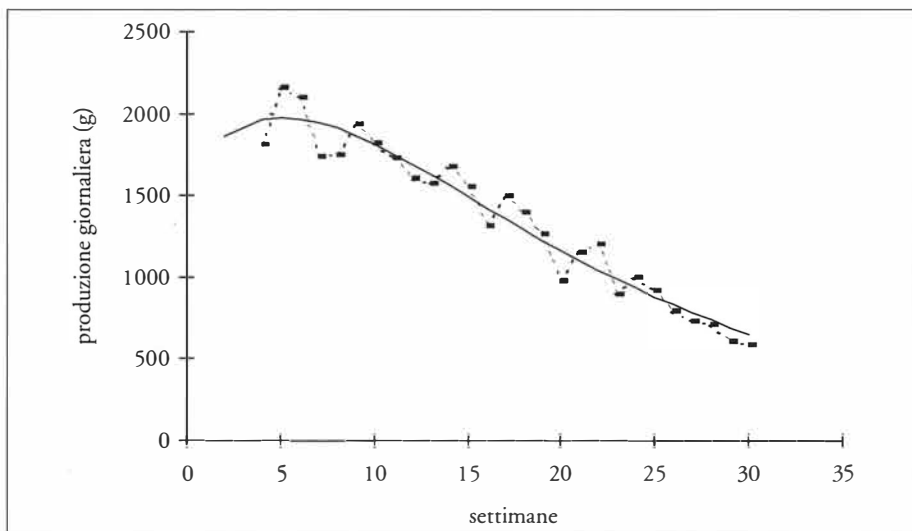


Fig. 2 Curva di lattazione individuale di una pecora di razza Sarda adattata al modello di Wood (Cappio-Borlino et al., 1997)

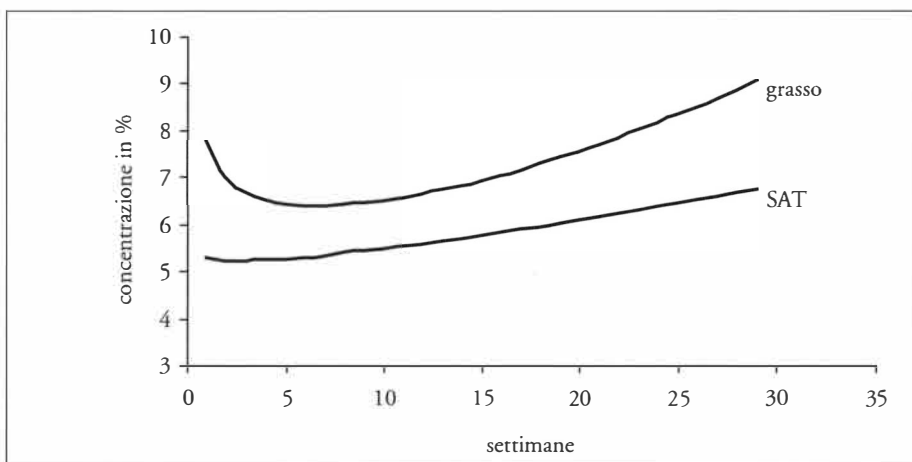


Fig. 3 Andamento delle concentrazioni in grasso e proteine (esprese in SAT) del latte di pecore Sarde (Pulina e Nudda, 2004)

Le principali vie metaboliche coinvolte nella sintesi dei tre macrocomponenti (grasso, proteine e lattosio), rappresentate nella figura 4, possono essere schematicamente descritte come segue:

a) l'aumento della sintesi di lattosio porta a una maggiore richiesta di glucosio;

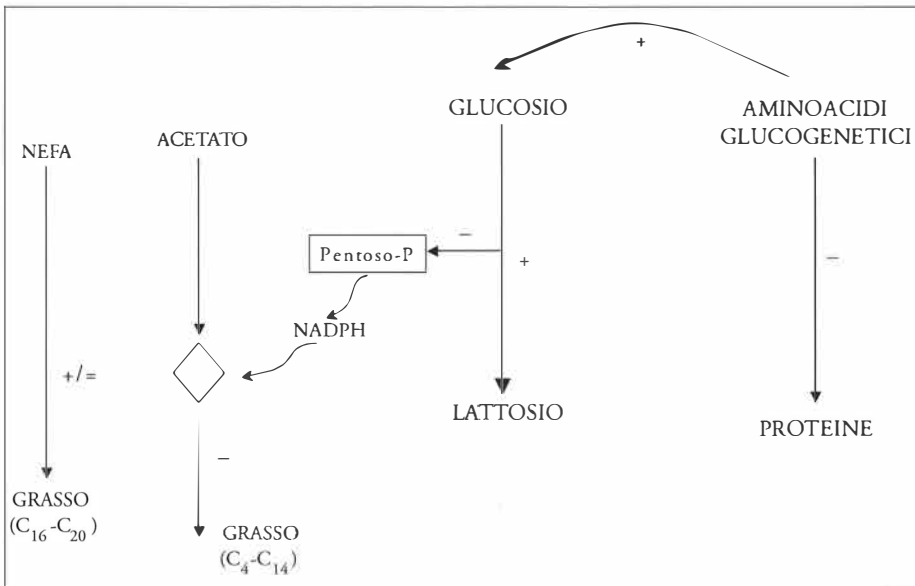


Fig. 4 Schema semplificato di sintesi del grasso, proteine e lattosio del latte di pecora. I segni indicano gli effetti generati sulle vie metaboliche dall'aumento della sintesi del lattosio

- il glucosio è ottenibile soltanto per via alimentare (dal propionato e dagli aminoacidi neoglucogenetici, per via di neosintesi epatica, e dall'amido digerito nell'intestino);
- tale richiesta è parzialmente sostenuta dagli aminoacidi con conseguente loro minore disponibilità (relativa) per la mammella;
- il glucosio è anche necessario per la produzione (via pentosofosfato) di equivalenti ridotti (NADPH) necessari alla mammella per la neosintesi degli acidi grassi (AG da C_4 a C_{14});
- l'aumentata richiesta di glucosio per la sintesi di lattosio rende (relativamente) meno efficiente la via del pentosofosfato, con conseguente rallentamento della neosintesi di AG.

Si può pertanto concludere che l'aumento della sintesi di lattosio (e di conseguenza della produzione di latte) porta a una relativa carenza di glucosio e al rallentamento delle vie metaboliche della sintesi proteica e lipidica della mammella.

La relazione diretta fra concentrazione lipidica e contenuto in AG di neosintesi, da noi osservata in pecore di razza Sarda e riportata in figura 5 suffraga questo paradigma esplicativo.

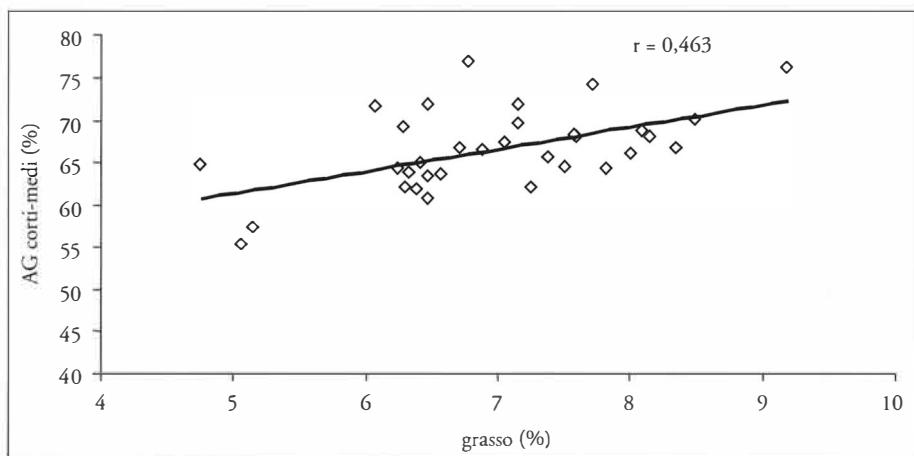


Fig. 5 *Relazione fra acidi grassi di neosintesi e concentrazione lipidica del latte di pecore Sarde*

Gli AG non sintetizzati dalla mammella (AG a lunga catena, da C_{16} in poi), sono captati direttamente dalle lipoproteine e, soprattutto, dagli AG non esterificati (NEFA) veicolati dal sangue. La disponibilità relativa dei NEFA, a sua volta, è legata al bilancio energetico dell'animale: in caso di bilancio negativo (la pecora dimagrisce) si ha lipomobilizzazione dal tessuto adiposo e aumento dei NEFA; viceversa, con bilancio energetico positivo, si ha forte riduzione dei NEFA. Il risultato è l'aumento del contenuto in AG a lunga catena con il ridursi della concentrazione lipidica del latte.

Molti dati sperimentali (Cannas et al., 2002) indicano che il passaggio dal bilancio energetico negativo, tipico della prima parte della lattazione (fino a 120 giorni dal parto), a quello positivo (tipico della seconda parte della lattazione) comporta una risposta differente degli animali alla composizione della razione. Nella prima fase, nella quale il tessuto adiposo è scarsamente sensibile all'azione dell'insulina (in risposta all'elevata secrezione di ormone somatotropo), l'aumento della concentrazione in carboidrati non strutturali (CNS) provoca l'incremento contemporaneo della produzione di latte e della sua concentrazione di lipidi (aumento della disponibilità metabolica di glucosio), secondo lo schema della figura 6.

Viceversa, nella seconda metà della lattazione, in cui il bilancio energetico è positivo e il tessuto adiposo è molto sensibile all'insulina, è l'aumento della concentrazione in fibra (NDF) della razione che comporta l'aumento simultaneo della produzione di latte e del suo contenuto lipidico secondo lo schema della figura 7. L'effetto positivo della fibra nella razione sul contenuto in grasso del latte si spiega in base alla maggiore produzione di acetato a

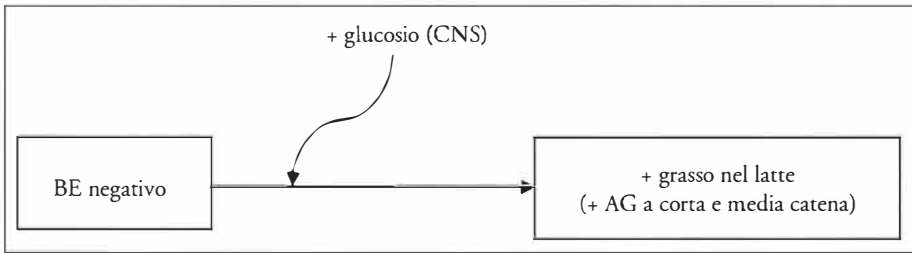


Fig. 6 *Influenza dell'ingestione di CNS sul contenuto in grasso del latte in pecore con bilancio energetico negativo (prima parte della lattazione)*

livello ruminale, che non può essere impiegato per produrre glucosio. L'acetato, oltre che un'importante fonte energetica per diversi processi biochimici, è anche il precursore primario del metabolismo lipidico. Con pecore in bilancio energetico positivo la razione ricca in CNS comporta maggiore produzione ruminale di propionato, che stimola l'azione dell'insulina e conseguentemente riduce la disponibilità di glucosio ematico (sequestrato dal tessuto adiposo) impiegabile per la sintesi di acidi grassi a corta-media catena, bloccando la lipomobilizzazione (bassa concentrazione di NEFA) con ulteriore riduzione (selettiva) degli AG a lunga catena.

La riduzione di glucosio ematico conseguente a particolari condizioni stressorie a carico delle pecore potrebbe anche spiegare le minori concentrazioni di grasso nel latte di pecore sottoposte a stress, come è stato evidenziato nei casi di limitatezza di spazio a disposizione, (Sevi et al., 2001) o di scadente ricambio dell'aria nell'ovile (Sevi et al., 2002).

Il contenuto in proteine nel latte può essere innalzato per via metabolica quasi esclusivamente nelle prime fasi della lattazione, con i medesimi accorgimenti impiegati per mantenere alto il contenuto in grasso. Bisogna però tenere presente che la variabilità della concentrazione proteica del latte è circa il 45% di quella del grasso e che almeno la metà di questa variabilità è di origine genetica. I margini di innalzamento della concentrazione proteica del latte per via metabolica restano, perciò, limitati; tanto è vero che i diversi fattori, che teoricamente dovrebbero essere in grado di influenzarla, risultano di solito statisticamente non distinguibili all'analisi dei risultati sperimentali.

LA CASEIFICABILITÀ DEL LATTE

La caseificabilità del latte è valutata direttamente sulla base dei parametri latodinamografici: a) tempo di coagulazione (τ , in secondi), che misura il tem-

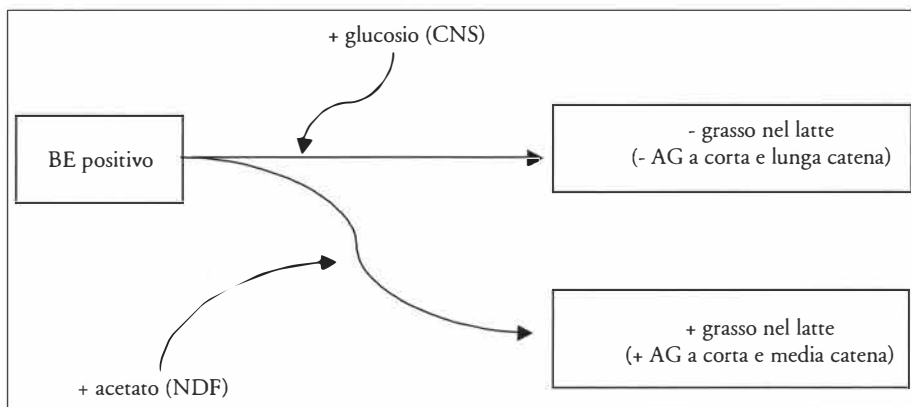


Fig. 7 *Influenza dell'ingestione di NDF sul contenuto in grasso del latte in pecore con bilancio energetico positivo (seconda parte della lattazione)*

po che intercorre tra l'aggiunta del caglio e l'inizio della coagulazione; b) tempo di formazione del coagulo (k_{20} , in secondi), che misura il tempo necessario alla cagliata per raggiungere una resistenza meccanica tale da produrre nell'apparecchio misuratore (lattodinamografo) una oscillazione di 20 mm; c) consistenza del coagulo (a_{30}), che esprime la distanza misurata in mm tra i due bracci del tracciato lattonamografico dopo 30 minuti dall'aggiunta del caglio (Tarodo De La Fuente et al., 1969).

Un indicatore indiretto della caseificabilità si ritrova invece nel contenuto di cellule somatiche CCS del latte considerato universalmente come molto sensibile (Duranti e Casoli, 1991, Pirisi et al., 2000), nel senso che il suo aumento si riflette in tempi di coagulazione più lunghi e in un peggioramento della consistenza del coagulo. L'infiltrazione delle cellule somatiche nella ghiandola mammaria ha ripercussioni più o meno profonde sull'epitelio secretivo; in condizioni normali, il passaggio dei leucociti avviene per opera della plasmina che idrolizza le giunzioni rigide, ma il legame transcellulare viene immediatamente ristabilito e la continuità tra plasma e latte rimane nulla o minima. L'ingresso massiccio di cellule somatiche nel lume alveolare, come nel caso di infezione a opera di microrganismi mastidogeni, di stati infiammatori di varia origine oppure durante il rimodellamento mammario (attivo a fine lattazione) porta invece alla rottura delle giunzioni rigide tra le cellule secretrici con attivazione della via paracellulare, seguita da un incremento degli scambi fra il fluido extracellulare e il latte contenuto nell'alveolo mammario.

L'aumento del CCS è associato anche geneticamente (Barillet et al., 2001) alla riduzione della produzione quantitativa di latte particolarmente nella

	CLASSI DI CCS (x1000/ml)			
	<500	500-1000	1000-1500	>1500
n.	280	138	63	244
Latte, g/d	1048	904	847	775 P<0,01
Grasso, %	6,7	7,1	7,3	7,0
Proteina, %	6,0	6,0	6,2	6,2
Lattosio, %	4,5	4,2	4,1	3, P<0,01
Plasmina, U/ml	5,9	8,7	8,9	14,9 P<0,05
Plasminogeno, U/ml	27,8	26,0	28,1	22,0
r, sec	1013	1163	1158	1414 P<0,01
k20, sec	142	163	156	204
a30, mm	57,7	45,0	45,0	32,0 P<0,01
CN, %	4,40	4,26	4,33	4,14
SP, %	0,99	1,05	1,20	1,35
N.B. le classi 500-1000 e 1000-1500 non sono significativamente differenti.				

Tab. 1 *Influenza del CCS sulla composizione e sulla lattodinamografia del latte ovino (campioni individuali di pecore Sarde)*

prima fase della lattazione, alla minore concentrazione di lattosio, all'aumento del contenuto in proteine a opera principalmente della frazione seroproteica di derivazione ematica, all'aumento della attività del sistema enzimatico plasmina/plasminogeno (tab. 1). Infine, nel caso dei polimorfonucleati attivati, particolarmente abbondanti con alto CCS (dal 40% al 70% del totale cellulare con CCS da <100.000 a >400.000/ml; Cuccuru et al., 1997) sembra accertata la loro azione diretta sulla riduzione della produzione di latte dovuta al rilascio di radicali liberi in grado di combinarsi con anidride nitrosa per formare perossinitrite che ha un effetto dannoso delle cellule epiteliali secrettrici (Paape et al., 2001).

L'attitudine alla caseificazione del latte in funzione del CCS è stimabile con le due equazioni riportate di seguito, calcolate da noi su dati ottenuti da latte di massa di pecore Sarde:

$$r \text{ (sec)} = 546 + 0,326 \text{ CCS (x1000/ml)} \quad R^2 = 0,976$$

$$a_{30} \text{ (mm)} = 83,487 - 0,0211 \text{ CCS (x1000/ml)} \quad R^2 = 0,937$$

Il peggioramento della caseificabilità del latte è di norma accompagnato all'aumento dell'entità dei campioni individuali di latte non reattivi al caglio. Tuttavia, il CCS da solo non è in grado di rendere conto pienamente del fenomeno dei latti non reattivi. La figura 8, relativa a un nostro esperimento condotto su 90 pecore Sarde, mostra che, a parità di CCS, lo stadio di lattazione esercita una azione prevalente in conseguenza della normale involuzione della ghiandola mammaria, come evidenziato anche da Pauselli et al.

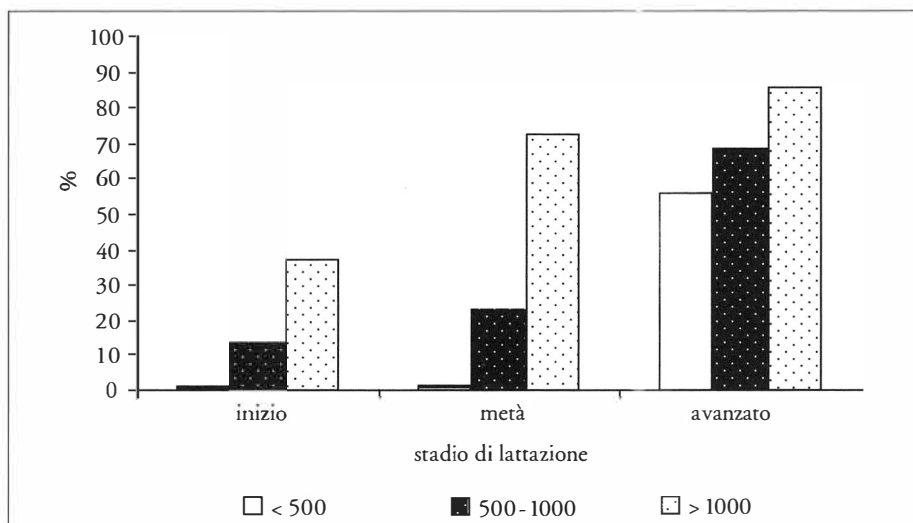


Fig. 8 Percentuale di campioni individuali non reattivi al caglio in funzione del CCS ($\times 1000/\text{ml}$) e dello stadio di lattazione (inizio <120, metà 120-180, avanzato >180 giorni dal parto)

(2003) su pecore Comisane con il ricorso all'analisi delle componenti principali. Nella fase finale della lattazione, infatti, il processo di rimodellamento cellulare implica una forte alterazione degli equilibri ionici: aumento del contenuto in Na, riduzione di quello in K con innalzamento del pH, cui consegue la riduzione di attività del caglio da una parte, e un inferiore rapporto fra il Ca solubile e il Ca micellare che rende più difficile la formazione del paracaseinato di calcio, dall'altra (Leitner et al., 2004).

Questi latte non reattivi, se presenti in quota rilevante nel latte di massa, possono compromettere la caseificabilità dell'intera partita. Per indagare questo fenomeno, abbiamo misurato i parametri lattodinamografici (r , k_{20} e a_{30}) su 90 campioni di latte individuale mediante apparecchio Formagraph. Sulla base dei tracciati ottenuti sono stati individuati 10 campioni con reattività nulla al caglio in 45 min e 10 campioni con tempi di coagulazione ritenuti ottimali nella pratica di caseificio ($r = 15$ min). Le caratteristiche medie dei campioni reattivi (R) e non reattivi (NR), sono riportate nella tabella 2. Come ci attendevamo, quasi tutte le variabili esaminate sono risultate significativamente differenti nei due gruppi, a eccezione delle proteine (esprese in SAT) e delle proteine totali (PT).

I campioni individuali sono stati poi miscelati isoquantitativamente al fine di simulare due latte di massa, uno con reattività nulla e uno con buona

VARIABILE		NR	R	P
	n.	10	10	
Lattosio	%	3,08	4,11	0,000
pH		7,22	6,89	0,001
Plasmina*	U/ml	18,56	2,93	0,000
Plasminogeno*	U/ml	18,58	27,74	0,000
SAT	%	5,87	5,77	0,675
PT	%	5,60	5,52	0,693
CN	%	3,89	4,47	0,031
SP totali	%	1,71	1,05	0,000
SP ematiche	%	0,82	0,43	0,001

* Analisi statistica eseguita previa trasformazione logaritmica. I dati sono riportati come media geometrica.
NR = latte non reattivo.
R = latte reattivo al caglio.

Tab. 2 *Caratteristiche dei lattii impiegati nella miscela sperimentale (vedi testo)*

CLASSI DI MISCELAZIONE (%)	TEMPO DI COAGULAZIONE r (sec)	TEMPO DI FORMAZIONE DEL COAGULO k20 (sec)	CONSISTENZA DEL COAGULO a30 (mm)
100R – 0 NR	900	138	57
90 R – 10 NR	1038	180	54
80 R – 20 NR	1218	198	42
70 R – 30 NR	1518	240	21
60 R – 40 NR	1800	360	0
50 R – 50 NR	n.c.	n.c.	n.c.
NR > 50	n.c.	n.c.	n.c.

Tab. 3 *Andamento dei parametri lattodinamografici al variare delle percentuali di campioni reattivi e non reattivi nel latte di massa*

reattività. In seguito, essi sono stati miscelati in quantità crescenti e sulle diverse miscele sono state effettuate le analisi lattodinamografiche, i cui risultati sono riportati nella tabella 3.

L'aumento del latte non reattivo nella massa ha provocato una riduzione lineare del tempo di coagulazione e una riduzione, anch'essa lineare, della consistenza del coagulo. Il limite di coagulabilità del latte è stato trovato al 50% di miscelazione. Questo risultato conferma l'ipotesi per cui scarse quantità di latte con pessime caratteristiche casearie sono in grado di condizionare negativamente la qualità di intere partite di latte (detto in altri termini, la moneta cattiva scaccia la buona).

Il peggioramento della qualità del latte dovuto a un alto CCS provoca anche lo scadimento della qualità del formaggio. Albenzio et al. (2004) hanno rilevato che un latte con CCS > 1 milione rispetto a uno con CCS < 500.000

					EFFETTO		
					SCC	stadio	stadio x SCC
Stadio di lattazione		LSCC	HSCC	SEM	P		
Umidità, (%)	iniziale	47,29a	50,29b	0,16	***	***	***
	intermedio	44,43a	48,09b				
	finale	46,61	47,04				
Grasso/s.s., (%)	iniziale	39,80b	37,08a	0,4	***	***	***
	intermedio	44,39b	37,44a				
	finale	41,57	40,70				
Proteine/s.s., (%)	iniziale	42,36a	46,83b	0,23	***	***	***
	intermedio	40,29a	43,50b				
	finale	45,06b	43,01a				
a, b: P < 0,05. *** P < 0,001.							

Tab. 4 *Medie stimate della composizione chimica di cagliate fresche prodotte da latte ovino con SCC < 500.000/ml (LSCC) e SCC > 1.000.000/ml (HSCC) nel corso dell'intera lattazione (da Albenzio et al., 2004)*

per ml, produce una cagliata fresca con un maggiore contenuto in umidità e inferiore concentrazione di grasso sulla sostanza secca, anche se tali differenze non sono evidenziabili nella fase finale della lattazione (tab. 4). Tali risultati confermano quanto osservato, seppure in misura meno marcata, da Pirisi et al. (2000) e da Jaeggi et al. (2003) in formaggio Manchego con 1 mese di maturazione. Questi ultimi autori hanno inoltre trovato che un CCS > 1 milione/ml porta a un formaggio che presenta difetti nell'aroma, principalmente per effetto dell'alta concentrazione di AG a corta catena e dell'aumento dell'irrancidimento della componente lipidica nel corso della maturazione.

L'elevato CCS comporterebbe anche una riduzione della resa alla caseificazione, principalmente a causa della solubilizzazione della caseina (Pirisi et al., 2000) determinata dall'azione proteolitica della plasmina (Leitner et al., 2004). Tuttavia, Pirisi et al. (2000), pur avendo riscontrato una tendenza alla riduzione dei solidi totali nel formaggio di un giorno con l'aumento del CCS, non hanno confermato tale osservazione nel formaggio con 2 mesi di stagionatura.

COME CONTENERE IL CCS NEL LATTE

Le infezioni intramammarie sono la principale causa dell'incremento del CCS nel latte ovino (Paape et al., 2001); conseguentemente, il controllo del-

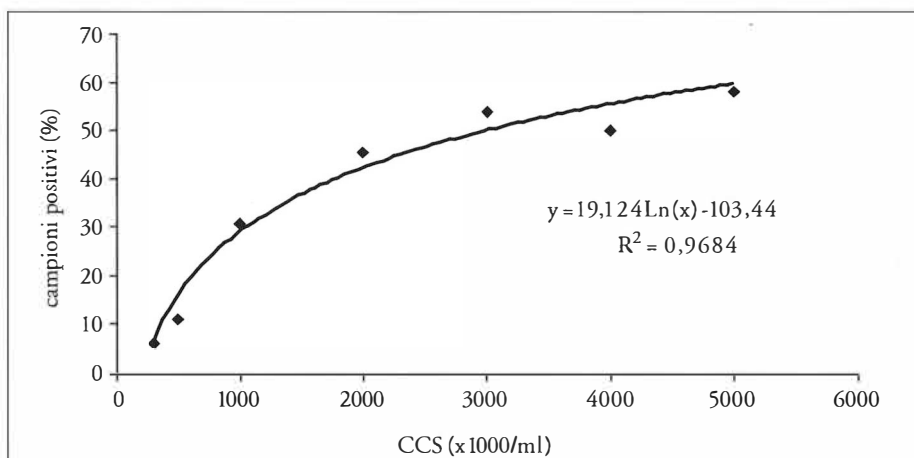


Fig. 9 *Relazione fra CCS nel latte di massa e positività all'esame batteriologico individuale di allevamenti ovis di razza Sarda (elaborazione su dati di Serra et al., 1997)*

le mastiti subcliniche e cliniche rappresenta il principale mezzo tecnico in grado di migliorare le qualità del latte.

Numerosi lavori si sono occupati di definire la soglia del CCS al di sopra della quale questo potesse essere considerato un indicatore affidabile della presenza di mastiti. Bisogna infatti tenere presente che un livello minimo di CCS è importante e necessario per garantire l'azione di presidio immunitario nei confronti dei microrganismi ubiquitari, ai quali una mammella senza CS risulterebbe assai vulnerabile. Serra et al. (1997), in allevamenti di pecore Sarde, hanno trovato un incremento dell'incidenza di campioni individuali positivi all'analisi microbiologica con l'aumentare del CCS nel latte di massa (fig. 9).

L'indagine condotta da Gonzalo et al., (2002) sembra definire in 70.000 CS/ml la soglia al di sopra della quale può essere diagnosticabile una infezione con elevata accuratezza (tab. 5), inferiore a quella di 300.000 indicata da Ranucci et al. (1994) e di 250.000 suggerita da Pengov (2001). Tuttavia, Paape et al. (2001) sostengono che, per effetto dell'elevata incidenza di mastiti subcliniche nella specie ovina rispetto a quella bovina di riferimento, non è infrequente rilevare CCS anche superiori ai 6 milioni/ml senza sintomi clinici evidenti e con un latte che non presenta anomalie macroscopiche.

Sia Gonzalo et al. (2002) che Pengov (2001), in due ampie indagini epidemiologiche, hanno trovato che circa i 3/4 delle emimammelle esaminate non erano infette, ma i primi hanno riscontrato che gli Stafilococchi coagulasi negativa (SCN), considerati i più comuni agenti delle mastiti subcliniche (nello

MICRORGANISMO	CCS ($\times 10^3$)/ml	PREVALENZA (%)
<i>Streptococcus agalactiae</i>	7104	0,41
<i>Pasteurella spp.</i>	7461	0,09
<i>Staphylococcus aureus</i>	3035	1,06
<i>Novobicin sensitive coag-neg Staph.</i>	1064	12,72
<i>Enterococcus sp.</i>	965	0,51
<i>Mix di patogeni maggiori</i>	679	1,46
<i>Streptococcus spp.</i>	699	0,54
<i>Corynebacterium spp.</i>	187	3,41
<i>Micrococcus spp.</i>	114	0,34
<i>Novobicin resistant coag-neg Staph.</i>	92	2,62
<i>Altri</i>	-	1,48
<i>Negativi</i>	77	75,36

Tab. 5 Medie geometriche del CCS e prevalenza di diversi microrganismi isolati in 9592 campioni di latte prelevati da emimamelle di 1322 pecore Churra (Gonzalo et al., 2002)

studio avevano una prevalenza del 15%), possono essere suddivisi in due ceppi, dei quali uno a elevato potere infiammatorio (quello sensibile all'antibiotico Novobicina) e capace di fornire risposte in CCS nell'ordine del milione/ml (tab. 5). Sfortunatamente la mancanza di tale distinzione ha per lungo tempo relegato questi microrganismi al ruolo di agenti infettivi non patogeni o a bassa patogenicità per la mammella.

Oltre alla già citata lotta alle mastiti, il miglioramento della qualità casearia del latte può essere ottenuto direttamente anche con la raccolta separata del latte contenente elevati CCS. Per verificare l'applicabilità di questa tecnica, abbiamo analizzato la distribuzione del CCS nelle varie fasi della lattazione.

Come è noto, la variabile CCS nel latte presenta una distribuzione asimmetrica negativa (la media dei dati è superiore alla mediana): in condizioni normali, in assenza cioè di fenomeni di mastite diffusi nel gregge, la maggior parte degli animali è sana e tende ad addensarsi nelle classi inferiori di CCS.

Tale distribuzione impone, nell'analisi statistica, la consueta trasformazione logaritmica dei valori di CCS al fine di garantire la normalizzazione dei dati e rendere affidabili le inferenze.

La figura 10 riporta le distribuzioni del CCS di campioni di latte individuali da noi prelevati da un gregge di 120 pecore di razza Sarda nel corso dell'intera lattazione. Come atteso, con il procedere della lattazione aumenta il numero di campioni con valori del CCS elevati, in accordo con quanto osservato in lavori precedenti (Casoli et al., 1989; Ruii e Pulina, 1992). Ciò significa che, per mantenere il latte di massa a un prefissato CCS, è necessario scartare a fine lattazione il latte di un maggior numero di pecore.

Per testare questa ipotesi, abbiamo usato i dati del gregge di 120 pecore impiegati in precedenza per costruire le distribuzioni del CCS della figura 10.

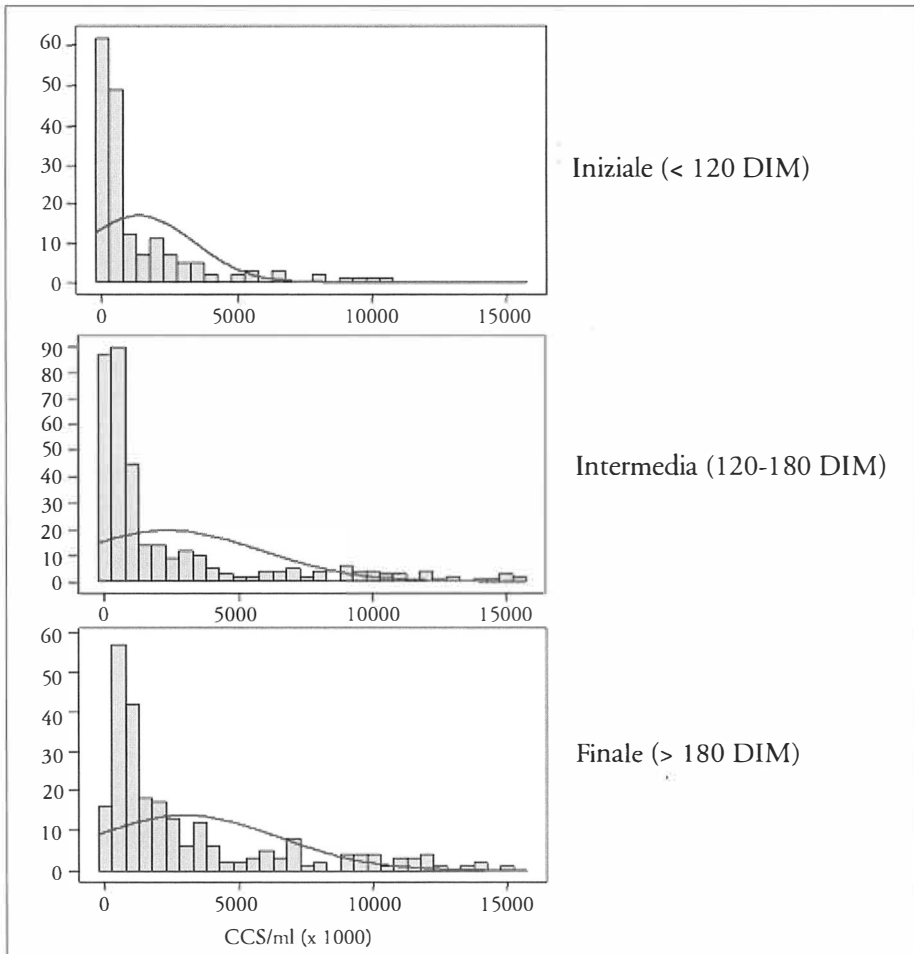


Fig. 10 *Distribuzione del CCS di campioni individuali di latte di pecora nelle diverse fasi di lattazione (DIM = days in milking = giorni di lattazione)*

I valori medi del contenuto cellulare delle diverse fasi di lattazione (tab. 6), sono dello stesso ordine di grandezza di quelli medi annuali rilevati dall'Associazione Regionale Allevatori della Sardegna su circa 120.000 campioni di latte ovino (ARA Sardegna, 2004).

L'elaborazione ha mostrato (tab. 6) che per mantenere il latte di massa a un CCS medio di 500.000/ml, è necessario scartare a inizio lattazione il latte del 21% degli animali, e a fine quello del 62%, e che la soglia di scarto nel primo caso è di circa 2 milioni di CS/ml, ma nel secondo scende a meno di

FASE DI LATTAZIONE*	PER OTTENERE UN LATTE DI MASSA CON CCS/ml	OCCORRE SCARTARE IL LATTE DEL (%) DI PECORE	CON UNA SOGLIA DI SCARTO DI CCS/ml
<i>Iniziale</i>			
Media = $1,35 \times 10^6$	500.000	21,3	$\geq 2,0 \times 10^6$
	750.000	10,9	$\geq 3,5 \times 10^6$
	1.000.000	4,6	$\geq 6,2 \times 10^6$
<i>Intermedia</i>			
Media = $2,36 \times 10^6$	500.000	33,2	$\geq 1,6 \times 10^6$
	750.000	22,5	$\geq 3,1 \times 10^6$
	1.000.000	15,9	$\geq 5,0 \times 10^6$
<i>Finale</i>			
Media = $3,00 \times 10^6$	500.000	61,8	$\geq 0,93 \times 10^6$
	750.000	43,6	$\geq 1,77 \times 10^6$
	1.000.000	32,8	$\geq 5,0 \times 10^6$
DIM = giorni di lattazione.			
* Iniziale = fino 120 DIM; Intermedia = 120-180 DIM; Finale > 180 DIM.			

Tab. 6 *Relazione tra il CCS nel latte individuale e nel latte di massa nelle diverse fasi di lattazione in un gregge di pecore di razza Sarda. Sono riportate la percentuale delle pecore il cui latte deve essere raccolto a parte e la soglia di CCS al di sopra della quale il latte deve essere separato per il raggiungimento di un prefissato CCS nel latte di massa*

1 milione. Queste soglie possono essere ottenute nella pratica con l'adozione di parametri di raccolta differenziata del latte i quali rendono possibile la migliore valorizzazione della materia prima: il latte con basso CCS può essere destinato alla produzione di formaggi di pregio e a lunga stagionatura, quello con elevato CCS può, invece, convenientemente essere impiegato per la produzione di ricotta o per l'estrazione dei componenti (ad es. grasso e caseine) dotati di un elevato valore commerciale.

L'individuazione delle pecore, il cui latte con elevato CCS deve essere raccolto a parte, è possibile per mezzo della misurazione della conducibilità del secreto. Tale operazione può essere effettuata sia automaticamente, con l'inclusione nella tettarella di una coppia di elettrodi (Norberg et al., 2003), sia manualmente, anche con l'ausilio di strumenti portatili di facile impiego per l'allevatore (Serra et al., 1997).

Elevati valori del CCS nel latte individuale possono essere il risultato della presenza di infezione a carico di una delle due emimammelle. La correlazione fra CCS dell'emimammella sinistra e quello dell'emimammella destra, da noi calcolata su un campione di 30 pecore di razza Sarda, è praticamente nulla (fig. 11): in altre parole, le due emimammelle si comportano indipendentemente in relazione al fenomeno delle CS, cioè all'infezione di una ghiandola non corrisponde quasi mai l'infezione della controlaterale.

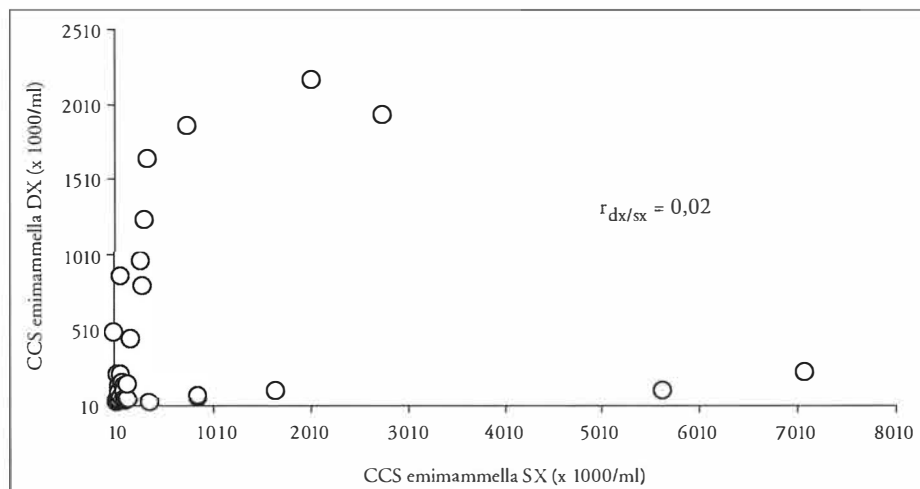


Fig. 11 *Relazione fra CCS delle due emimammelle di pecore di razza Sarda*

Secondo Morgante (com. pers.) solitamente è proprio una sola emimammella della pecora a essere colpita da una mastite. Questo fatto è probabilmente legato a un adattamento evolutivo dei mammiferi che consente a un animale colpito da mastite di non interrompere la importantissima funzione dell'allattamento. In effetti la totale separazione delle emimammelle non permette il passaggio dell'infezione da una ghiandola all'altra, come dimostrato da Coni et al., (1998) in pecore con una emimammella infettata sperimentalmente da *Streptococcus haemolyticus*. Tuttavia, è stato riscontrato sperimentalmente che la presenza di un'infezione in una emimammella produce frequentemente effetti riflessi anche sull'altra: ad esempio, nella emimammella sana è stato osservato spesso un quadro simile a quello della emimammella malata, caratterizzato dall'aumento del CCS sia pure in misura ridotta, e in particolare di neutrofili, soprattutto nelle prime fasi dell'infezione. Leitner et al. (2001), d'altro lato, hanno trovato che nella razza Assaf, quando una ghiandola è infetta, la controlaterale produce più latte per compensare la riduzione della prima. Questo fenomeno non è però stato osservato su altre razze (Sarda, Awassi, Merino Australiana), nelle quali la riduzione della produzione di una emimammella, provocata dalla soppressione di una delle due mungiture giornaliere, non è stata compensata dall'aumento produttivo della controlaterale (Nudda et al., 2002).

Nella pratica di allevamento è stato osservato che spesso l'emimammella non colpita rimane sana per il resto della vita dell'animale. Questo accade soprattutto quando le mastiti sono causate da germi non particolarmente viru-

lenti e hanno la tendenza a cronicizzare. Tale fenomeno potrebbe far pensare a una sorta di trasferimento di immunità tra la ghiandola malata e quella sana. In effetti, Soltys e Quinn (1999) hanno dimostrato che, nelle vacche, una particolare classe di linfociti (le gamma-delta-cellule-T particolarmente attiva nei processi iniziali di attacco ai batteri) aumenta in modo significativo nel sangue di animali infetti da mastiti streptococciche e stafilococciche. Nelle pecore non esistono prove sperimentali specifiche, ma l'ipotesi che si può azzardare è che popolazioni analoghe di cellule possano avere una selettività particolare per il tessuto mammario e quindi, tramite il circolo generativo, ritornare nella ghiandola sana, conferendole così uno stato di immunità.

Un ultimo aspetto riguarda l'opportunità di selezionare le pecore per ridurre il CCS: nonostante questo carattere presenti, come visto in precedenza, una bassa ereditabilità e consenta pertanto progressi selettivi limitati, l'applicazione di schemi di miglioramento genetico che lo includano fra gli obiettivi della selezione può rappresentare una lenta, ma fruttuosa, via per migliorare la qualità casearia del latte. Anche se bisogna ricordare che alcuni studi, condotti nella vacca da latte, suggeriscono che la selezione di animali con basso CCS può portare a un proporzionale decremento dei leucociti polimorfonucleati, che si traduce in una maggiore predisposizione della mammella alle infezioni (Kelly et al., 2000).

CONCLUSIONI

Il miglioramento della qualità casearia del latte può essere ottenuto da un lato con l'aumento delle concentrazioni in grasso e in proteine, che porta a una più elevata resa alla caseificazione, e dall'altro con la riduzione del CCS, che comporta una migliore caseificabilità, una superiore serbevolezza del formaggio e più elevate caratteristiche organolettiche.

L'aumento della concentrazione in grasso si può ottenere per via alimentare, con elevati contenuti in CNS nella dieta, nella prima parte della lattazione, e in NDF ad alta digeribilità nella seconda parte. Il contenuto proteico può essere elevato con una particolare attenzione alla nutrizione azotata e al metabolismo del glucosio, così da ridurre il ricorso dell'animale in lattazione alla gluconeogenesi da aminoacidi.

Il miglioramento della caseificabilità del latte e della serbevolezza del formaggio è conseguibile prevalentemente con la riduzione del CCS attraverso: l'individuazione precoce degli stati infiammatori a carico della mammella con l'uso di apparecchi in grado di misurare la conducibilità del latte, la costituzione di gruppi di mungitura (gli animali con alto CCS dovrebbero esser munti

alla fine e il latte separato), la progettazione di una mungitrice in grado di separare automaticamente il latte la cui conducibilità risulti superiore a una prefissata soglia, la lotta precoce alle mastiti (gli animali più produttivi tendono ad ammalarsi più facilmente), la rimozione dei fattori ambientali di stress (errori alimentari, errata tecnica di mungitura, altre patologie oltre la mastite, eccessi di caldo o di freddo, scorretta manipolazione degli animali). In definitiva, un buon latte è frutto di buone tecniche alimentari, manageriali e sanitarie applicate all'allevamento; questo obiettivo è perseguibile soltanto se gli investimenti richiesti sono ripagati da un opportuno differenziale di prezzo applicato al latte che presenta caratteristiche merceologiche superiori.

Lavoro eseguito nell'ambito del progetto finalizzato di ricerca "Ulteriore Sviluppo ed Evoluzione di un Programma per la Formulazione di Razioni Alimentari per Ovini e Caprini" (D.M. 535/7303/2002)

RIASSUNTO

Il latte ovino è destinato quasi esclusivamente alla caseificazione. La sua resa alla trasformazione è influenzata dai contenuti in grasso e in proteina e la sua attitudine alla caseificazione dal contenuto in cellule somatiche (CCS). Le concentrazioni in grasso e in proteine presentano una correlazione negativa con la quantità di latte prodotto, ma la produzione complessiva dei due costituenti e quella del latte sono legate positivamente. Il modello matematico in grado di descrivere il fenomeno è di tipo allometrico: le equazioni calcolate su un campione di produzioni individuali di pecore Sarde e Comisane sono: $G \text{ (g/d)} = 71,2L^{0,84} \text{ (kg/d)}$ e $P \text{ (g/d)} = 57,5L^{0,87} \text{ (kg/d)}$, in cui G è il grasso, P le proteine e L è il latte prodotto. La variabilità extragenetica delle concentrazioni di grasso e di proteine dipende principalmente dalla disponibilità metabolica di glucosio che è condizionata prevalentemente dall'alimentazione e dalle tecniche di conduzione degli animali. Il CCS è il più importante indicatore della caseificabilità del latte. Alti valori cellulari portano all'aumento dei campioni di latte che non coagula, al peggioramento dei parametri lattodinamografici, alla riduzione delle rese alla caseificazione e allo scadimento delle caratteristiche organolettiche del formaggio. Il CCS è legato alla incidenza di mastiti cliniche e subcliniche nell'allevamento. La lotta alle mastiti e il controllo dei fattori gestionali predisponenti all'infiammazione della mammella rappresentano le vie preferenziali per un rapido miglioramento della qualità del latte.

SUMMARY

Almost all sheep milk is used to make cheese. The fat and protein content have the greatest influence on cheese yield. Somatic cell content (SCC) influences the ren-

neability of milk. The percentage of fat and protein and milk yield are negatively correlated, whereas daily yields of fat and protein have a strong positive correlation with milk yield. Allometry is the mathematical tool which describes the pattern of the latter relationships. Equations, calculated on the individual records of Sarda and Comisana ewes, are: $F \text{ (g/d)} = 71.2M^{0.84} \text{ (kg/d)}$ and $P \text{ (g/d)} = 57.5M^{0.87} \text{ (kg/d)}$, where F is fat, P is protein and M is milk. Extragenetic variability of fat and protein concentrations depend basically on metabolic availability of glucose, which is linked mainly to feeding and management practices. SCC is the most important indicator of milk renneability. The higher the SCC, the lower the cheese yield and quality. SCC is strongly linked to flock incidence of clinical and subclinical mastitis. Reducing mammary infections by using planned control of animals and correct housing seems to be the best and quickest way to improve the quality of milk at farm level.

BIBLIOGRAFIA

- ALBENZIO M., CAROPRESE M., SANTILLO A., MARINO R., TAIBI L., SEVI A. (2004): *Effects of somatic cell count and stage of lactation on the plasmin activity in cheese-making properties of ewe milk*. «J. Dairy Sci.», 87, pp. 533-542.
- ARA SARDEGNA (2004): Data Warehouse, <http://www.ara.sardegna.it>[http:// www.ara.sardegna.it/](http://www.ara.sardegna.it/).
- BARILLET F. (1997): *Genetics for milk production*, in *The genetic of sheep*. Ed. Piper e Ruvinsky, CAB International, pp. 539-564.
- BARILLET F., RUPP R., MIGNON-GRASTEAU S., ASTRUC JM., JACQUIN M. (2001): *Genetic analysis for mastitis resistance and milk somatic cell score in French Lacaune dairy sheep*, «Genet. Sel. Evol.», 33, pp. 397-415.
- BENCINI R., PULINA G. (1997): *The quality of sheep milk: a review*, «Aust. J. Exp. Agric.», 37, pp. 485-504.
- CANNAS A., NUDDA A., PULINA G. (2002): *Nutritional strategies o improve lactation persistency in dairy ewes*, Proc. 8th Great Lakes Dairy Sheep symposium, Ithaca (New York), November, 7-9, 2002, pp. 17-59.
- CAPPIO-BORLINO A., MACCIOTTA N.P.P., PULINA G. (1997): *The shape of Sarda ewe lactation curve analysed by a compartmental model*, «Livest. Prod. Sci.», 51, pp. 89-96.
- CASOLI C., DURANTI E., MORBIDINI L., PANELLA F., VIZIOLI V. (1989): *Quantitative and compositional variations of Massese sheep milk by parity and stage of lactation*. «Small Rum. Res.», 2, pp. 47-62.
- CONI V., ALONGI C., ZINTU L., LICARDI M., PULINA G. (1998): *Experimental intramammary infection with Staphylococcus haemolyticus in dairy ewes*, in *Milking and milk products in dairy ewes and goats*. Ed. Barillet e Zervas, EEAP Publication n. 95, pp. 175-177.
- CUCCURU C., MORONI P., ZECCONI A., CASU S., CARIA A., CONTINI A. (1997): *Milk differential cell counts in relation to total counts in Sardinian ewes*, «Small Rum. Res.», 25, pp. 169-173.
- DURANTI E., CASOLI C. (1991): *Variazione della composizione azotata e dei parametri lattodinamografici del latte di pecora in funzione del contenuto in cellule somatiche*, «Zoot. Nutr. anim.», 17, pp. 99-105.

- GONZALO C., ARIZNABARRETA A., CARRIEDO J. A., SAN PRIMITIVO F. (2002): *Mammary pathogens and their relationship to somatic cell count and milk yield losses in dairy ewes*, «J. Dairy Sci.», 85, pp. 1460-1467.
- JAEGGI J. J., GOVINDASAMY-LUCEY S., BERGER Y. M., JOHNSON M. E., MCKUSICK B. C., THOMAS D. L., WENDORFF W. L. (2003): *Hard ewe's milk cheese manufactured from milk of three different groups of somatic cell counts*, «J. Dairy Sci.», 86, pp. 3082-3089.
- JURADO J.J., SERRANO M., MONTORO V., PÉREZ-GUZMAN M.D. (1997): *Estimas de componentes de varianza y de respuesta a la selección en la raza ovina Manchega mediante muestreo de Gibbs. Investigación Agraria*, «Producción y Sanidad Animales», 12, pp. 27-40.
- KELLY A.L., TIERNAN D., O'SULLIVAN C., JOYCE P. (2000): *Correlation between somatic cell count and polymorphonuclear leucocyte level for samples of bulk milk and milk from individual cows*, «J. Dairy Sci.», 83, pp. 300-304.
- LEGARRA A. (2002): *Optimización del esquema de mejora de la raza Latxa: análisis del modelo de valoración e introducción de nuevos caracteres en el objetivo de selección*, Ph. D. Universidad Pública de Navarra.
- LEITNER G., CHAFFER M., SHAMAY A., SHAPIRO F., MERIN U., EZRA E., SARAN A., SILANIKOVE N. (2004): *Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in sheep*, «J. Dairy Sci.», 87, pp. 46-52.
- NORBERG E., KORSGAARD I.R., FRIGGENSE N.C., LOVENDHAL P. (2003): *Electrical conductivity in milk- validation of different conductivity parameters for detection of mastitis*, Proc. 54th Annual Meeting of the EEAP, Roma, 31 august-3 september, p. 242.
- NUDDA A., BENCINI R., MIJATOVIC S., PULINA G. (2002): *The yield and composition of milk in Sarda, Awassi and Merino sheep milked unilaterally at different frequencies*, «J. Dairy Sci.», 85, pp. 2879-2884.
- NUDDA A., BATTACONE G., BENCINI R., PULINA G. (2004): *Nutrition and milk quality*, in *Dairy sheep nutrition*, Ed. G. Pulina, CABI Publishing, Oxfordshire, UK, pp. 129-149.
- OTHMANE M.H., CARRIEDO J.A., SAN PRIMITIVO F., DE LA FUENTE L.F. (2002): *Genetic parameters for lactation traits of milking ewes: protein content and composition, fat, somatic cells and individual laboratory cheese yield*, «Genet. Sel. Evol.», 34, pp. 581-96.
- PAAPE M.J., POUTREL B., CONTRERAS A., MARCO J.C., CAPUCO A.V. (2001): *Milk somatic cell and lactation in small ruminants*, «J. Dairy Sci.», 84 (E. suppl.), pp. E237-E244.
- PAUSELLI M., CASOLI C., BOLLA A., BIANCHI L., BUDELLI E., DURANTI E. (2003): *Qualitative characteristics of sheep milk in late lactation*, «Ital. J. Anim. Sci.», 2 (suppl. 1), pp. 512-514.
- PENGOV A. (2001): *The role of coagulase negative staphylococcus spp. and associated somatic cell counts in the ovine mammary gland*, «J Dairy Sci.», 84, pp. 572-574.
- PIRISI A., PIREDDA G., CORONA M., PES M., PINTUS S., LEDDA A. (2000): *Influence of somatic cell count on ewe's milk composition, cheese yield and cheese quality*, Proc. 6th Great Lakes Dairy Sheep symposium, Guelph (Ontario), November 2-4 2000, pp. 47-59.

- PIRISI A., PIREDDA G., CARTA A. (2002): *Resa alla trasformazione del latte ovino: applicabilità alla produzione industriale di una equazione ricavata mediante microcasseificazioni*, Atti 15° Congr. Naz. SIPAOC. Chia Laguna (Cagliari), 11-14 settembre 2002, p. 246.
- PULINA G., D'ANDREA F., DI MAURO C., CAPPIO-BORLINO A. (2003): *Kinetics of fat and protein secretion in dairy cattle, sheep, goats and buffaloes*, Proc. 15th ASPA Congress, Parma, 18-20 june 2003, pp. 296-298.
- PULINA G., NUDDA A. (2004): *Milk production*, in *Dairy sheep nutrition*, Ed. G. Pulina, CABI Publishing, Oxfordshire, UK, pp. 1-12.
- PULINA G., MACCIOTTA N., NUDDA A. (2005): *Milk composition and feeding in dairy ewes*. «I. J. Anim. Sci.», 4 (suppl. 1), pp. 5-14.
- RANUCCI S., MORGANTE M. (1994): *Sanitary control of the sheep udder: Total and differential cell counts in milk*, in Proc. Int. Symp. Somatic Cell Counts and Milk of Small Ruminants, Bella, Italy, pp. 5-16.
- ROWLANDS G.J., LUCEY S., RUSSEL A.M. (1982): *A comparison of different models of lactation curve in dairy cattle*, «Livest. Prod. Sci.», 35, pp. 135-144.
- RUIU A., PULINA G. (1992): *Mastiti ovine, qualità del latte e prospettive di profilassi sanitaria*, «L'Informatore Agrario», 14, pp. 37-40.
- RUPP R., LAGRIFFOUL G., ASTRUC J. M., BARILLET F. (2003): *Genetic parameters for milk somatic cell scores and relationships with production traits in French Lacaune dairy sheep*, «J. Dairy Sci.», 86, pp. 1476-1481.
- SANNA S.R., CARTA A., CASU S. (1997): *(Co)variance component estimates for milk composition traits in Sarda dairy sheep using a bivariate animal model*, «Small Rum. Res.», 25, pp. 77-82.
- SERRA A., RUIU A., SECHI C., PINTUS C., PULINA G. (1997): *Individuazione delle affezioni mammarie negli ovini con l'uso di uno strumento portatile*, «L'Informatore Agrario», 6, pp. 41-43.
- SEVI A., TAIBI L., ALBENZIO M., ANNICCHIARICO G., MUSCIO A. (2001): *Airspace effects on the yield and quality of ewe milk*, «J. Dairy Sci.», 84, pp. 2632-2640.
- SEVI A., ALBENZIO M., ANNICCHIARICO G., CAROPRESE M., MARINO R., TAIBI L. (2002): *Effects of ventilation regimen on the welfare and performance of lactating ewes in summer*, «J Anim. Sci.», 80, pp. 2349-2361.
- SICA-CREOM (1999): *Reflexion sur l'integration de la richesse dans le schema de selection. In: travaux et recherches. Compte rendu d'activité 1998*, ed. SICA-CREOM, Pyrénées Atlantiques, Ordiarp, France, pp. 83-91.
- SOLTYS J., QUINN M.T. (1999): *Selective recruitment of T-cell subset to udder during staphylococcal and streptococcal mastitis: analysis of lymphocyte subsets and adhesion molecule expression*, «Infect. and Immun.», 67, pp. 6293-6302.
- TARODO DE LA FUENTE B., ALAIS C., FRENTZ R. (1969): *Étude de la coagulation du lait par la présure et de synérèse du coagulum par la méthode thrombélástographique*, «Lait.», 49, pp. 400-416.
- WOOD P.D.P. (1967): *Algebraic model of the lactation curve in cattle*, «Nature», 216, pp. 164-165.

ANTONIO PAZZONA*, LELIA MURGIA*

Qualità del latte e benessere animale nella mungitura degli ovini e dei caprini

PREMESSA

Sulla spinta delle normative comunitarie in materia di igiene e qualità nei processi di produzione e di trasformazione del latte, lo sviluppo recente delle aziende ovine e caprine ha interessato essenzialmente gli impianti per la mungitura e per la refrigerazione del latte. Negli ultimi anni migliaia di nuove installazioni sono state realizzate in Sardegna, regione in cui risiede poco meno del 40% del patrimonio ovi-caprino nazionale. Il livello qualitativo degli impianti installati, in termini costruttivi e funzionali, è in linea generale elevato, e ha sicuramente fatto compiere un salto tecnologicamente importante all'intero settore, caratterizzato tradizionalmente da forme di allevamento prevalentemente estensivo e dalla scarsità degli investimenti in strutture e impianti (Idda L., 1995; Pazzona A., Murgia L., 1999).

La crescente concorrenza sui mercati nazionale e internazionali, anche a seguito della riduzione degli aiuti comunitari all'esportazione dei formaggi, richiede che le strutture produttive, per rimanere competitive, si adeguino continuamente alle nuove richieste, aggiornando e migliorando i metodi di produzione. Tuttavia, mentre fino a pochi anni addietro il principale traguardo dei nostri allevatori era la riduzione dei costi di produzione, l'obiettivo attuale è anche quello di produrre latte con elevate caratteristiche qualitative. In questa prospettiva, considerando che la mungitura rappresenta l'operazione chiave nell'allevamento zootecnico da latte, è indispensabile valutare con attenzione i principali aspetti tecnologici e operativi che possono influenzare la qualità del latte e il benessere animale nel corso della mungitura meccanica.

* *Dipartimento Ingegneria del Territorio, Università degli Studi di Sassari*

EVOLUZIONE DEI SISTEMI DI MUNGITURA

Sono trascorsi quasi 50 anni dalle prime esperienze sulla mungitura meccanica delle pecore condotte nel 1938 nella regione del Roquefort (Francia). L'attuale mungitrice per piccoli ruminanti è il risultato di una profonda evoluzione che ha interessato sia le caratteristiche costruttive che quelle funzionali. Solamente nell'immediato dopoguerra le mungitrici per pecore e per capre hanno goduto di uno sviluppo adeguato all'importanza economica di queste specie, ma negli anni Cinquanta e Sessanta le mungitrici conservavano ancora la meccanica di base e i principi fondamentali della dinamica della mungitura delle vacche.

A iniziare dagli anni Settanta, sulla base dei primi studi specifici, vi è stato un progressivo adeguamento dei parametri di funzionamento dell'impianto alle caratteristiche morfo-fisiologiche dei piccoli ruminanti. Occorre arrivare agli anni Ottanta per osservare l'inizio di una fase di ricerca e di sperimentazione, ancora lungi dall'essere conclusa, finalmente organica e finalizzata alla definizione della tecnica di mungitura, dei parametri funzionali e degli elementi costruttivi della mungitrice per ovini e per caprini.

Negli anni Novanta si è giunti all'evoluzione dei sistemi di cattura degli animali e alla semplificazione della tecnica di mungitura, con la soppressione della sgocciolatura meccanica, che riduce gli interventi dell'operatore all'applicazione e al distacco dei gruppi prendicapezzoli. L'inizio degli anni Duemila è caratterizzato dall'introduzione di dispositivi per la rimozione automatica del gruppo prendicapezzoli, che consentono di triplicare la produttività del lavoro rispetto agli impianti tradizionali. L'ultimo biennio ha visto l'introduzione, per ora limitata ad alcuni impianti, di un sistema innovativo, il variatore del regime di rotazione della pompa per vuoto (detto inverter), che consente di dimezzare i consumi di energia elettrica (fig. 1).

MUNGITURA MANUALE E MUNGITURA MECCANICA

Il valore medio del tenore in cellule somatiche nel latte ovino in Italia, e in Sardegna in particolare, è uno dei più elevati d'Europa. Numerosi sono ancora i fattori stressanti che, intervenendo direttamente sull'equilibrio endocrino-metabolico degli animali e deprimendo il loro sistema immunitario, condizionano marcatamente la produttività dei capi sia in termini quantitativi che qualitativi. Da ricordare che la normativa comunitaria vigente relativa alle produzioni zootecniche con metodo biologico (CE n. 1804/1999),

	CON MUNGITRICE	AZIENDE (N)	SENZA MUNGITRICE	AZIENDE (N)	DIFFERENZA (%)
Carica microbica totale (UFC/ml)	2.636.000	1.914	3.394.000	1.439	- 22
Cellule somatiche (n/ml)	1.640.000	1.915	1.783.000	1.440	- 8

Tab. 1 *Qualità del latte con e senza impianto di mungitura (fonte ARA Sardegna, 2003)*

	CON MUNGITRICE	AZIENDE (N)	SENZA MUNGITRICE	AZIENDE (N)	DIFFERENZA (%)
<i>Carica microbica totale (UFC/ml)</i>					
con pagamento a qualità	1.641.000	738	2.728.000	458	- 40
senza pagamento a qualità	3.258.000	1.177	3.701.000	982	- 12
<i>Cellule somatiche (n/ml)</i>					
con pagamento a qualità	1.691.000	738	1.909.000	458	- 11,4
senza pagamento a qualità	1.609.000	1.177	1.725.000	982	- 6,7

Tab. 2 *Qualità del latte con e senza impianto di mungitura in regime di "pagamento del latte a qualità" (fonte ARA Sardegna, 2003)*

considera il rispetto per il benessere animale uno dei requisiti indispensabili per l'allevamento biologico.

Tutti sono concordi nel fatto che la macchina mungitrice contribuisca a migliorare le caratteristiche igieniche del prodotto, ma alcuni sono ancora convinti che la mungitura manuale risulti per l'animale meno stressante di quella meccanica. Come è noto, il numero di cellule somatiche nel latte è considerato un indicatore di uno stato infiammatorio della mammella; poiché la causa principale della mastite è l'infezione intramammaria, il conteggio delle cellule somatiche può essere usato come indicatore indiretto dell'infezione. Un recente studio condotto dall'ARA Sardegna (Serra F., Natale M., 2003) ha evidenziato la differenza nella qualità del latte di aziende con e senza impianto di mungitura. L'utilizzo della macchina, oltre a migliorare le caratteristiche igieniche del latte (-22% di carica microbica totale) ha consentito di ridurre dell'8% il tenore in cellule somatiche (tab. 1).

Risultati ancora più significativi si sono ottenuti distinguendo all'interno del campione le aziende che conferivano il latte in regime di "pagamento a qualità". In queste condizioni, infatti, la presenza della mungitrice ha ridotto del 40% la carica microbica e del 12% il numero delle cellule somatiche (tab. 2).

GLI IMPIANTI DI MUNGITURA

Tipologie impiantistiche

In Sardegna sono presenti circa 5.000 impianti per la mungitura dei piccoli ruminanti prodotti da 32 ditte diverse. Da una recente indagine (Pazzona A., Murgia L., Caria M., 2003) è emerso che nella scelta della mungitrice gli allevatori si sono orientati, per il 93% circa dei casi, verso gli impianti a lattodotto di tipo tradizionale con gli animali disposti su una o due linee (tab. 3).

Assai poco considerate le mungitrici a secchio o a carrello, praticamente inesistenti quelle rotative. Tra gli impianti a lattodotto il sistema di mungitura a linea bassa è risultato di gran lunga preferito a quello in linea alta con un rapporto di 10 a 1. Appare condivisibile la scelta operata dagli allevatori di ignorare gli impianti rotativi a causa degli elevati costi d'installazione e di gestione. Attualmente è possibile ottenere la medesima produttività del lavoro conseguibile col rotativo (600 capi/h per addetto) utilizzando impianti fissi sufficientemente automatizzati (Piras M., Salaris S., Ruda G., 2001), vale a dire dotati di stacchi automatici dei prendicapezzoli e di dispositivi che facilitano l'ingresso e l'uscita degli animali (uscita collettiva frontale, apertura sequenziale delle poste di mungitura, ecc.).

Un accessorio, praticamente sconosciuto, dei sistemi di cattura è rappresentato dal "contapecore" (fig. 2). Questo dispositivo, di semplice installazione e di costo contenuto, consente di risparmiare l'unità lavorativa addetta alla gestione della fase d'ingresso dei capi, in quanto permette l'ingresso di un numero di capi pari a quello delle poste. Col contapecore, inoltre, gli animali rimangono più calmi ed è possibile realizzare la mungitura "in continuo", in quanto si opera su una fila mentre gli animali entrano sul lato opposto. Così facendo la produttività del lavoro aumenta del 10-15%.

La dimensione del gregge munto meccanicamente è risultata in media di 311 capi in lattazione; pertanto si può stimare, con buona approssimazione, pari a circa 1,5 milioni il numero complessivo di capi dominato dagli impianti presenti nella nostra regione. Nella gran parte degli allevamenti censiti la consistenza del gregge è risultata coerente con le dimensioni dell'impianto di mungitura. Come è noto il numero di capi munti dipende dal numero di poste, dal tempo di emissione del latte dei singoli capi (di norma 40-60 secondi) e, in maggior misura, dalla routine di mungitura adottata. A titolo indicativo si può affermare che un impianto con 12 prendicapezzoli e 24 poste in due ore è capace di dominare al massimo un gregge di circa 700 pecore in lattazione (Eitam M., Leibovich H., 1993; Pazzona A., Paschino F., 1986).

	SECCHIO	CARRELLO	LATTODOTTO			ROTATIVO
			<i>alto</i>	<i>medio</i>	<i>basso</i>	
Impianti (n)	65	117	206	10	2.248	1
%	2,5	4,4	7,8	0,4	84,9	0,0
Gregge medio (n/capi)	201	180	346	270	319	920

Tab. 3 *Principali tipologie degli impianti per la mungitura degli ovini (indagine condotta su un campione di 2.647 impianti)*

	TUBO CORTO DEL LATTE (mm)			TOTALE	TUBO LUNGO DEL LATTE (mm)			TOTALE
	5-6	7-8	9-10		12-13	14-15	16-17	
Impianti (n)	14	2.511	122	2.647	992	1570	85	2.647
%	0,5	94,9	4,6	100,0	37,5	59,3	3,2	100,0

Tab. 4 *Diametro interno dei tubi del latte negli impianti per la mungitura degli ovini (indagine condotta su un campione di 2.647 impianti)*

Gruppo prendicapezzoli

La quasi totalità degli impianti (95% circa) utilizza tubi corti del latte con diametro 7-8 mm sufficiente a garantire l'efficace smaltimento dei fluidi, mentre solamente 122 impianti (5% circa del totale) montano tubi corti con diametro ottimale (9-10 mm). A questo riguardo si ricorda che le norme UNI 11008:2002 prescrivono l'uso del tubo corto del latte con un diametro di 8 mm. In una decina di impianti sono stati installati tubi corti del latte con diametro talmente ridotto (4-5 mm) da impedire il regolare deflusso del latte verso il collettore (tab. 4). Le conseguenze più immediate sono l'allungamento dei tempi di mungitura, l'aumento della frequenza di caduta dei prendicapezzoli e il riflusso di latte verso il capezzolo. Difatti, le maggiori perdite di carico si verificano nel gruppo prendicapezzoli in ragione delle modeste dimensioni dei suoi componenti, ed è proprio il tubo corto del latte a rappresentare il principale ostacolo al movimento dei fluidi aria e latte. Pertanto, quando le caratteristiche del prendicapezzoli sono tali da determinare condizioni precarie di mungitura, il tubo corto si riempie di latte generando nella guaina un volume chiuso, vale a dire isolato dal resto del circuito dell'aria. In queste condizioni, le fluttuazioni del vuoto all'interno della guaina sono molto elevate e si creano le condizioni per il trasporto passivo di microrganismi patogeni a causa del riflusso di latte verso il capezzolo.

Vuoto operativo

Come si rileva dalla tabella 5 il livello di vuoto utilizzato per la mungitura degli ovini è compreso di norma fra 41 e 44 kPa (77,4 % dei casi). Negli impianti col lattodotto in linea bassa si opera mediamente con un vuoto di 42 kPa, mentre in quelli col lattodotto alto si arriva a circa 45 kPa. In alcuni casi, per fortuna isolati, il vuoto è regolato su valori troppo alti (54 kPa) o troppo bassi (28 kPa) per ottenere una corretta mungitura. L'uso prolungato di un vuoto superiore a 50 kPa espone il capezzolo al rischio di congestione, edema e ipercheratosi dei tessuti che creano le condizioni ottimali per l'insorgenza di infezioni mastitiche. Per contro, l'applicazione di un vuoto inferiore a 35-36 kPa, ammesso che non cadano i preinducibili, allunga notevolmente la durata della mungitura e non garantisce il completo svuotamento della cisterna mammaria.

Comunque, lo studio conferma che la regolazione di questo importante parametro di mungitura è quasi sempre corretta. Negli impianti in linea bassa, infatti, per garantire le migliori condizioni di mungitura viene considerato ottimale un vuoto intorno a 42 kPa, mentre per gli impianti con lattodotto in linea alta il vuoto deve risultare di alcuni kPa più elevato.

Pulsazione

Negli impianti a lattodotto il sistema di pulsazione utilizzato è quasi esclusivamente di tipo elettronico (fig. 3), e anche negli impianti a secchio o a carrello, a differenza di quanto avveniva nel recente passato, nell'81% dei casi è preferito quello elettronico. Vi è da rilevare, inoltre, che solamente una ventina di impianti utilizza il dispositivo che consente di far funzionare in cascata, vale a dire sfalsati di una frazione di secondo, i pulsatori elettronici a comando centralizzato. L'apertura sequenziale dei pulsatori riduce sensibilmente il volume d'aria atmosferica che penetra nell'impianto e, di conseguenza, si dimezza l'entità delle fluttuazioni di vuoto all'interno della condotta dell'aria di pulsazione.

Un altro aspetto positivo emerso dallo studio è costituito dal fatto che la maggioranza degli impianti (70%) erano dotati della condotta per la filtrazione dell'aria atmosferica immessa nei pulsatori. L'adozione di questa semplice soluzione, nel passato recente assai spesso trascurata, testimonia la presa di coscienza degli installatori e degli allevatori sull'importanza di preservare il pulsatore dalla polverosità ambientale al fine di garantirne il buon funzionamento nel tempo.

Per quanto riguarda la frequenza di pulsazione poco meno della metà degli impianti (47 % circa) opera con valori intorno a 120 cicli/min, mentre



Fig. 1 Il variatore di regime di rotazione della pompa per vuoto (inverter) consente di ridurre del 50-70% i consumi di energia elettrica



Fig. 2 La gestione della fase d'ingresso dei capi in mungitura è facilitata dal "contapecore"

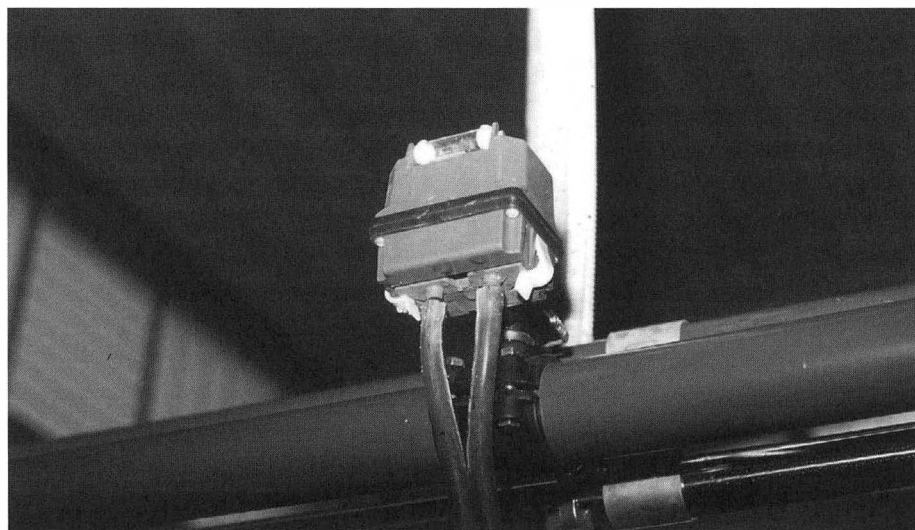


Fig. 3 Il sistema di pulsazione elettronico ha oramai soppiantato quello pneumatico

	VUOTO DI MUNGITURA (kPa)			TOTALE	FREQUENZE PULS. (cicli/min)				TOTALE
	37-40	41-44	45-50		90	120	150	180	
Impianti (n)	350	2.047	248	2.645	103	1235	607	699	2.644
%	13,2	77,4	9,4	100,0	3,9	46,7	23,0	26,4	100,0

Tab. 5 *Parametri operativi negli impianti per la mungitura degli ovini (indagine condotta su un campione di 2.645 impianti)*

una quota rilevante (27% circa) ha optato per la frequenza di 180 cicli/min. In quattro impianti su cinque il pulsatore è tarato con un rapporto del 50% e, di norma, valori più elevati come quelli del 60% si utilizzano solo con le frequenze di 120 cicli/min (tab. 5).

Anche per questo parametro di funzionamento non mancano i casi anomali: vi sono alcuni impianti che operano con una frequenza di soli 60 cicli/min, di solito adottata per la mungitura delle vacche, e altri che arrivano fino 190 cicli/min.

Nella mungitura delle pecore un rapporto del pulsatore del 60%, abbinato alle frequenze di 120 cicli/min, risulta una scelta appropriata; ugualmente valida appare la soluzione che prevede 150 cicli/min con un rapporto del 50% col quale si allunga la fase dedicata al massaggio. Vale la regola generale per cui con l'innalzarsi della frequenza di pulsazione è necessario ridurre il valore del rapporto. Per mungitori poco esperti, o per quelli che non curano l'igiene e la manutenzione dell'impianto, potrebbe risultare rischiosa la regolazione del pulsatore a 180 cicli/min, seppure abbinata a un rapporto del 50%, in quanto il tempo dedicato al massaggio (0,1 secondi) risulta insufficiente a consentire il ripristino della circolazione sanguigna.

Prove meccaniche di verifica

La portata della pompa per vuoto, rilevata in occasione del collaudo della mungitrice, è risultata mediamente superiore del 25%, con punte del 110% (numero indice 210), rispetto al valore consigliato (fig. 4).

Il sovradimensionamento della pompa per vuoto, in sporadici casi giustificato dalla mancanza del modello specifico nei listini delle ditte e dalla presenza di una pompa per vuoto di scorta, incrementa il prezzo d'acquisto dell'impianto e i costi di gestione. Si rammenta che la riduzione di 350-400 l/min della portata consente un risparmio di energia elettrica quantificabile in un migliaio di kWh all'anno.

Dall'esame dell'istogramma di figura 5 emerge che anche la riserva utile del vuoto è sensibilmente superiore (+52%) al valore minimo prescritto dalle norme; in alcuni impianti la riserva utile risulta più che doppia di quella necessaria (numero indice 230). Per contro, in una minoranza di impianti (10%), dove il costruttore e l'installatore sono riusciti a contenere i consumi e le perdite dei componenti, si riscontra una riserva utile più che sufficiente (+16% del valore minimo) anche in presenza di una portata della pompa leggermente inferiore (-7%) al valore di riferimento.

Le cadute del vuoto all'interno dell'impianto (0,5 kPa nel tratto pompa per vuoto-vaso terminale del latte e 0,3 kPa nel tratto vaso terminale-lattodotto) sono nettamente inferiori al valore limite di 2 kPa indicato dalle norme UNI a conferma del corretto dimensionamento delle condutture dell'aria e del latte.

Alla luce di quanto brevemente esposto, si delinea un quadro complessivamente positivo delle caratteristiche costruttive e funzionali degli impianti per la mungitura degli ovini installati in Sardegna nell'ultimo quinquennio. Le ditte costruttrici, pertanto, hanno di fatto anticipato l'entrata in vigore delle norme UNI uniformandosi pienamente a esse, fino ad arrivare in numerosi casi al sovradimensionamento di alcuni componenti. Ed è proprio il sovradimensionamento della pompa per vuoto e, quindi, del motore elettrico a esso accoppiato, l'errore tecnico più rilevante commesso nella progettazione delle mungitrici.

NORMATIVA VIGENTE

Le norme nazionali (UNI 11008:2002) e internazionali (UNI ISO 5707:2001) che definiscono i requisiti costruttivi e prestazionali degli impianti di mungitura sono redatte, e periodicamente aggiornate, da un gruppo di esperti che fanno riferimento a elementi certi e riconosciuti da tutti come scientificamente validi. Tuttavia, occorre precisare che in mancanza di precise conoscenze scientifiche, una piccola parte delle norme è stata definita sulla base di consolidate conoscenze tecniche.

Nell'affrontare il tema della qualità del latte e del benessere animale nella mungitura degli ovini e dei caprini, aspetti evidentemente strettamente correlati fra loro, si deve fare riferimento a quanto prescritto dalle predette normative. La norma ISO al punto 5 e la norma UNI al punto 12 prevedono che la caduta di vuoto nel vaso terminale del latte non sia maggiore di 2 kPa nel corso della normale mungitura, compresi l'attacco e lo stacco del prendicapezzolo, lo scivolamento della guaina o la caduta del gruppo. Pertanto, al fine di evitare fluttuazioni di vuoto troppo elevate sotto il capezzolo che ri-

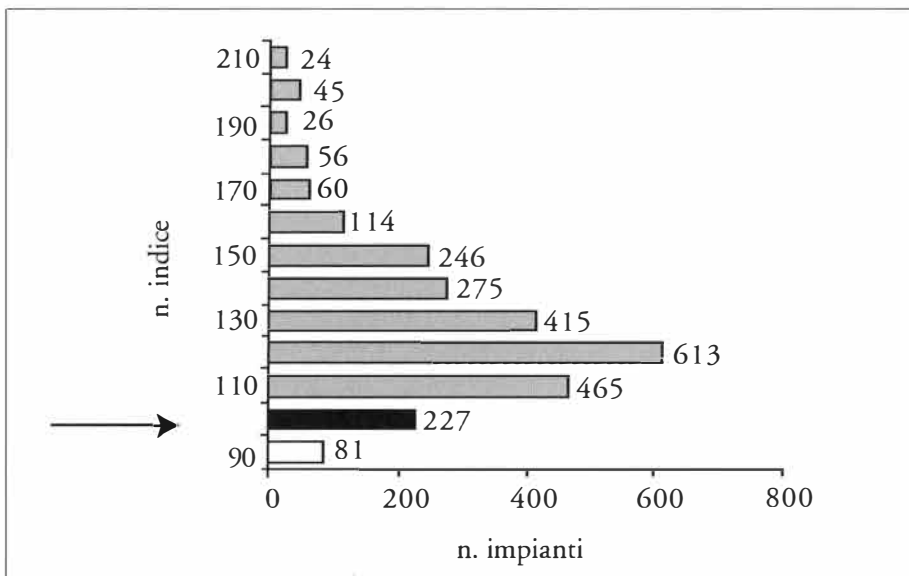


Fig. 4 Portata nominale della pompa per vuoto: valori indice rispetto al minimo prescritto posto pari a 100

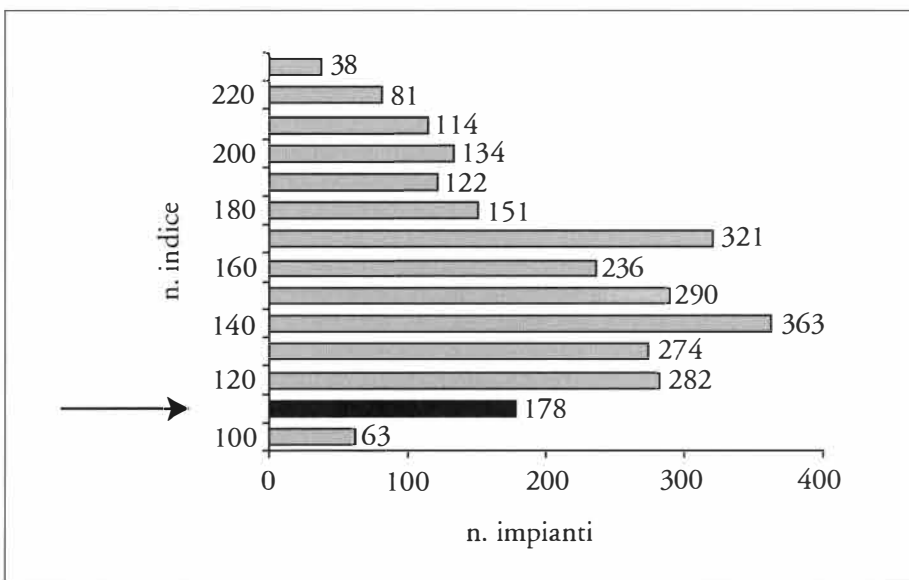


Fig. 5 Riserva utile del vuoto: valori indice rispetto al minimo prescritto posto pari a 100

sulterebbero nocive alla salute dell'animale, tutti i componenti dell'impianto devono essere dimensionati affinché la caduta di vuoto massima tollerabile fra vaso terminale e qualsiasi punto del lattodotto sia contenuta entro 2 kPa.

Qui di seguito vengono illustrate le principali soluzioni tecnologiche e operative per rispettare il dettato delle norme e, quindi, tutelare il benessere animale e ottenere un latte con elevate caratteristiche qualitative.

SOLUZIONI TECNOLOGICHE

Regolatore del vuoto

Il sistema di regolazione del vuoto rappresenta uno degli organi più importanti della macchina mungitrice; il suo compito è quello di attenuare le brusche variazioni di vuoto che si verificano in corrispondenza della manipolazione e della caduta dei prendicapezzoli, dello scivolamento delle guaine e dell'eventuale sgocciolatura meccanica.

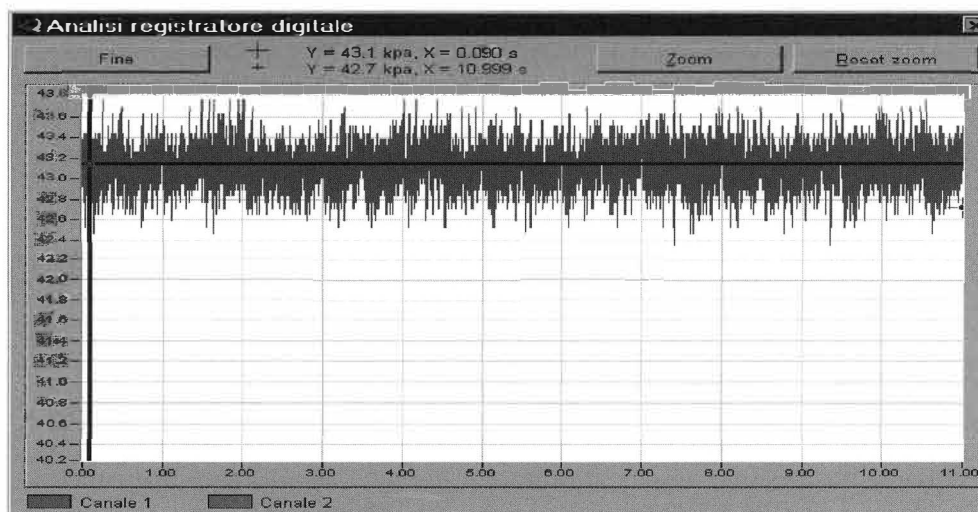
Tuttavia, ancora oggi la scelta del sistema di regolazione viene effettuata in maniera superficiale, in quanto tecnici e utilizzatori attribuiscono scarsa importanza alle differenze di prestazioni esistenti fra un modello e l'altro. Una volta stabilita la portata del regolatore, il modello viene scelto in funzione del prezzo e, nel migliore dei casi, dei consumi e delle perdite di regolazione; si trascurano completamente caratteristiche come "sensibilità" e "prontezza di risposta" (Pazzona A. et al., 1999). La sensibilità di regolazione esprime la capacità della valvola di percepire le piccole variazioni di vuoto, mentre la prontezza di risposta indica il tempo necessario a ripristinare il vuoto operativo dopo un ingresso d'aria atmosferica.

Prove comparative condotte sui sei modelli presenti sul mercato (Pazzona A., Murgia L., 2004) hanno evidenziato capacità molto diverse in termini di sensibilità che oscilla da un minimo di 0,11 kPa a un massimo di 0,52 kPa, con un valore medio pari a 0,20 kPa (fig. 6). Anche la rapidità di risposta, valutata simulando la caduta di un prendicapezzoli per 40 s, è stata significativamente differente: 1,13 s per il modello più pronto e 2,65 s per quello più lento, con una media di 2,06 s.

Gruppo prendicapezzoli

Tra i componenti dell'impianto, il gruppo prendicapezzoli è quello che in maggior misura influenza l'efficienza della mungitura, efficienza intesa in ter-

A



B

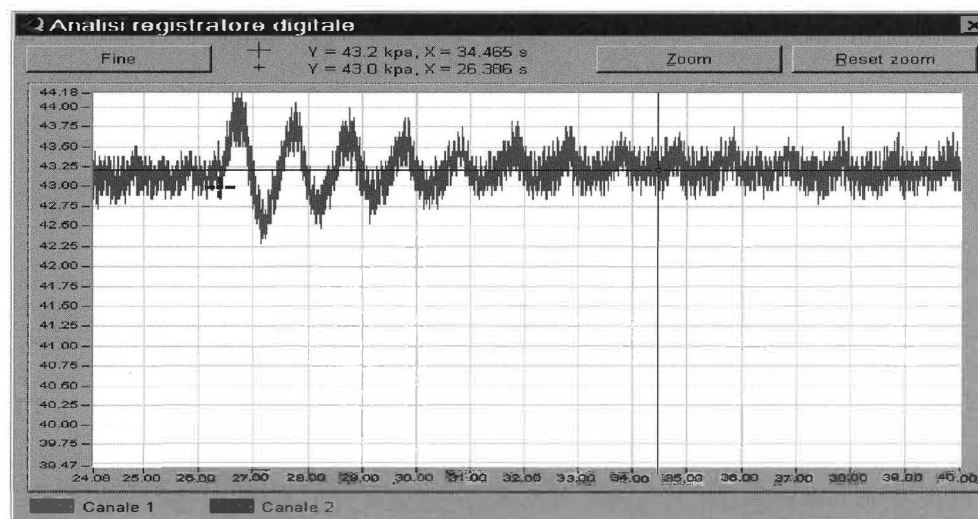


Fig. 6 Le prestazioni del regolatore del vuoto sono differenti in funzione del modello installato: il diagramma A riproduce il funzionamento di una buona valvola, il diagramma B quello di una valvola scadente

	CONTROLLI (1040)		FLUTTUAZIONI (kPa)	
	X	Em	min	max
Sotto il capezzolo	13,4	0,24	9,2	18,1
Tubo corto latte	10,8	0,33	6,3	16,6
Tubo lungo latte	6,2	0,06	5,7	6,9

Tab. 6 *Fluttuazione del vuoto nel gruppo prendicapezzoli. Prove comparative su 12 gruppi prendicapezzoli*

mini di completo svuotamento della mammella e di stabilità del vuoto (Perris C. et al., 1993; Pazzona A., Murgia L., 1996). Nella progettazione del prendicapezzoli tutti gli elementi che lo compongono (guaine, collettori, tubi di raccordo) devono essere concepiti al fine di facilitare il deflusso del latte dalla mammella al lattodotto e ridurre al minimo le fluttuazioni del vuoto sotto il capezzolo. Queste ultime, come dimostrato da diverse indagini sperimentali, sono strettamente associate al rischio di comparsa di infezioni mastitiche negli animali (Bramley A.J., 1992).

Da prove di laboratorio, condotte su 12 diversi gruppi prendicapezzoli utilizzati per la mungitura degli ovini (Pazzona A., Murgia L., 1997), si è determinato che nel corso della mungitura le variazioni di vuoto di maggiore intensità (mediamente 13,4 kPa) si riscontrano in prossimità del capezzolo (tab. 6).

Tutto ciò è dovuto, in larga misura, alla brusca caduta di vuoto che si registra al momento della chiusura della guaina in corrispondenza delle fasi di massaggio. Nel tubo corto del latte, dove si attenua l'effetto della pulsazione, la fluttuazione media del vuoto (10,8 kPa) si riduce del 20% circa rispetto a quella misurata sotto il capezzolo. Nel tubo lungo del latte, che si avvantaggia dell'azione stabilizzante del collettore dove avviene la separazione dei fluidi aria e latte, si osserva un'ulteriore attenuazione delle variazioni medie di vuoto (6,2 kPa). Da rilevare il fatto che le prestazioni dei prendicapezzoli comparati risultano assai differenti fra loro: le fluttuazioni di vuoto sotto il capezzolo sono inferiori a 10 kPa per alcuni modelli e raggiungono i 18 kPa per altri, nel tubo corto del latte si varia da un minimo di 6,3 kPa a un massimo di 16,6 kPa. Tuttavia, è sufficiente montare un tubo corto del latte con il diametro interno di 10 mm in luogo di 8 mm per stabilizzare il vuoto e ridurre di 5 kPa l'entità della fluttuazione (fig. 7).

Nel collettore è presente un foro calibrato (0,5-0,8 mm) attraverso il quale penetra l'aria atmosferica (5-10 l/min); in tal modo si favorisce il deflusso del latte evitando turbolenze e ingorghi indesiderati. In molti casi fa ricorso a elevati ingressi d'aria per sopperire a carenze funzionali del collettore stesso. Occorre invece limitare l'ingresso di aria atmosferica che riduce la riserva

utile del vuoto, contribuisce all'inquinamento microbiologico del latte in ragione del livello igienico della sala e incrementa le fluttuazioni del vuoto nel tubo corto del latte. Recenti studi hanno dimostrato che aumentando la portata d'aria nel collettore da 7-8 l/min a 15-18 l/min le fluttuazioni medie del vuoto passano da 1,4 kPa a 3,7 kPa.

Gran parte delle patologie mammarie hanno origine dall'uso di guaine non idonee, vale a dire con imboccatura non adatta alle dimensioni del capezzolo e con insufficiente elasticità. Se l'imboccatura è stretta si manifesta in breve tempo un'irritazione sotto forma di anello violaceo alla radice del capezzolo. Nel caso d'imboccatura larga la guaina si arrampica sulla mammella rallentando, o arrestando, il flusso del latte ed esponendo all'azione del vuoto una maggiore superficie del capezzolo. Di norma sono consigliabili le guaine di gomma morbida, montate preferibilmente su un gruppo leggero (cannelli e collettore in materiale plastico), con le quali si può mungere a livelli di vuoto piuttosto contenuti, nell'ordine di 40 kPa. Utilizzando guaine con mescola di gomma dura, vale a dire poco flessibile, si è costretti a operare a un vuoto più elevato (43-44 kPa). In caso contrario l'effetto della stimolazione sul capezzolo viene pregiudicato dal fatto che una guaina troppo rigida si chiude in misura insufficiente. In queste condizioni la mungitura può risultare stressante, ovvero dolorosa, per l'animale in quanto il mancato massaggio del capezzolo causa il ristagno del sangue e della linfa alla punta del capezzolo stesso. Per completezza d'informazione si deve dire che con la guaina rigida il deflusso del latte risulta, di norma, più rapido ma lo svuotamento della mammella è meno completo.

Per evitare il rischio della costante esposizione al vuoto del capezzolo la lunghezza minima del corpo della guaina deve risultare pari a circa 90 mm per le pecore e a 110 mm per le capre. Per quanto riguarda il disegno della guaina, i risultati di alcuni studi hanno dimostrato che le prestazioni delle guaine in silicone non risultano influenzate dalla forma cilindrica o conica. Per contro, con le guaine in gomma le migliori condizioni di mungitura si sono ottenute con la forma conica che meglio si adatta alla tipica conformazione del capezzolo dei piccoli ruminanti (Pazzona A., Paschino F., 1985).

Stacco automatico

L'adozione di sistemi per la rimozione automatica dei gruppi consente di annullare il rischio di esposizione degli animali alla mungitura a vuoto o sovra-mungitura e, quindi, di ridurre lo stress a carico dell'apparato mammario con conseguente diminuzione della carica leucocitaria nel latte. La maggiore dif-

ficoltà di gestione, quando il numero di prendicapezzoli per mungitore supera il limite di 6, si ripercuote negativamente sulla corretta individuazione del momento nel quale il latte cessa di defluire e, quindi, sulla tempestiva rimozione del prendicapezzoli. Da tutto ciò deriva la necessità di utilizzare un dispositivo di stacco automatico del prendicapezzoli. Mentre nel comparto bovino questa tecnologia è d'uso comune da molti anni, in quello ovino inizia solo ora a diffondersi. Stime recenti indicano che solo il 2-3% delle mungitrici utilizzano questo tipo di automatismo.

Le soluzioni tecniche adottate finora negli impianti di mungitura per piccoli ruminanti si basano in gran parte su dispositivi temporizzati, di concezione costruttiva relativamente semplice: l'operatore definisce preliminarmente la durata della mungitura e il prendicapezzoli si stacca al termine del tempo prestabilito, anche se la mammella non è stata vuotata completamente (fig. 8).

A questi si affiancano alcuni sistemi basati sul rilevamento del flusso di latte, analogamente a quelli utilizzati in campo bovino, che entrano in funzione quando la portata di latte scende sotto i 70 ml/min (fig. 9). Per le pecore lo stacco tiene conto dell'eventuale presenza di due picchi di emissione del latte (Pazzona A., Murgia L., 2003).

Una soluzione decisamente più economica rispetto allo stacco automatico è rappresentata dai sistemi d'interruzione automatica del vuoto. Questi dispositivi consentono, in caso di caduta dei prendicapezzoli o nelle fasi di applicazione e di rimozione degli stessi, l'immediata interruzione dell'ingresso d'aria atmosferica. In tal modo, al pari dello stacco automatico, si realizza una mungitura senza ingressi d'aria atmosferica e si riduce la portata della pompa per vuoto installata nell'impianto (fig. 10).

Diagnosi precoce della mastite

Anche per le pecore e per le capre è sempre più sentita l'esigenza di avere un'informazione attendibile sullo stato patologico delle mammelle al fine di effettuare la diagnosi precoce della mastite. Nel latte mastitico la concentrazione degli elettroliti è alterata come conseguenza del danno subito dalle cellule secretrici, e ciò provoca la variazione della conducibilità elettrica che risulta fortemente correlata col tenore in cellule somatiche. L'installazione di celle conduttimetriche nel collettore, in modo che il latte di ciascuna emimammella riempi una singola cella prima di potersi mescolare al latte dell'altra emimammella, consente il monitoraggio sanitario degli animali nel corso della mungitura. Se un'emimammella è infiammata, l'indicatore avvertirà con un anticipo di 48-72 ore prima che il latte presenti

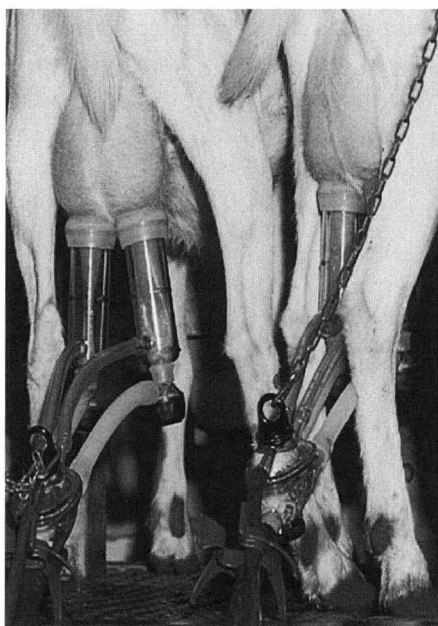


Fig. 7 Il vuoto risulta molto più stabile se il diametro interno del tubo corto del latte misura 10 mm in luogo di 8 mm

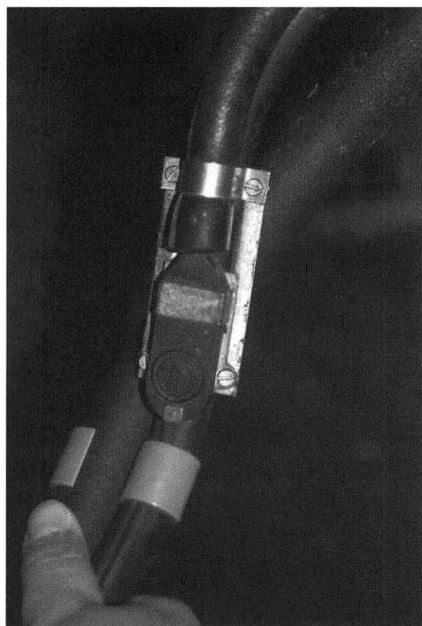


Fig. 8 Lo stacco "a tempo" si attiva premendo l'apposito pulsante



Fig. 9 Lo stacco "flusso" si attiva quando la portata di latte è inferiore a 70 ml/min

un'alterazione rilevabile con i controlli chimici di routine. Risulta dunque possibile effettuare terapie preventive ed evitare, in molti casi, trattamenti antibiotici.

Alcuni studi mostrano che questa tecnologia, già positivamente sperimentata nelle vacche (Landsbergen L.M. et al., 1994; Milner et al., 1996; Nielen et al., 1995), può essere trasferita ai piccoli ruminanti allo scopo di segnalare tempestivamente l'insorgenza di infezioni subcliniche (Le Du J., 1985; Pazzona A., Murgia L., 1993; Peris C. et al., 1991; Sanchez A. et al., 1999). Occorre precisare, tuttavia, che il monitoraggio sanitario automatico nel corso della mungitura necessita di ulteriori affinamenti a causa del maggior tenore in grasso del latte ovino che potrebbe, fra l'altro, ridurre l'efficienza del sensore del conduttimetro. Inoltre, la maggiore presenza di cellule nel periodo colostrale e nella fase finale della lattazione rappresenta un'ulteriore difficoltà per le finalità diagnostiche.

Appare evidente che la possibilità di utilizzare un sistema affidabile e di costo contenuto nel controllo delle infezioni mastitiche subcliniche, consentirebbe un enorme miglioramento delle caratteristiche qualitative del latte e aprirebbe nuove prospettive anche all'industria di trasformazione. È bene ricordare, infine, che le mastiti subcliniche sono da 15 a 40 volte più frequenti di quelle cliniche e sono molto più difficili da individuare (Sangiorgi F., 2000).

SOLUZIONI OPERATIVE

Vuoto di mungitura e pulsazione

Come è noto il livello del vuoto operativo è in grado di influenzare la mungitura. Un suo aumento accresce la velocità di deflusso del latte, ma può causare la congestione delle pareti del capezzolo e la formazione di edemi a causa della dilatazione dei capillari sanguigni. La caduta di vuoto che si verifica in concomitanza di un ingresso d'aria atmosferica risulta proporzionale al livello di vuoto presente nell'impianto. Inoltre, con l'innalzamento del vuoto di mungitura si verifica un corrispondente incremento della durata della fase 'a' del ciclo di pulsazione, in quanto aumenta la resistenza offerta dall'aria a essere estratta dalla camera di pulsazione (Murgia L., Pazzona A., 2001).

Prove sperimentali hanno evidenziato l'esistenza di una relazione di dipendenza ($r=0,82\%$) fra il vuoto di mungitura e il corrispondente numero di cellule somatiche. In particolare, operando con una pulsazione di 120 cicli/min, l'innalzamento di vuoto da 45 a 50 kPa ha determinato un incremento del tenore in cellule somatiche pari al 68% (Pazzona A., Murgia L., 1993).

Alla luce di quanto brevemente esposto, appare consigliabile adottare una mungitura poco aggressiva, più rispettosa della salute della mammella, a costo di prolungare leggermente il tempo di estrazione del latte. Come regola generale, per conseguire una mungitura più confortevole per l'animale, quando si utilizzano impianti con lattodotto in linea bassa è bene operare con:

- il vuoto di mungitura relativamente basso (40-42 kPa) sia per pecore che per capre;
- la frequenza di pulsazione di 150 cicli/min (180 cicli/min per mungitori esperti) associata a un rapporto del pulsatore del 50% per gli ovini. Per i caprini si devono utilizzare frequenze comprese fra 80 e 90 cicli/min abbinata a un rapporto del 60%. Nel caso, affatto raro, si mungano le pecore con una frequenza di soli 120 cicli/min si può adottare anche per questa specie il rapporto del 60%.

La norma UNI ISO 5707:2001 indica per le vacche un limite minimo del 30% per la fase 'b' (mungitura) e del 15% per la fase 'd' (massaggio); quest'ultimo valore rappresenta la soglia al di sotto del quale si verifica un considerevole aumento dello spessore del capezzolo, fattore predisponente a nuove infezioni (Hamann J., Mein G.A. 1996). Allo stato attuale non esistono indicazioni sulla durata minima delle diverse fasi nella mungitura degli ovini, ma considerata la sensibilità maggiore dei tessuti di tale specie rispetto alle vacche, i risultati ottenuti su queste ultime sono con alta probabilità validi anche per i piccoli ruminanti (Eitam M., Hamann J. 1993).

Da considerare, inoltre, anche le fasi intermedie 'a' e 'c', ossia le fasi di incremento e di decremento di vuoto, la cui durata, a parità di rapporto, condiziona le fasi di mungitura e massaggio. L'ampiezza di tali fasi è funzione diretta delle dimensioni della camera di pulsazione e della lunghezza delle tubazioni di raccordo fra pulsatore e prendicapezzoli (Murgia L., Pazzona A., 2001). Questo aspetto è particolarmente importante nel caso degli impianti per ovini in cui ciascun gruppo di mungitura può servire da uno a quattro stalli, richiedendo il montaggio di tubi di pulsazione con una lunghezza che può andare da 100 a 250 cm. Come indicazione generale le fasi intermedie devono essere contenute (circa 15-20% della durata del ciclo) per non erodere le fasi attive di mungitura e massaggio, senza per questo ridurle eccessivamente (Gourreau J.M., 1995). Infatti, una fase 'c' troppo breve comporta una brusca caduta di vuoto nella guaina e quindi scarsa stabilità del vuoto sotto il capezzolo, uno dei principali fattori nella comparsa di mastiti e di tassi di cellule somatiche elevati (fig. 11).

Pertanto, ai fini di una pulsazione appropriata, è necessario tener conto di tutti quei fattori che concorrono a determinare le prestazioni di un pulsato-

re, valutando nell'insieme l'effetto esplicato sia dai parametri operativi dell'impianto che da quelli dimensionali delle tubazioni. Ad esempio, la combinazione dei parametri che concorrono a prolungare la fase 'a', ossia vuoto elevato, diametri ridotti, e lunghezze elevate, quando si associa a un'alta frequenza di pulsazione e a un rapporto del pulsatore del 50%, può portare a ridurre eccessivamente la durata della fase 'b', allungando i tempi di mungitura e riducendo la quantità di latte rimossa per ogni ciclo di pulsazione.

Analogamente una fase 'c' prolungata, determinata da vuoto elevato e da diametro e lunghezza ampi, associata ad alte frequenze e a un rapporto del 60%, comporta una forte riduzione della fase di massaggio, fattore predisponente a una maggiore probabilità di danni all'apparato mammario (Hamann, 1996).

Riserva utile del vuoto

La riserva utile del vuoto costituisce un elemento basilare per il corretto funzionamento della mungitrice. Nel caso di riserva utile inadeguata i tempi di mungitura si allungano, le fluttuazioni del vuoto aumentano e i gruppi cadono con maggiore frequenza.

Come è noto, il calcolo della riserva utile viene effettuato in funzione del numero di prendicapezzoli e, di conseguenza, del numero di mungitori, con un rapporto ottimale di 6 gruppi/mungitore. Pertanto, in un impianto dotato di 24 prendicapezzoli la riserva di vuoto (circa 60 l/min per gruppo) serve per compensare gli ingressi d'aria derivanti dalla contemporanea manipolazione di 4 prendicapezzoli. Non di rado, tuttavia, in particolare in corrispondenza del fine settimana, si aggiungono uno o più mungitori che rendono insufficiente la riserva di vuoto. Dai primi risultati di uno studio ancora in corso (Pazzona A., Murgia L., Caria M., 2004) è emerso che ciascun mungitore determina un ingresso d'aria compreso fra 150-200 l/min.

Un altro problema è rappresentato dall'eccesso di riserva utile, ad esempio 120-150 l/min per gruppo, la quale incrementa i consumi di energia elettrica e non migliora la stabilità del vuoto. In molti casi, invece, peggiora il diagramma di pulsazione riducendo la fase 'a': la guaina si apre bruscamente e può provocare un ritorno di latte dal tubo corto verso il capezzolo.

Flusso incrociato

Il frequente scivolamento della guaina durante la mungitura è un fenomeno da individuare con prontezza perché comporta l'ingresso di elevate quantità d'aria che, a loro volta, creano le condizioni per il verificarsi del cosiddetto

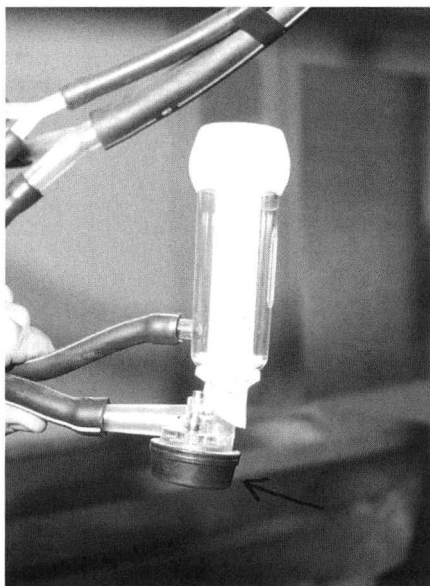


Fig. 10 Il dispositivo d'interruzione automatica del vuoto può essere installato anche su gruppi che originariamente ne sono privi

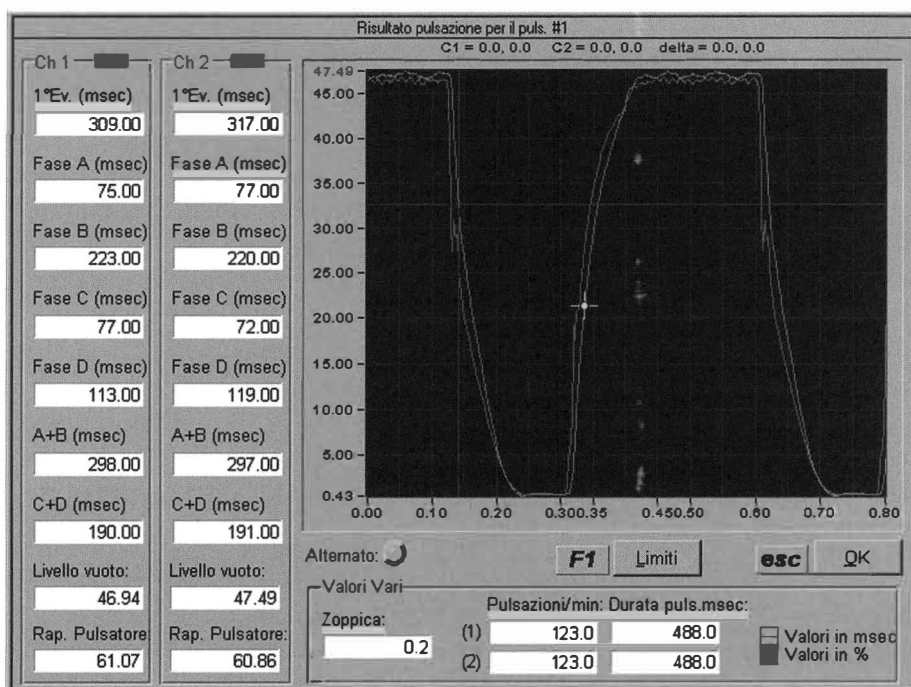


Fig. 11 La durata della fase 'c' non deve essere inferiore al 12-13% dell'intero ciclo di pulsazione. Nel caso in esame la fase 'c' incide per il 15,7% (77/488 ms)

flusso incrociato o impatto. Quest'ultimo si produce a partire dal latte estratto da un capezzolo e passato, attraverso il collettore, verso il capezzolo opposto. Il latte è trasportato a gran velocità da una corrente d'aria atmosferica che s'infiltra dalla testa dell'imboccatura alla guaina allorquando il capezzolo non occupa più la totalità del diametro dell'imboccatura stessa (fig. 12).

Si verifica in tal modo un violento impatto fra il latte, eventualmente contaminato, e il canale del capezzolo che può generare la profonda penetrazione dei germi nell'organo mammario e la creazione di una lesione, tanto a livello del canale che dei suoi annessi. Il fenomeno del flusso incrociato può essere causato dai seguenti fattori: guaine con corpo largo e imboccatura stretta; insufficiente evacuazione del latte nel prendicapezzoli; gruppo mungitore troppo pesante e/o vuoto insufficiente; errata rimozione del prendicapezzoli; sgocciolatura meccanica; fluttuazioni del vuoto.

Studi condotti sulle pecore (Le Du J. et al., 1989) mostrano che, praticando sistematicamente un ingresso d'aria attraverso l'imboccatura della guaina destra di una mammella sana e ben equilibrata, al termine della quarta settimana di prova il conteggio delle cellule somatiche della emimammella sinistra subisce un incremento del 77%. Ovviamente, il rischio della contaminazione incrociata è più elevato nei prendicapezzoli che utilizzano tubi corti del latte di maggior diametro; in questo caso la soluzione ideale è quella di dotare il gruppo di un sistema d'interruzione automatica del vuoto.

Flusso inverso

Un altro fattore estremamente pericoloso per la salute della mammella è il ritorno del latte appena munto verso il capezzolo, il fenomeno viene denominato *flusso inverso*. Il latte, pertanto, diviene portatore di tutti i germi eventualmente presenti nel prendicapezzoli. Il flusso inverso si osserva sempre in concomitanza di forti ingressi d'aria, associati spesso alla brusca rimozione del prendicapezzoli, e in presenza di ingorghi di latte. Il fenomeno è generato dal movimento di apertura delle pareti della guaina che provoca una forte depressione localizzata in prossimità della punta del capezzolo. Il gradiente di pressione che si realizza in queste condizioni richiama le goccioline di latte presenti sulle pareti della guaina, del tubo corto del latte e del collettore, facendo loro effettuare un percorso inverso, cioè dal basso verso l'alto. Si arriva così alla situazione in cui il vuoto nella mammella risulta più elevato rispetto a quello esistente all'esterno della mammella stessa; in queste condizioni il latte può essere aspirato attraverso il capezzolo. Il flusso inverso si può evitare, o

perlomeno limitare, ottimizzando tutti quei componenti che riducono le fluttuazioni di vuoto (regolatore del vuoto, diametro condutture, ecc.) e che facilitano il deflusso del latte (diametro tubi, disegno collettore, ecc.).

Tecnica di mungitura

L'attacco del gruppo è necessario che avvenga contemporaneamente per i due capezzoli al fine di ridurre il tempo di esecuzione e gli ingressi d'aria atmosferica (fig. 13). Il vuoto all'interno della guaina si crea agendo sull'apposita valvola posta sul collettore; contemporaneamente, se il gruppo non è dotato di un dispositivo d'interruzione automatica del vuoto, è buona normaappare col pollice l'imboccatura della guaina per limitare gli ingressi d'aria. Questa precauzione assicura, all'atto dell'inserimento del prendicapezzoli, la buona aderenza di tutto il gruppo per effetto del tenore di vuoto presente all'interno del sistema. Si deve badare a non torcere i capezzoli, in particolare nella mungitura dei caprini, perché potrebbe causare la chiusura più o meno completa del canale papillare. Ingressi d'aria eccessivi durante l'attacco dei prendicapezzoli influiscono negativamente sulla stabilità del vuoto all'interno della condotta del latte. Variazioni di vuoto superiori a 2 kPa causano il rallentamento della mungitura e più frequenti scivolamenti e cadute dei prendicapezzoli a causa del minore livello di vuoto nel collettore.

Per il corretto attacco del prendicapezzoli riveste un ruolo di grande importanza la conformazione della mammella, che varia notevolmente fra le razze e fra gli individui della stessa razza. Per semplificare l'applicazione del gruppo a mammelle con capezzoli alti o orizzontali si può utilizzare il reggimammella (fig. 14). Il supporto meccanico è costituito da un braccio, che scorre su una rotaia, e da una sella che si applica alla base della mammella. L'attrezzatura, inoltre, mantiene in posizione perfettamente orizzontale il collettore ottimizzando le caratteristiche idrodinamiche nell'evacuazione del latte.

Quando l'operatore si rende conto che il flusso del latte si è interrotto deve provvedere tempestivamente alla rimozione del gruppo agendo sull'apposita valvola d'interruzione del vuoto. In caso contrario si incorre nella sovrampungitura con grave pregiudizio per la salute della mammella; infatti, in queste condizioni è possibile che si verifichino lesioni interne all'epitelio del capezzolo a causa della comparsa del vuoto intramammario. Il gruppo deve essere rimosso agendo sul sistema di chiusura del vuoto sul collettore, un istante prima dello stacco dei cannelli. In molti casi, invece, la rimozione avviene quando il vuoto è ancora presente nel collettore e ciò determina il verificarsi del flusso incrociato.

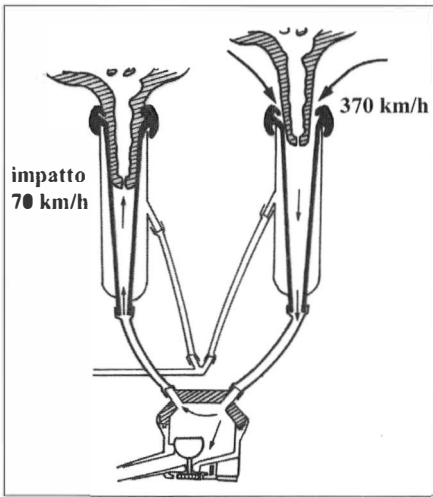


Fig. 12 Il flusso incrociato o impatto si produce a partire dal latte estratto da un capezzolo, attraverso il collettore, verso il capezzolo opposto



Fig. 13 Per ridurre gli ingressi d'aria è bene effettuare l'attacco del gruppo contemporaneamente per i due capezzoli



Fig. 14 Per facilitare l'attacco del prendica-
pezzoli a mammelle morfologicamente poco
idonee alla mungitura meccanica si può uti-
lizzare il reggimammelle

Assistenza e manutenzione

Il fatto stesso che l'impianto si metta in moto e continui a estrarre il latte dalla mammella è per molti presunta garanzia del suo corretto funzionamento. Purtroppo non è così. La mungitrice, infatti, pur con difetti dovuti al non regolare funzionamento dei suoi componenti, è in grado di mungere in modo apparentemente normale. Gli effetti delle prestazioni difettose della macchina (minori produzioni, contrazione della durata della lattazione, insorgenza di mastiti) non tardano, però, a manifestarsi e quando questo avviene il danno è già stato provocato. Da ciò l'importanza di seguire scrupolosamente un programma di manutenzione partendo dal presupposto che nessun intervento può essere trascurato senza correre il rischio di alterare il normale funzionamento dell'impianto.

Il mungitore deve predisporre una tabella, da tenere bene in vista, con lo scadenziario delle manutenzioni ordinarie e straordinarie. Come principio generale si può affermare che qualche minuto al giorno e una modesta spesa assicurano un'elevata produttività della manodopera, perché si evitano interruzioni di lavoro per porre rimedio ai guasti e si assicura il mantenimento nel tempo del capitale macchina. Per comprendere appieno l'importanza di effettuare semplici interventi di manutenzione, come ad esempio quello di mantenere pulito il sistema di regolazione del vuoto, si deve ricordare che nel regolatore di un impianto con 12 gruppi prendicapezzoli entrano circa 900 l/min d'aria, pari a 54 m^3 all'ora. Il pulviscolo presente nell'aria delle sale di mungitura è mediamente di $0,01\text{-}0,02 \text{ g/m}^3$ e può arrivare a $0,04 \text{ g/m}^3$ quando si utilizzano mangimi sfarinati. Nei filtri del regolatore, ipotizzando che l'impianto lavori 5 ore/die, si raccolgono in un mese circa 120 g di pulviscolo; se si utilizzano farine alimentari si possono superare i 300 g/die di pulviscolo (fig. 15).

Il controllo periodico delle prestazioni della mungitrice, attraverso un protocollo standardizzato, costituisce una premessa irrinunciabile per assicurare l'efficacia del servizio assistenza e per programmare gli interventi di manutenzione. I controlli sulle caratteristiche costruttive e funzionali degli impianti di mungitura sono ormai effettuati in tutti i Paesi a tecnologia avanzata e anche in Italia, fin dal 1971, l'AIA (Associazione Italiana Allevatori) ha istituito un apposito servizio per il controllo in azienda delle macchine mungitrici. Tale servizio, indicato con la sigla SCM, tramite le APA (Associazioni Provinciali Allevatori) opera praticamente su tutto il territorio nazionale e può contare su oltre 150 tecnici specializzati. Le Regioni finanziano in parte questo servizio mentre la quota restante viene coperta dagli allevatori che ne beneficiano.

In tempi più recenti anche l'ERSAT Sardegna, nell'ambito di un pro-

gramma di assistenza globale al comparto ovi-caprino, ha attivato uno specifico servizio per il controllo delle caratteristiche costruttive e operative degli impianti di mungitura. L'ERSAT cura anche la formazione professionale del mungitore che, in molti casi, si trova a dover usare l'impianto senza possedere le più elementari conoscenze sul principio di funzionamento della macchina e sugli interventi routinari di manutenzione.

Elemento qualificante del servizio controllo mungitrici è il *Centro prove Conferme Metrologiche* che dalla fine del 2003 opera, presso il laboratorio AIA di Fiumicino, con la certificazione UNI ISO 9001:2000. Il Centro, unico in Europa, rappresenta il completamento della filiera SCM in quanto permette di effettuare tarature sugli strumenti utilizzati dai tecnici per il controllo delle macchine mungitrici (flussometri, pulsografi, vacuometri, bilance e termometri). Il Centro è costituito da un piccolo ma completo impianto di mungitura, da un inverter e da una serie di sensori ad alta precisione (fig. 16). Il cuore dell'installazione è costituito dal cosiddetto "V-Cone", vale a dire da un tubo di Venturi rovesciato, mediante il quale è possibile misurare flussi d'aria fino a 5.500 l/min con la massima precisione.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nel settore dei piccoli ruminanti, a differenza di quanto si riscontra in quello bovino, le tecnologie presenti negli impianti di mungitura sono ancora molto recenti e, quindi, non completamente sviluppate dalle industrie del comparto. Per dare una risposta concreta alle crescenti richieste da parte dei produttori, l'evoluzione in questo settore necessita in qualche caso di trasformazioni radicali delle soluzioni esistenti, mentre in altri casi il semplice perfezionamento di alcuni componenti di sistemi già applicati negli impianti per bovini. Le crescenti dimensioni produttive delle aziende zootecniche ovine, giustificano, anche economicamente, la ricerca di tecnologie più sofisticate che consentano un modello produttivo meno intensivo in termini di manodopera, più efficiente nella gestione del gregge e un'attenzione crescente alla tutela del benessere animale e della qualità del latte.



Fig. 15 L'accumulo di sporcizia all'interno della valvola di regolazione del vuoto ne pregiudica il corretto funzionamento

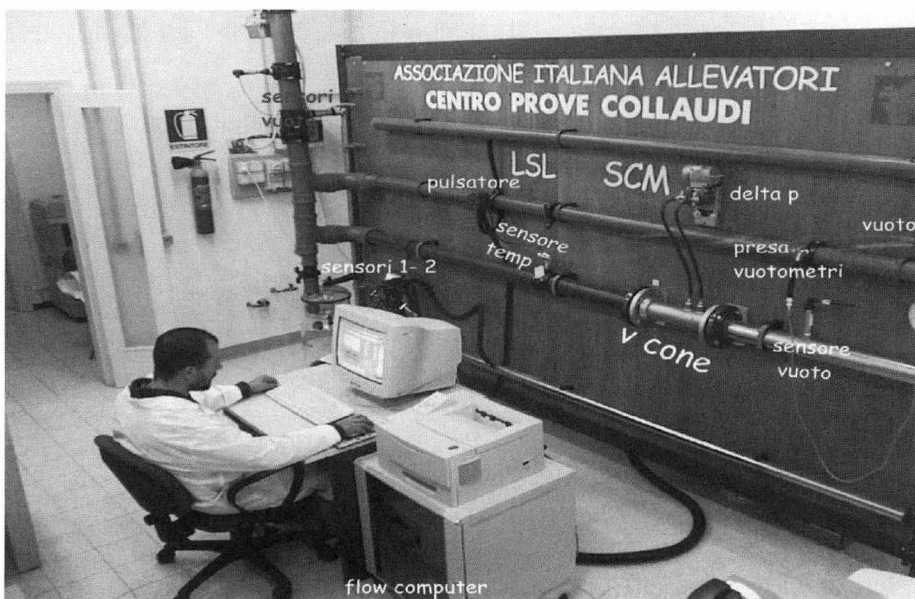


Fig. 16 Il Centro prove Conferme Metrologiche, certificato UNI ISO 9001:2000, opera presso il laboratorio AIA di Fiumicino

RIASSUNTO

Nello studio si analizzano i principali aspetti impiantistici, tecnologici e operativi che possono influenzare la qualità del latte e il benessere animale nel corso della mungitura. Dopo aver descritto le caratteristiche costruttive e le prestazioni dei circa 5.000 impianti di mungitura installati in Sardegna, si discutono gli effetti delle diverse soluzioni tecnologiche (stacco automatico dei gruppi, sensori per la diagnosi della mastite) e dei parametri operativi (pulsazioni, tecnica di mungitura) sulla qualità del latte e sul benessere animale.

SUMMARY

In this study the authors analyze the main operational and technical aspects of mechanical milking that may affect the quality of milk and the animal welfare. Design data and performances of about 5,000 milking systems installed in Sardinia region are described, and the effects of different technological solutions (automatic cluster removal, mastitis sensors) and milking parameters (pulsation settings, milking routine) on milk quality and animal welfare are discussed.

BIBLIOGRAFIA

- BRAMLEY A.J. (1992): *Mastitis and machine milking*, in *Machine milking and lactation*, edited by Bramley A.J. et al., Insight Books, Vermont (USA), pp. 342-373.
- EITAM M., LEBOVICH H. (1993): *Rotary milking parlour performance in small ruminants*, 5th International Symposium on machine milking of small ruminants, Budapest (Hungary), may 14-20, pp. 349-352.
- EITAM M., HAMMAN J. (1993): *Relevance of machine-induced teat tissue reactions in cows for improvement of machine milking in small ruminants*, 5th International Symposium on machine milking of small ruminants, Budapest (Hungary), may 14-20, pp. 401-408.
- GOURREAU J.M. (1995): *Accidents et maladies du trayon*, Edition France Agricole, Paris, France.
- HAMANN J., MEIN G.A. (1996): *Teat thickness changes may provide biological test for effective pulsation*, «J. Dairy Research», 63, pp. 179-189.
- IDDA L. (1995): *Agroalimentare in Sardegna. Struttura, competitività e decisioni imprenditoriali*, Quaderno Cnr, P.F. RAISA, sottoprogetto 1.
- LANDSBERGEN L.M. ET AL. (1994): *Evaluation of a prototype on-line electrical conductivity system for detection of subclinical mastitis*, «J. Dairy Science», 77(4), pp. 1132-1140.
- LE DU J. (1985): *Paramètres de fonctionnement affectant l'efficacité des machines à traiter pour brebis*, 36ème Réunion Annuelle de la Fédération Européenne de Zootechnie, Kallithea Grèce, 30 sept-3 oct. 1985.
- LE DU J. ET AL. (1989): *Effets d'une entrée d'air par l'embouchure d'un des manchons*

- trayeurs pendant la traite des brebis*, 4th International Symposium on machine milking of small ruminants, Tel-Aviv (Israel), september 13-19, pp. 324-332.
- MILNER P., PAGE L., WALTON A. W., HILLERTON J. E. (1996): *Detection of clinical mastitis by changes in electrical conductivity of foremilk before visible changes in milk*, «J Dairy Science», 79, pp. 83-86.
- MURGIA L., PAZZONA A. (2001): *Influenza di alcuni parametri dimensionali e operativi dell'impianto di mungitura sulla dinamica della curva di pulsazione*, VII Convegno Nazionale di Ingegneria Agraria, Vieste (Fg), 11-14 settembre 2001.
- NIELEN M. ET AL. (1995): *Detection of subclínica mastitis from on-line parlour data*, «J Dairy Science», 78(5), pp. 1039-1049.
- PAZZONA A., PASCHINO F. (1985): *Analyse et comparaison de différents manchons dans la traite mécanique des brebis*, 36ème Réunion Annuelle de la Fédération Européenne de Zootechnie, Kallithea (Grèce), 30 septembre-3 octobre, 1985, pp. 1-11.
- PAZZONA A., PASCHINO F. (1986): *Etude des principaux facteurs conditionnant la productivité du travail dans la traite mécanique des ovins*, Symposium International sur le Génie Rural, Pretoria (Afrique du Sud) 20-24 janvier, II, pp. 136-143.
- PAZZONA A., MURGIA L. (1993): *Effetto del vuoto di mungitura e delle frequenze di pulsazione sulla carica leucocitaria del latte di pecora*, «L'Informatore Agrario», 42, pp. 43-46.
- PAZZONA A., MURGIA L. (1996): *Mungitura ovini: sistema innovativo Fisiomilk*, «Macchine & Motori Agricoli», 9, pp. 43-47.
- PAZZONA A., MURGIA L. (1999): *Caractéristiques constructives et du fonctionnement des installations de traite des ovins installées en Sardaigne*, 6th International Symposium on the Milking of Small Ruminants, Athens (Greece), pp. 170-175.
- PAZZONA A. ET AL. (1999): *Impianti di mungitura e di refrigerazione del latte nell'allevamento ovino e caprino. Dimensionamento, costruzione e prestazioni*, ERSAT, Cagliari, pp. 1-178.
- PAZZONA A., MURGIA L. (2001): *Valutazione delle prestazioni dei gruppi di mungitura per gli ovini*, VII Convegno Nazionale di Ingegneria Agraria, Vieste (Fg), 11-14 settembre 2001.
- PAZZONA A., MURGIA L., CARIA A. (2003): *Stato attuale degli impianti per la mungitura di ovini e caprini*, «Informatore Zootecnico», Supplemento al n.12, pp. 42-50.
- PAZZONA A., MURGIA L. (2003): *L'innovazione tecnologica negli impianti per la mungitura degli ovini e dei caprini*, «Mondo Macchina», 10-11, pp. 78-82.
- PAZZONA A., MURGIA L. (2004): *La regolazione del vuoto negli impianti di mungitura: prestazioni operative di sistemi meccanici servoassistiti*, Studio in corso di pubblicazione.
- PAZZONA A., MURGIA L., CARIA M. (2004): *Misura sperimentale della riserva utile del vuoto nella mungitura degli ovini*, Studio in corso di realizzazione.
- PERIS ET AL. (1991): *Variation in somatic cell count, Californian mastitis test and electrical conductivity among various fractions of ewe's milk*, «J Dairy Science», 74(5), pp. 1553-1560.
- PERIS ET AL. (1993): *Effect of variable traction on the teat-cup during machine milking of ewes*, 5th International Symposium on Machine Milking of Small Ruminants, Budapest (Hungary), may 14-20, pp. 385-400.

- PIRAS M., SALARIS S., RUDA G. (2001): *Nuove soluzioni per la mungitura meccanica degli ovini*, «L'Informatore Agrario», 42, pp. 109-112.
- SANCHEZ A., CORRALES J.C., LUENGO C., CONTRERAS A. (1999): *Intramammary pathogens and somatic cell counts in dairy goats*, 6th International Symposium on the Milking of Small Ruminants, Athens (Greece), pp. 124-129.
- SANGIORGI F. (2000): *Impianti per la mungitura meccanica delle vacche*, «L'Informatore Agrario», Supplemento al n. 39.
- SERRA F., NATALE M. (2003): *Impianti di mungitura meccanica e qualità del latte nelle aziende ovine seguite dal P.A.T.*, Giornata di Studio "La mungitura meccanica degli ovini e dei caprini. Stato attuale degli impianti e utilizzo di nuove tecnologie", Alghero (SS), 11 luglio 2003.

MARINO CONTU*, ANTONIO CARIA**

L'assistenza tecnica al servizio dell'innovazione per il miglioramento delle caratteristiche del latte

L'ORGANIZZAZIONE E LE ATTIVITÀ

L'Associazione Regionale Allevatori della Sardegna (ARAS) ha tra i suoi compiti la responsabilità della gestione operativa, su incarico della Regione Autonoma della Sardegna, del Piano di Assistenza Tecnica in Zootecnia (PAT) e del Laboratorio regionale di analisi del latte.

In figura 1 si riporta un quadro riassuntivo delle principali attività tecniche svolte dall'Associazione.

I protocolli operativi attraverso i quali l'ARAS fornisce consulenza alle aziende che aderiscono al PAT possono essere sinteticamente riassunti nel modo seguente.

- protocolli operativi dell'assistenza tecnica standard;
- miglioramento della qualità latte (agronomo e veterinario);
- consulenza agronomica (agronomo);
- alimentazione (agronomo);
- gestione aziendale (agronomo);
- assistenza tecnica alle aziende in regime biologico (agronomo e veterinario);
- consulenza sanitaria (veterinario);
- assistenza tecnica veterinaria (veterinario);
- raccolta, elaborazione e restituzione dati per le aziende zootecniche, i tecnici, l'ARAS e l'assessorato dell'agricoltura (agronomo e veterinario);
- informazioni per una corretta tenuta da parte degli allevatori dei registri aziendali (agronomo e veterinario); – informazioni sulla legislazione della

* *Direttore ARAS*

** *Direttore Laboratorio ARAS*

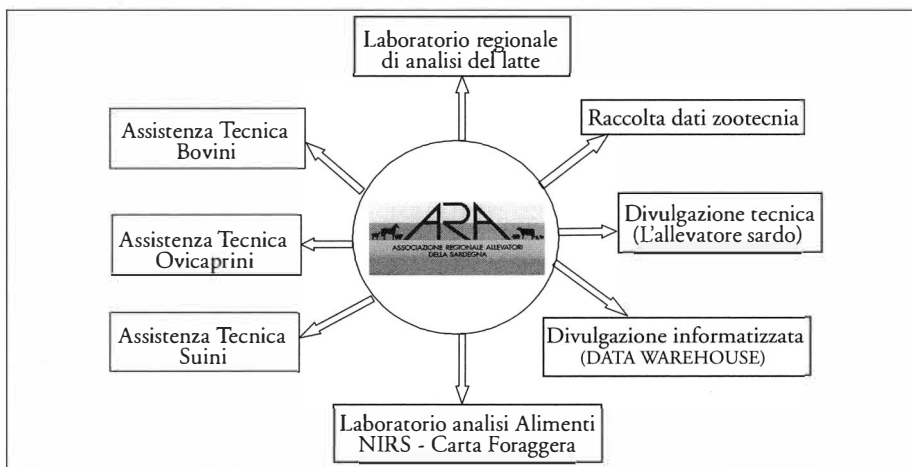


Fig. 1 Le attività dell'ARAS

UE in campo zootecnico (agronomo e veterinario); – informazioni sui premi comunitari della UE a favore del settore zootecnico (agronomo).

Lo staff tecnico dell'ARAS è costituito da agronomi e veterinari che lavorano in equipe, esso svolge le proprie attività in allevamenti di bovini da latte, di bovini rustici e da carne, di ovini e caprini da latte e di suini.

La tabella 1 mostra, nel confronto con il dato complessivo regionale ricavato dal censimento dell'Agricoltura del 2000, il numero di allevamenti e i relativi capi seguiti.

I tecnici impegnati in campo sono complessivamente 233 suddivisi rispetto a professione e settore d'intervento come riportato nella tabella 2.

Il laboratorio di analisi del latte si avvale di un organico composito che viene descritto in tabella 3.

Inoltre l'ARAS svolge un'azione di coordinamento tecnico delle Associazioni Provinciali Allevatori (APA) che si occupano della gestione dei libri genealogici e dei controlli funzionali dei capi in selezione. Complessivamente l'organico delle 4 APA sarde è di 127 unità. In quest'ambito sta per partire il progetto di identificazione elettronica dei 250.000 capi ovicaprini iscritti.

Oltre al lavoro di campo, fra le attività svolte, si effettua una continua raccolta informazioni e di dati:

- 1) rilevamento dei dati sanitari dei greggi ovicaprini (VET);
- 2) rilevamento periodico dei dati strutturali e organizzativi delle aziende (AZTEC – Dati strutturali);

	PAT		SARDEGNA		INCIDENZA %	
	Aziende n.	Capi n.	Aziende n.	Capi n.	Aziende %	Capi %
Ovini (pecore)	4.622	1.253.036	14.431	2.541.530	32,03%	49,30%
Caprini (capre)	214	53.698	3.198	181.039	6,69%	29,66%
Bovini latte (vacche)	347	23.166	1.193	33.243	29,09%	69,69%
Bovini carne e rustici (vacche)	123	3.183	7.492	215.920	1,64%	1,47%
Suini (scrofe)	112	9.372	9.592	56.265	1,17%	16,66%

Tab. 1 *Confronto tra il patrimonio zootecnico sardo e le aziende seguite nell'ambito del PAT*

Agronomi	Ovini-caprini	97	115
	Bovini	17	
	Suini	1	
Veterinari	Ovini-caprini	102	118
	Bovini	13	
	Suini	3	

Tab. 2 *Lo staff tecnico del PAT*

Biologi e microbiologi	8
Periti chimici e tecnici di laboratorio	13
Periti e tecnici agrari e informatici	6
Autisti fattorini addetti al trasporto dei campioni	6
Amministrativi e ausiliari	2
<i>Totale Impiegati</i>	<i>35</i>

Tab. 3 *Lo staff del laboratorio regionale di analisi del latte*

- 3) monitoraggio delle attività svolte dai tecnici di campagna (Aztec –Visite aziendali);
- 4) dati relativi alla qualità del latte nei settori ovino, caprino, bovino e bufalino;
- 5) dati relativi alle analisi (NIRS: Near InfraRed Spettroscopy) di alimenti erbe-fieni-mangimi semplici;
- 6) dati relativi alle analisi effettuate nell'ambito del progetto "Carta Foraggera";
- 7) rilevamento aspetti demografici del gregge e dati strutturali ed economici delle aziende ovine (PERSEO).

Un aspetto innovativo nella gestione dei dati raccolti riguarda la possibilità di fruizione rapida di elaborazioni e di informazioni. I dati raccolti dai tecnici del PAT confluiscono nel DATA WAREHOUSE, strumento per l'elaborazione e la sintesi che consente a qualsiasi utente di ottenere l'output deside-

rato con le più svariate modalità di stratificazione. Ha ovviamente bisogno di una continua alimentazione con dati di base.

Rispetto al passato i dati sono disponibili in tempo reale e consentono agli allevatori e ai tecnici un intervento immediato sugli animali, sul prodotto e sulla gestione dell'allevamento.

Il modello informativo adottato consente anche ad altre istituzioni (ASL, Caseifici, Università, Centri di Ricerca, Enti locali e Consumatori) l'accesso rapido alle informazioni. Il sistema informativo dell'Associazione è stato concepito per consentire lo studio del settore, la programmazione economica e politica, la valutazione di interventi operativi nel territorio. I dati e le relative elaborazioni sono già oggi disponibili collegandosi al sito dell'ARAS: <http://www.ara.sardegna.it>. Altra fonte di informazione per gli utenti ARAS e per il mondo zootecnico sardo è il giornale, che riporta articoli tecnico-divulgativi, «L'Allevatore Sardo» edito in 6.000 copie trimestrali.

LA QUALITÀ DEL LATTE IN SARDEGNA

Tra le attività del Piano il miglioramento delle caratteristiche merceologiche e qualitative del latte ovino è stato l'argomento quotidiano con cui i tecnici del PAT hanno dovuto e saputo confrontarsi con gli allevatori e con le aziende di trasformazione. La qualità è stata intesa nella sua accezione più ampia e pertanto, come il pre-requisito fondamentale che un alimento deve possedere per presentarsi ben accetto dal mercato e dai consumatori.

Gli interventi dei tecnici in allevamento hanno permesso d'informare l'allevatore delle disposizioni legislative imposte dalla normativa nazionale e comunitaria in materia di produzioni lattiero-casearie e sono stati modulati in base alle diverse realtà esistenti in Sardegna per consentire, dove possibile, l'introduzione di tecnologie innovative.

Nelle aziende di trasformazione i tecnici hanno collaborato allo studio dei sistemi di pagamento del latte a qualità che, laddove sono stati adottati, hanno contribuito in modo sostanziale al miglioramento della qualità del latte, soprattutto per quel che riguarda la carica microbica totale.

Le tabelle 4, 5 e 6 descrivono la qualità del latte vaccino, ovino e caprino degli ultimi anni in Sardegna.

Nel passare a esaminare quanto l'Assistenza Tecnica sta facendo al servizio dell'innovazione per il miglioramento delle caratteristiche del latte, si ricorda che l'allevamento da latte preponderante in Sardegna è quello ovino e che il latte prodotto negli allevamenti sardi è quasi esclusivamente destinato alla trasformazione casearia. I dati relativi alla sua composizione chimica mo-

ANNO	GRASSO g/100 g	PROTEINE g/100 g	LATTOSIO g/100 g	CELLULE SOMATICHE /1000 cell/ml	INDICE CRIOSCOPICO °H	CARICA BATTERICA /1000 UFC/ml	pH	UREA mg/dl	n. CAMPIONI
2004	3,67	3,33	4,82	424	0,543	529	6,74	25,00	12.988
2003	3,58	3,31	4,81	452	0,542	501	6,74	24,30	13.922
2002	3,55	3,33	4,79	457	0,542	652	6,75	25,53	15.250
2001	3,57	3,31	4,76	462	0,542	589	6,75	24,09	16.618
2000	3,58	3,28	4,76	433	0,543	494	6,73	26,02	16.686

Tab. 4 *Media annua dei principali parametri qualitativi del latte vaccino. Fonte: Archivi Laboratorio ARAS, aggiornato al 31 dicembre 2004*

ANNO	GRASSO g/100 g	PROTEINE g/100 g	LATTOSIO g/100 g	CELLULE SOMATICHE /1000 cell/ml	INDICE CRIOSCOPICO °H	CARICA BATTERICA /1000 UFC/ml	pH	UREA mg/dl	n. CAMPIONI
2003/2004	6,64	5,85	4,90	1861	0,582	3.946	6,70	46,08	123.019
2002/2003	6,68	5,81	4,87	1827	0,581	3.597	6,70	37,53	120.483
2001/2002	6,48	5,76	4,78	1716	0,581	3.681	6,73	43,90	119.016
2000/2001	6,80	5,85	4,78	1707	0,582	3.433	6,73	37,39	129.896
1999/2000	6,69	5,82	4,77	1756	0,581	3.390	6,72		124.080

Tab. 5 *Media annua dei principali parametri qualitativi del latte ovino. Fonte: Archivi Laboratorio ARAS, aggiornato al 30 settembre 2004*

ANNO	GRASSO g/100 g	PROTEINE g/100 g	LATTOSIO g/100 g	CELLULE SOMATICHE /1000 cell/ml	INDICE CRIOSCOPICO °H	CARICA BATTERICA /1000 UFC/ml	pH	n. CAMPIONI
2003/2004	5,00	4,12	4,92	1960	0,569	3.486	6,69	8.855
2002/2003	5,08	4,07	4,90	1922	0,570	3.377	6,69	7.527
2001/2002	4,95	4,13	4,87	1782	0,569	3.701	6,71	7.339
2000/2001	5,03	4,17	4,78	1767	0,569	3.095	6,70	6.694
1999/2000	5,15	4,15	4,74	2024	0,568	3.460	6,70	5.722

Tab. 6 *Media annua dei principali parametri qualitativi del latte caprino. Fonte: Archivi Laboratorio ARAS, aggiornato al 30 settembre 2004*

strano che si tratta di latte piuttosto ricco in materia utile. Su circa 120.000 campioni analizzati, nel 2003, si ha un valore medio di materia grassa pari a 6,69% e un tasso medio in proteine di 5,82%.

Per la qualità batteriologica del latte, il parametro di riferimento è la microflora totale, il cui valore dipende fondamentalmente dalle condizioni in cui si attua la mungitura e la conservazione. Questo parametro è senza dubbio quello che ha subito la migliore evoluzione nel corso degli anni, grazie

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
aziende	339	360	288	287	484	556	533
su totale	23,96%	24,64%	29,15%	30,02%	38,60%	44,69%	38,26%

Tab. 7 *Numero di sale di mungitura e percentuale sul campione annualmente rilevato*

anche all'attività di assistenza tecnica e per effetto della normativa che ha fissato limiti espliciti (DPR 54/97). Si è passati da un valore medio aritmetico di 7.206.000 batteri/ml (18.732 campioni) del 1986, a 3.593.000 del 2003.

Questo valore può apparire fuori norma ma solo da un punto di vista numerico, la media geometrica relativa alle analisi effettuate nell'arco di 2 mesi, mediata a sua volta per l'intera annata, è certamente inferiore al valore su riportato e sicuramente in moltissimi casi al di sotto della soglia massima di 1.500.000 batteri.

Nel corso degli anni l'andamento della carica microbica è migliorato di pari passo con il miglioramento delle dotazioni strutturali e infrastrutturali delle aziende e dell'organizzazione della filiera ovi-caprina in termini di condizioni di mungitura e conservazione del latte come mostrato nella tabella 7 con riferimento al campione di aziende monitorate nell'ambito del programma PERSEO.

Non è stata altrettanto incisiva l'azione posta in essere per quel che riguarda l'evoluzione del contenuto in cellule somatiche (CCS) e si può affermare che nel corso degli anni l'andamento dei valori si è mantenuto pressoché costante, con un trend in leggero aumento, fatto che desta una certa preoccupazione. È opportuno precisare che, contrariamente al caso del latte vaccino, non esistono limiti di legge per questo parametro.

La causa principale di aumento del CCS è da attribuire a processi infettivi della ghiandola mammaria, favoriti anche dalle condizioni dell'allevamento brado o semi brado, dalla mungitura meccanica non corretta, da stress di varia natura ecc. Il servizio dei tecnici del PAT è già in grado di fornire al riguardo interventi finalizzati alla individuazione dei capi colpiti e ad attuare interventi programmati come il trattamento farmacologico in asciutta o la formulazione di piani alimentari opportunamente bilanciati onde evitare l'insorgere di fattori predisponenti.

Infatti l'esperienza dell'Assistenza tecnica e i dati del Laboratorio indicano che quando:

- viene prestata particolare attenzione alla gestione sanitaria delle greggi;
- l'allevatore prende coscienza del problema e collabora attivamente at-

tuando una attenta riforma dei capi infetti riducendo dove possibile l'età media del gregge;

- si attua un corretto management aziendale, ivi comprese le corrette pratiche di mungitura;
- il contenuto in cellule del latte viene mantenuto entro un valore inferiore alle 700.000-800.000 cellule somatiche /ml.

La media del valore di cellule somatiche nel latte ovino (media aritmetica) è stata, nella campagna lattiero-casearia 2002/03, di 1.827.000 cellule/ml.

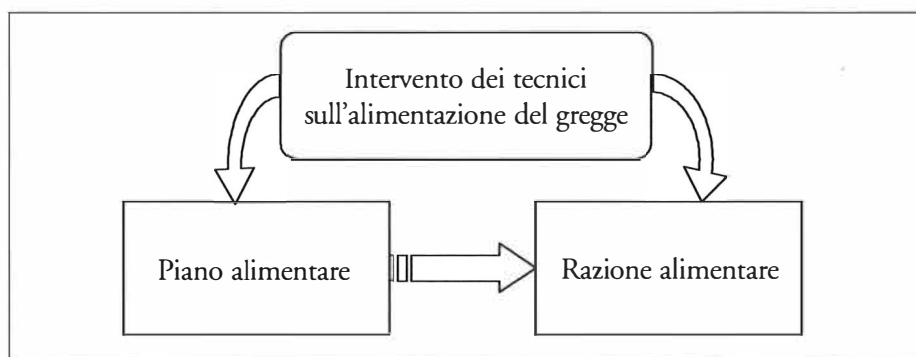


Fig. 2 *Diagramma di transito delle informazioni*

L'INNOVAZIONE DEI SERVIZI DEL LABORATORIO ARAS

Coerentemente con la ricerca del maggior grado di soddisfazione delle aspettative degli allevatori e degli altri attori della filiera l'ARAS sta introducendo nuovi servizi che riguardano tanto i laboratori quanto il servizio di assistenza. All'interno della struttura organizzativa dei laboratori dell'ARAS è stato realizzato, su input dei tecnici, un laboratorio ad hoc per l'analisi degli alimenti zootecnici che opera secondo la metodica NIRS.

La disponibilità di tale apparato ha consentito di porre in essere un'attività di analisi di foraggi e mangimi semplici che trova nei tecnici alimentaristi i più immediati fruitori. Nel contempo si è messo in opera di un progetto per la realizzazione di una banca dati sulle foraggere che nell'arco di alcuni anni porterà alla carta foraggera della Sardegna, utile strumento di consultazione per tutti gli operatori del settore. L'Assistenza tecnica beneficia della disponibilità immediata delle analisi del latte e degli alimenti per la pianificazione alimentare e per il razionamento.

La carta foraggera, in corso di predisposizione consentirà inoltre la crea-

zione di un archivio indispensabile per l'utilizzo del nuovo programma di alimentazione degli ovini da latte denominato AssistT. Questo software è basato su concetti di alimentazione del tutto innovativi per gli ovini, risultato dei lavori del Dipartimento di Scienze Zootecniche dell'Università di Sassari, che si rifanno al modello "Cornell" per l'alimentazione delle vacche da latte applicato alle pecore da latte.

Il Laboratorio Analisi latte dell' ARAS ha ottenuto l'accreditamento SINAL nel 1997 per la determinazione dei seguenti parametri:

- grasso;
- proteine;
- lattosio;
- cellule somatiche;
- carica batterica;
- ph;
- crioscopia;
- ricerca inibenti;
- ricerca latte vaccino e ricerca latte caprino;
- urea.

Ricerca nel latte e nei prodotti lattiero-caseari di:

- staphylococcus aureus*;
- coliformi ed e.coli*;
- salmonella spp*;
- listeria monocytogenes*.

Determinazione di:

- aflatossina m1 nel latte e nei prodotti lattiero-caseari*;
- aflatossina b1 negli alimenti per uso zootecnico*;

E intende estendere la procedura di accreditamento ad altre prove tra le quali attualmente vi sono:

- rlv - rlc nei prodotti lattiero-caseari ovini.

Gli obiettivi futuri dell'attività del Laboratorio, in relazione anche alle strategie dell'intero comparto lattiero caseario sardo, e in armonia con quella che potrà essere in futuro la tipologia di consulenza tecnica da fornire alle aziende nell'ambito del PAT, sono riportati in sintesi di seguito:

- 1) Estensione dell'attività sul controllo della Qualità del Latte alla totalità delle circa 18.700 aziende ovi-caprine della Regione rispetto alle 13.000 attuali.

* Prove accreditate da gennaio 2005.



Fig. 3 *Strumentazione di laboratorio; postazione di accettazione dei campioni, lettura automatica del codice ASL (codice a barre)*

- 2) Potenziamento e ulteriore diffusione di procedure analitiche che prevedano per i caseifici i controlli di tipo chimico e microbiologico nell'ambito di filiera e di processo come previsto nei sistemi HACCP.
- 3) Sorveglianza e supervisione delle fasi di prelievo e trasporto dei campioni; questa fase del processo non è stata ancora accreditata dal Laboratorio, dovrà essere maggiore e più incisivo il ruolo ufficiale della struttura.
- 4) Definizione in ambito legislativo regionale delle procedure e griglie per il pagamento a Qualità del latte e conseguente ulteriore capillarizzazione del sistema.
- 5) Massima diffusione dei sistemi e procedure telematiche già in uso per la trasmissione e accesso alla banca dati del Laboratorio a tutti gli utilizzatori (ASL, allevatori, caseifici, settori della ricerca e della formazione).
- 6) Attivazione e coinvolgimento di tutti gli allevatori in piani di profilassi e lotta alle mastiti subcliniche sugli ovini e caprini.
- 7) Potenziamento del laboratorio NIRS su foraggi e mangimi.



Fig. 4 *Strumentazione di laboratorio NIRS (Near InfraRed Spettroscopy)*

- 8) Completamento dell'adeguamento alle norme ISO 9000 Vision 2000 delle attività del Laboratorio e relativa certificazione in tal senso.
- 9) Attivazione, coerentemente con quanto previsto dal Libro Bianco in regime di autodisciplina, presso il Laboratorio di tutta una serie di iniziative tendenti a innalzare sempre di più il livello di sicurezza e di protezione della salute del consumatore (ricerca residui trattamenti sanitari, inquinamenti ambientali, aflatossine M1 e B1, residui di fitofarmaci e anticrittogamici sia sui prodotti di origine animale che sugli alimenti per uso zootecnico).
- 10) Rafforzamento delle collaborazioni con gli organismi dei DOP (Denominazione di Origine Protetta) dei tre formaggi sardi: Pecorino Romano, Pecorino Sardo e Fiore Sardo.
- 11) Predisposizione di opportuni piani di controllo dei microrganismi patogeni o anticaseari e delle loro eventuali tossine prodotte.
- 12) Avvio di un progetto pilota per l'identificazione e la quantificazione, tramite Real Time PCR, dei microrganismi caseari e anticaseari presenti nel latte di pecora prodotto in Sardegna.
- 13) Monitoraggio sistematico del grado di soddisfazione dei clienti, che consenta di interpretare le aspettative al fine di migliorare costantemente l'efficacia e l'efficienza dei servizi resi dal Laboratorio.

CONSIDERAZIONI FINALI

È necessario consolidare la qualità già raggiunta in moltissime realtà e puntare all'eccellenza per favorire l'ingresso dei prodotti sardi nei nuovi mercati. Occorre evitare il rischio di rigetto dei sistemi di qualità, coinvolgendo tutti gli operatori e privilegiando la condivisione degli obiettivi minimi di qualità. Si dovrà dare nuovo slancio alle politiche della qualità latte riunendo attorno a un tavolo comune tutti i soggetti che potranno orientare positivamente il sistema.

RIASSUNTO

Il lavoro vuole descrivere la realtà operativa dell'apparato tecnico dell'ARAS (Associazione Regionale Allevatori della Sardegna) impegnato nel fornire consulenza alle aziende zootecniche della Sardegna nell'ambito del PAT (Piano di Assistenza Tecnica in zootecnia). Si riportano i dati relativi alle consistenze degli allevamenti seguiti, i protocolli operativi di intervento, i dati della qualità del latte delle specie bovina, ovina e caprina allevate in Sardegna e riferite all'ultimo quinquennio. Viene descritta l'attività del Laboratorio Regionale di Analisi del Latte, accreditato SINAL dal 1997, gestito dall'ARAS che esegue tutta una serie di analisi del latte e dei suoi derivati, gestisce con personale specializzato il laboratorio NIRS per l'analisi degli alimenti, collabora con caseifici, enti pubblici e istituti di ricerca. La relazione illustra l'impegno profuso da tecnici e laboratorio e coadiuvato dall'intervento economico della Regione Autonoma della Sardegna per l'introduzione delle tecnologie innovative a favore del miglioramento qualitativo del latte.

SUMMARY

The work made describes the ARAS (Regional Association of Sardinian Breeders) technical operating system, which aim is to provide Sardinian zootechnical farms with professional consulting, within the PAT (Technical Assistance Plan).

The figures of the research shows the numbers of breedings, the intervention operating programme and the milk quality in the sheep-, cow- and goat-breeding in the last five years. It describes the activity of the Regional Laboratory of Milk Analysis, confirmed by SINAL since 1997 and runned by ARAS which carries out the analysis of milk and its by-products. ARAS, also, runs the NIRS laboratory (Near InfraRed Spettroscopy) with specialised personnel who analyse food and it cooperates with dairies and public authorities of research.

At last, the report wants to underline the technician dedication to introduce new technologies on behalf of a qualitative improvement of milk, helped by the Regional economic support.

MASSIMILIANO CURRELI*, ROBERTO FRALLEONE**

Il ruolo dell'Ersat nel rinnovamento tecnologico degli allevamenti di piccoli ruminanti in Sardegna

DIFFUSIONE MUNGITRICI MECCANICHE IN SARDEGNA

Gli allevatori di ovini e caprini della Sardegna, cogliendo le opportunità di rinnovamento offerte con i fondi stanziati dalla Regione Sardegna e dall'Unione Europea (L.R. 46/50 – Reg. Ce 2052/88 – Reg. Ce 2081/93 – P.O.R. 2000-2006 tuttora in corso) hanno installato in pochi anni circa 4.000 nuovi impianti di mungitura con annessi i serbatoi di refrigerazione del latte.

A fronte di 17.500 aziende che allevano ovini e caprini nell'isola (dati ultimo censimento ISTAT) si calcola che circa 5.200 aziende (pari al 30%) sarà dotato entro il 2006 di impianto di mungitura meccanica. Considerando gli impianti preesistenti il totale delle installazioni può essere stimato in circa 6.000 unità. La corretta gestione di questo patrimonio, rilevante sotto l'aspetto tecnico ed economico, non può prescindere da un preciso programma di assistenza e di manutenzione.

IL RUOLO DELL'ERSAT

L'impiego dei tecnici ERSAT per effettuare i controlli funzionali degli impianti di mungitura e dei serbatoi refrigeranti è stato per l'Ente la logica prosecuzione, e per certi aspetti il completamento, dell'attività di divulgazione, di istruttoria dei progetti e di assistenza tecnica diretta agli allevamenti. Si è partiti infatti dal presupposto che l'innovazione tecnologica, alla quale molti allevatori non erano preparati, potesse tradursi in un fallimento senza un adeguato supporto di assistenza tecnica specializzata.

* ERSAT (Ente Regionale di Sviluppo e Assistenza Tecnica in Agricoltura) Cagliari - Settore Produzioni Zootecniche

** ERSAT (Ente Regionale di Sviluppo e Assistenza Tecnica in Agricoltura) - Centro Zonale di Arborea

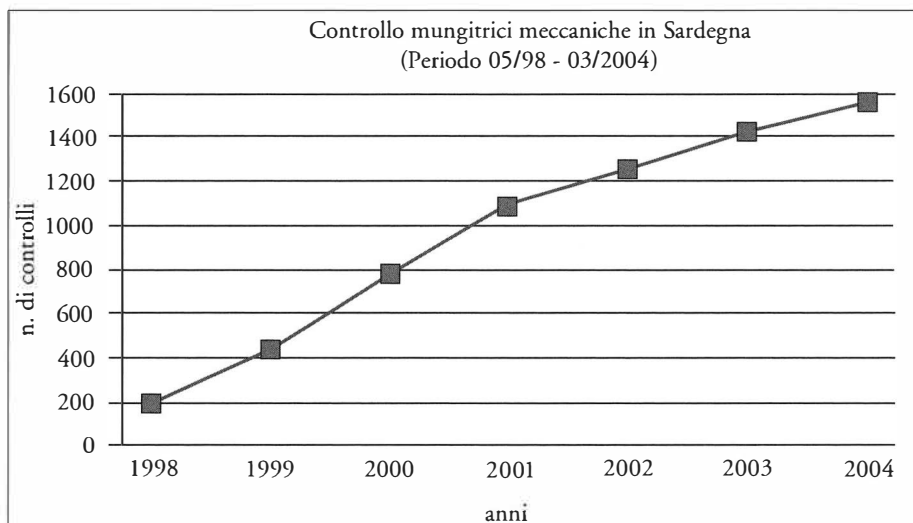


Fig. 1 *Andamento progressivo dei controlli funzionali svolti dall'Ersat*

La fase operativa del progetto è iniziata con la valutazione del numero degli impianti, la loro distribuzione sul territorio, l'acquisizione delle attrezzature necessarie e con l'abbinamento, per ogni tecnico, di un gruppo di allevamenti con i relativi impianti. Contemporaneamente, con la collaborazione del prof. Antonello Pazzona, responsabile del Dipartimento d'Ingegneria del Territorio dell'Università di Sassari, è stato avviato un percorso formativo, durato oltre un anno, che ha abilitato al servizio di controllo degli impianti di mungitura una quindicina di tecnici. Allo stato attuale, a sei anni dall'avvio del programma, i tecnici impegnati in questo servizio sono 25 e i controlli effettuati sono circa 1.600 (fig. 1).

UTILIZZO DELLE MACCHINE

Da una recente indagine effettuata dall'ERSAT su un campione di 1300 aziende è emerso che il 20% circa degli impianti non viene utilizzato (fig. 2). Tra le cause, quella imputabile ad elevati costi di gestione, riconducibili al sovradimensionamento di alcuni componenti, è sicuramente la più rilevante. Ed è proprio il sovradimensionamento della pompa per vuoto e, quindi, del motore elettrico a esso accoppiato, l'errore tecnico più grave commesso nell'installazione delle mungitrici. Gli elevati consumi d'energia elettrica hanno

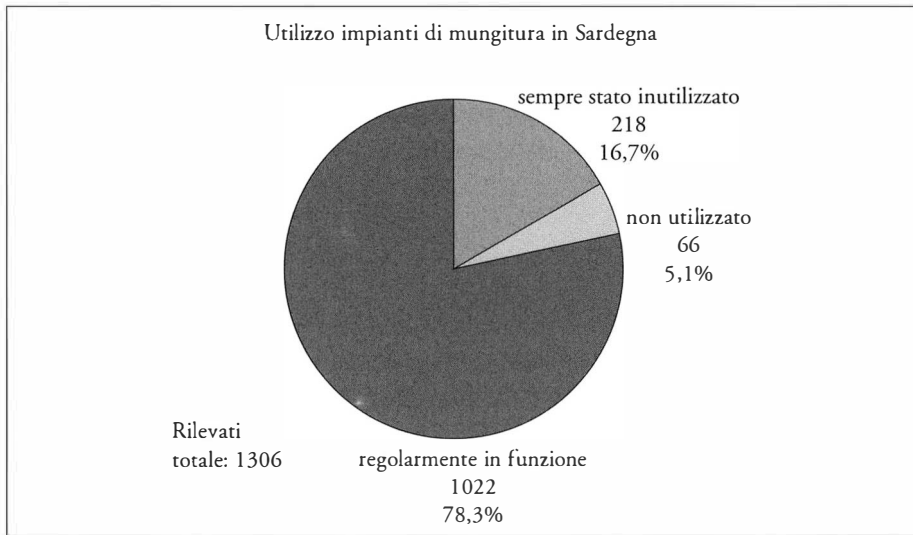


Fig. 2 Indagine condotta dall'Ersat sull'utilizzo dei nuovi impianti di mungitura in Sardegna: circa il 20% degli impianti non viene utilizzato

spinto non pochi allevatori (tab. 1) ad abbandonare, si spera temporaneamente, la mungitura meccanica.

Una valida soluzione a questo problema è rappresentata dall'uso di un sistema innovativo, il variatore del regime di rotazione della pompa (detto comunemente inverter), che consente di dimezzare i consumi di energia elettrica. Questo dispositivo, già utilizzato negli impianti per vacche, inizia a essere vantaggiosamente impiegato anche nella mungitura delle pecore e delle capre.

MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE DIAGNOSI

I controlli funzionali degli impianti di mungitura vengono effettuati con l'ausilio di sofisticate apparecchiature elettroniche interfacciate con notebook che, memorizzando i dati creano un archivio storico dei controlli effettuati. Si tratta di prove "a secco" svolte secondo quanto emanato dalle normative di riferimento (in particolare ISO 6690/1996 e UNI 11008).

I principali obiettivi dei controlli sono:

- verifica dei parametri di funzionamento dell'impianto;
- taratura del livello di vuoto;
- taratura della pulsazione (rapporti e frequenza di pulsazione);

MOTIVI DI MANCATO UTILIZZO IMPIANTI	CAGLIARI	NUORO	ORISTANO	SASSARI	TOTALE	%
eccessivi costi gestione	8	84	2	14	109	38,38
Sconosciuti	18	28	9	16	71	25,00
problemi organizzativi		37			37	13,03
problemi frammentaz. aziendale	2	18		2	22	7,75
difficoltà nell'utilizzo		9		1	10	3,52
Problemi funzionamento		3		6	9	3,17
utilizza altro impianto	6	1		1	8	2,82
problemi sanitari allevamento	1	3		3	7	2,46
cessione attività	3	1		1	5	1,76
Attesa allaccio corrente elettrica				3	3	1,06
Carenza acqua potabile	1			1	2	0,70
furto componenti				1	1	0,35
<i>Totale</i>	<i>39</i>	<i>184</i>	<i>11</i>	<i>49</i>	<i>284</i>	<i>100</i>

Tab. 1 *Indagine condotta dall'Ersat sull'utilizzo dei nuovi impianti di mungitura in Sardegna: circa il 38% degli impianti fermi ha eccessivi costi di gestione in quanto sovradimensionato rispetto alle esigenze*

- verifica dello stato di igiene dell'impianto;
- consulenza sull'esecuzione della manutenzione ordinaria;
- consulenza sugli interventi di manutenzione straordinaria (servizio di assistenza).

I parametri rilevati nel corso dei controlli sono:

- il vuoto operativo;
- le cadute di vuoto nella conduttura dell'aria e del latte;
- la portata della pompa per vuoto;
- i consumi e le perdite nella condutture dell'aria;
- i consumi e le perdite nella condutture del latte;
- i consumi e le perdite nei gruppi prendicapezzoli;
- i consumi e le perdite nel sistema di pulsazione;
- i consumi e le perdite della valvola di regolazione del vuoto;
- la riserva utile;
- il diagramma di pulsazione.

Oltre a quanto previsto dalla normativa, in molti casi vengono effettuate le seguenti verifiche:

- le fluttuazioni di vuoto in vari punti dell'impianto;
- le portate d'aria nei gruppi prendicapezzoli tramite asimetri;
- l'efficienza del tank refrigerante;
- le caratteristiche costruttive e dimensionali dell'impianto di refrigerazione.

TIPOLOGIA	n.	%
tecnici (agronomi, per. agrari, agrotecnici, geom. etc.)	82	47%
allevatori	31	18%
studenti	28	16%
anonimi	16	9%
impiegati (generici)	11	6%
docenti, ricercatori, insegnanti	8	5%
<i>Totali</i>	<i>176</i>	<i>100%</i>

Tab. 2 *Tipologia e numero di utenti registrati che hanno scaricato dal sito internet uno o entrambi i manuali specialistici sulla mungitura meccanica*

DIVULGAZIONE E MONITORAGGIO DELL'ATTIVITÀ

La divulgazione avviene attraverso il sito Internet raggiungibile all'indirizzo www.ersat.it, dove è possibile accedere alla sezione dedicata alle mungitrici meccaniche. Qui sono illustrate le modalità di esecuzione dei controlli funzionali e l'utente può consultare la lista dei tecnici, con relativi recapiti, a cui può rivolgersi per ricevere il controllo gratuito del proprio impianto. Sempre da questa sezione è possibile ricevere consulenza tramite un forum sull'argomento specifico delle mungitrici meccaniche. Il forum è aperto sia ai tecnici addetti ai lavori che all'utenza. Nell'area download del sito è possibile, inoltre, scaricare gratuitamente due manuali specialistici, stampati dall'ERSAT e redatti dal Prof. Pazzona.

Il primo volume dal titolo *Manuale tecnico per la mungitura meccanica e refrigerazione del latte ovino e caprino: componenti, uso e manutenzione*, che conta 127 pagine con circa 100 illustrazioni, si propone di portare a conoscenza dei tecnici aziendali e degli allevatori le nozioni di base sulle caratteristiche funzionali e costruttive di queste attrezzature, nonché sulle problematiche di tipo gestionale a esse connesse. Il secondo volume, intitolato *Gli impianti di mungitura e di refrigerazione del latte nell'allevamento ovino e caprino: dimensionamento, costruzione e prestazioni*, di 178 pagine e 90 illustrazioni, è destinato alle case costruttrici e agli enti preposti all'assistenza tecnica.

Nella tabella 2 sono riportati il numero e la tipologia di utenti che hanno effettuato il download di uno o entrambi i manuali citati. Da essa emerge un dato fino a ora inaspettato. Il 18% degli utenti è costituito da allevatori che possiedono discrete conoscenze anche nel campo dell'informatica. Per poter accedere all'area è per altro necessario registrarsi, selezionare il materiale, scaricare i documenti nel proprio disco rigido, secondo procedure non certo alla portata di tutti.

In un'area riservata viene reso disponibile ai tecnici ERSAT materiale co-

me modulistica, rassegna stampa, normativa di riferimento, oltre ai risultati dell'elaborazione dei dati relativi alle diagnosi e l'accesso alla banca dati di tutti i controlli. I risultati di questi ultimi, in quest'area, vengono inseriti online. Tutto ciò rappresenta un efficiente sistema di monitoraggio e un valido supporto per i tecnici impegnati in quest'attività.

CONCLUSIONI

Nel corso degli ultimi anni nei nostri allevamenti si sono realizzati enormi progressi sullo stato sanitario del bestiame e sulla qualità del latte, migliorata in particolare per quel che riguarda la carica microbica. Gran parte di questi risultati sono da collegare sicuramente alla diffusione e al corretto funzionamento delle mungitrici e dei serbatoi refrigeranti.

Gli allevatori sardi sanno quindi di poter contare, a supporto delle loro consolidate capacità, sulla più moderna tecnologia che, grazie anche all'avanzato servizio che l'ERSAT è riuscita a mettere in campo, diventa realmente un ausilio che facilita e migliora il loro lavoro. Questo aspetto gioca peraltro un ruolo importante nell'ottica del ricambio generazionale degli operatori: l'arcaicità dei metodi di lavoro finora utilizzati è infatti uno degli elementi che più concorrono al venir meno dell'attrattiva dei giovani verso il mondo agricolo.

SUMMARY

Over the past few years we have accomplished great results in the health conditions and the milk quality of our cattle, in particular we have achieved important improvements in the microbic charge. Most of the above results are to be connected with the implementation and the correct use of milkers and refrigerating tanks.

Thanks to the Ersat advanced services and strong commitment to help and improve their work, sardinian breeders know they can rely also on up-to-date technology, as a support of their great skills and experience. Besides, the technological support plays a key role in the generational turnover of the operators; obsolete working methods are among those factors discouraging young people from the farming industry.

ANTONELLO CARTA*

Utilizzo della genetica per il miglioramento della qualità e della sicurezza alimentare delle produzioni ovine

INTRODUZIONE

L'attività di miglioramento genetico delle specie di interesse zootecnico ha ottenuto nella seconda metà del secolo scorso formidabili risultati. È visibile anche a occhi non esperti, il notevole incremento di potenziale produttivo che è stato realizzato nelle principali specie e in particolare nei bovini e nei suini. L'approccio utilizzato è stato, ed è tuttora per la maggior parte dei caratteri e delle specie, quello quantitativo classico. Esso postula che i caratteri oggetto di selezione siano determinati per la loro componente genetica da un numero infinito di geni, diffusi casualmente in tutto il genoma e con effetto additivo infinitesimale. L'applicazione di tale modello genetico viene attualmente realizzata attraverso l'utilizzo di una metodologia per la valutazione dei riproduttori detta BLUP – *animal model* che consente di ottenere la miglior stima possibile del valore genetico additivo di un individuo attraverso la correzione del fenotipo per gli effetti ambientali e la considerazione di tutte le covarianze genetiche additive (derivate dalle parentele) tra animali. Essa costituisce lo sviluppo più evoluto della metodologia statistica messa a punto negli anni 50 da Henderson per la risoluzione dei modelli misti. La sua applicazione su larga scala è stata resa possibile grazie al progresso delle capacità di calcolo dei computer, perlopiù realizzatasi negli anni 70, che ha consentito la risoluzione in tempi ragionevoli di sistemi con centinaia di migliaia di equazioni. L'abbinamento di metodologie statistiche evolute per la stima del valore genetico con lo sviluppo di tecniche di riproduzione artificiale in grado di incrementare notevolmente l'impatto genetico dei migliori riproduttori e consentire, nel caso di caratteri che si esprimono su un solo sesso

* Istituto Zootecnico e Caseario della Sardegna

quali la produzione di latte, la realizzazione accurata delle prove di progenie per i riproduttori maschi, ha poi reso possibili gli incredibili risultati attuali.

Dal punto di vista applicativo la realizzazione di tali procedure richiede l'organizzazione delle attività di controllo funzionale e di Libro Genealogico per la raccolta delle informazioni necessarie:

- 1) performance produttive individuali;
- 2) anagrafiche individuali;
- 3) altre informazioni utili per la stima degli effetti ambientali: allevamento, età, periodo di parto, ecc.

I costi relativi alla raccolta di queste informazioni debbono essere attentamente confrontati con il progresso genetico realizzabile nella popolazione e con il valore individuale della produzione al fine di rendere lo schema di selezione compatibile dal punto di vista economico (Pagnacco e Carta, 2003).

Tali problematiche, combinate alle difficoltà di mettere a punto tecniche di riproduzione artificiale efficaci come nelle altre specie, hanno di fatto ritardato l'applicazione di queste metodiche agli ovini da latte che, a parte qualche eccezione come la razza Lacaune in Francia, hanno, solo a partire dagli anni 90, messo a punto schemi di selezione che si approssimassero per efficacia a quelli bovini. La selezione si è concentrata sui caratteri produttivi con il principale obiettivo di incidere sulla quantità di prodotto e solo marginalmente sulla sua qualità e sicurezza alimentare. Solo recentemente, e perlopiù nella specie bovina, l'applicazione del modello infinitesimale si è estesa a altri caratteri funzionali (facilità di parto, longevità funzionale, mungibilità e morfologia mammaria, ecc.). Vi è inoltre una sempre crescente richiesta per il miglioramento di caratteri legati alla qualità, salubrità e sicurezza alimentare delle produzioni nonché al valore nutrizionale delle stesse. L'applicazione dell'approccio selettivo classico presenta molte difficoltà per questi caratteri, in maniera più evidente nella specie ovina, principalmente per l'elevato costo di realizzazione delle misure fenotipiche individuali. In generale per questi caratteri, così come per altri con bassa ereditabilità e elevato intervallo di generazione, può essere di interesse valutare le possibilità offerte dalle applicazioni della genetica molecolare al miglioramento genetico animale. Numerosi approcci fondati su informazioni provenienti dalla biologia molecolare sono oggi disponibili per l'individuazione delle zone del genoma (QTL) o direttamente dei geni implicati nel determinismo dei caratteri di interesse selettivo, e sono già numerosi gli studi tesi a verificarne le possibilità di applicazione alla selezione.

Nel presente scritto verrà valutato l'impatto che la genetica molecolare e la sua applicazione possono avere sugli schemi di selezione degli ovini da lat-

te. In particolare verranno descritti lo stato attuale della selezione, gli approcci disponibili per l'identificazione di QTL e geni, i primi risultati delle sperimentazioni in corso e le loro possibilità di applicazione. Un paragrafo verrà dedicato alla selezione per la resistenza alla scrapie che costituisce il primo formidabile esempio di applicazione della genetica molecolare alla selezione degli ovini.

LO STATO DELL'ARTE DELLA SELEZIONE NEGLI OVINI DA LATTE

L'allevamento degli ovini da latte è perlopiù concentrato nelle regioni meno favorite del Mediterraneo (60% circa della produzione mondiale di latte ovino) e la relativa filiera lattiero-casearia costituisce da sempre un punto cruciale delle rispettive economie. I sistemi di allevamento variano dal semi-intensivo in pianura al semi-estensivo in alta collina o montagna. Le razze locali costituiscono una dimensione fondamentale dello sviluppo di queste regioni, e in particolare di quelle più marginali, attraverso la loro attitudine a valorizzare le risorse foraggere locali nonché in quanto elementi che concorrono alla tipicità dei prodotti e al mantenimento dell'ambiente. La selezione si è fondata dunque sul miglioramento delle razze locali, anche se recentemente alcune razze molto produttive quali la Awassi e la Lacaune stanno espandendosi in zone differenti da quelle di origine generando tuttavia alcuni problemi di adattamento e di conservazione della tipicità dei prodotti (Carta e Ugarte, 2003).

Inoltre, i produttori devono oggi affrontare una doppia sfida che consiste nell'integrare i nuovi vincoli legati alla qualità dei prodotti, in gran parte DOP, e al rispetto dell'ambiente, conservando al tempo stesso l'obiettivo del miglioramento della produttività che resta una condizione necessaria per la sopravvivenza dell'attività d'allevamento. Tali sistemi produttivi, dunque, oltre a necessitare di programmi che ne incrementino la produttività, in termini quantitativi e di riduzione dei costi di produzione, devono attualmente confrontarsi con la recente politica agricola comunitaria e con le nuove sensibilità dei consumatori che tendono a privilegiare la qualità e la sicurezza alimentare delle produzioni. Dal punto di vista del miglioramento genetico, in Francia, Spagna e Italia sono da tempo operativi programmi di selezione abbastanza efficienti che consentono di ottenere progressi genetici significativi sulla quantità di latte e sul suo contenuto in grasso e proteina. Anche all'interno della stessa razza e territorio regionale, come nel caso della pecora Sarda, i sistemi di allevamento variano da semi-estensivo a semi-intensivo e gli apporti alimentari sono fortemente condizionati dagli andamenti climatici annuali e stagionali nonché

dall'andamento del prezzo del latte che può limitare la propensione degli allevatori all'acquisto di mangimi per l'integrazione del pascolo. In queste condizioni è necessario selezionare un animale flessibile che assicuri buoni livelli produttivi in condizioni differenti (Sanna et al., 2002).

Lo schema di selezione della razza ovina Sarda, così come quello della maggior parte delle razze ovine da latte europee, si fonda sul principio della gestione piramidale della popolazione, con all'apice della piramide il Libro Genealogico (LG), dove si applicano i controlli funzionali delle produzioni, la valutazione genetica dei riproduttori, la fecondazione artificiale (FA) e la monta naturale (MN) controllata, e alla base della piramide il resto della popolazione, cosiddetta commerciale, che si approvvigiona di arieti dal LG (fig. 1). Obiettivo fondamentale è quello dell'incremento della quantità di latte per capo e per lattazione senza trascurare, considerata la principale destinazione casearia del latte ovino, la sua composizione chimica. Nell'ultimo ventennio l'organizzazione dello schema di selezione della razza Sarda ha subito notevoli evoluzioni. Il numero di capi e di allevamenti partecipanti all'attività di selezione è cresciuto regolarmente, seppure in modo meno marcato di quanto avvenuto negli ultimissimi anni sino a toccare la quota di circa 200.000 capi iscritti in oltre un migliaio di allevamenti. Rispetto alla popolazione commerciale, stimabile in circa 4.000.000 di capi, la dimensione del LG non sembra ancora sufficiente a garantire che il progresso genetico realizzato sia, seppure con un certo ritardo temporale, trasferibile alla totalità della popolazione commerciale.

Alla base di tutti gli schemi di selezione per un carattere come la produzione di latte che si esprime su un solo sesso, vi è la distinzione tra giovani maschi in prova e maschi miglioratori. I giovani arieti vengono ammessi alla riproduzione nel LG, sia in FA che in MN, solo se hanno una valutazione genetica basata sulle informazioni di pedigree (media del valore genetico dei genitori) che superi una certa soglia.

Essi potranno continuare a essere utilizzati come riproduttori e soprattutto potranno divenire padri di giovani maschi, quando avranno completato la prova di progenie e avranno confermato la loro valutazione basata sulle informazioni dei genitori.

La peculiarità dello schema di selezione della razza Sarda, è la combinazione di una certa quota di FA con la MN controllata, cioè la costituzione durante la stagione riproduttiva di gruppi di pecore con un solo ariete. L'impiego della FA, ancorché negli ovini presenti dei problemi specifici, è largamente giustificato dai vantaggi apportati ai programmi selettivi. Essa permette infatti: a) la distribuzione in diversi ambienti della progenie dei giovani arieti, e dunque una più precisa valutazione anche dei riproduttori utilizzati in MN, attraverso la

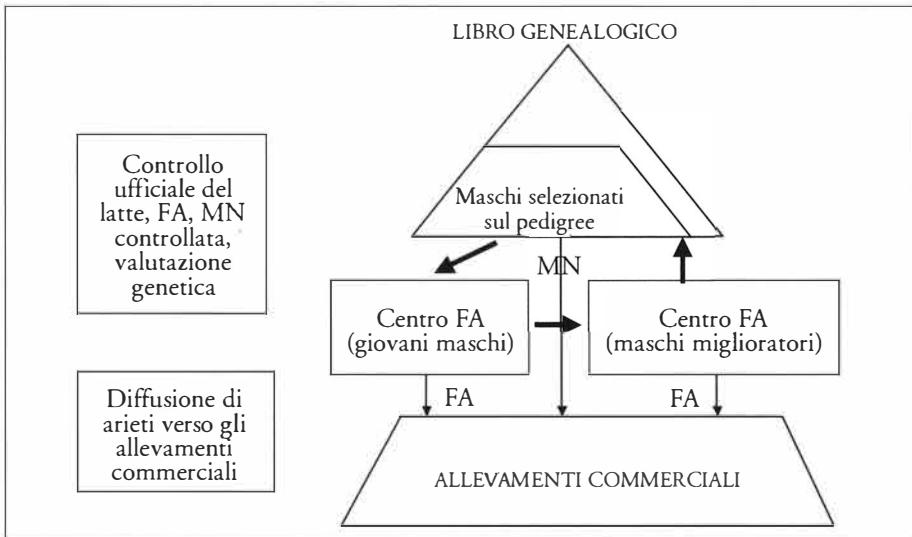


Fig. 1 *Diagramma degli schemi di selezione negli ovini da latte*

creazione di legami genetici tra allevamenti; b) la realizzazione di accoppiamenti programmati tra le migliori pecore e i migliori arieti. Negli ultimi anni si è assistito a una crescita regolare del numero di aziende che aderiscono al programma di FA ed è aumentata inoltre la quota di queste che realizzano risultati di fertilità superiori al 50%, più che soddisfacenti nelle nostre condizioni d'allevamento. Attualmente si realizzano circa 20.000 inseminazioni strumentali l'anno, per il 40% da arieti miglioratori e il 60% da arieti in prova. Allo stato attuale, praticamente tutti gli allevamenti del LG, sono interessati dalla FA o direttamente o per il fatto che utilizzano in MN discendenti di FA. Lo schema, così concepito, consente attualmente alla razza Sarda di ottenere progressi genetici annui tra i 2 e i 3 litri, che la pongono tra le migliori razze europee. La ripartizione del progresso genetico realizzato sulle 4 vie della selezione (fig. 2) conferma della notevole importanza della via padre di ariete (ariete miglioratore) nel determinare i risultati genetici.

Negli ultimi anni sono stati fatti notevoli sforzi per l'introduzione di altri obiettivi di selezione. In particolare sono state avviate le rilevazioni fenotipiche, per il tenore in grasso e proteine del latte e il contenuto in cellule somatiche. Nel 2004 è stata realizzata la prima valutazione genetica sperimentale per i caratteri di morfologia mammaria. Naturalmente, anche per la razza Sarda si pone il problema dell'introduzione nello schema dei nuovi caratteri legati alla riduzione dei costi di produzione (attitudine alla mungitura meccanica, longe-

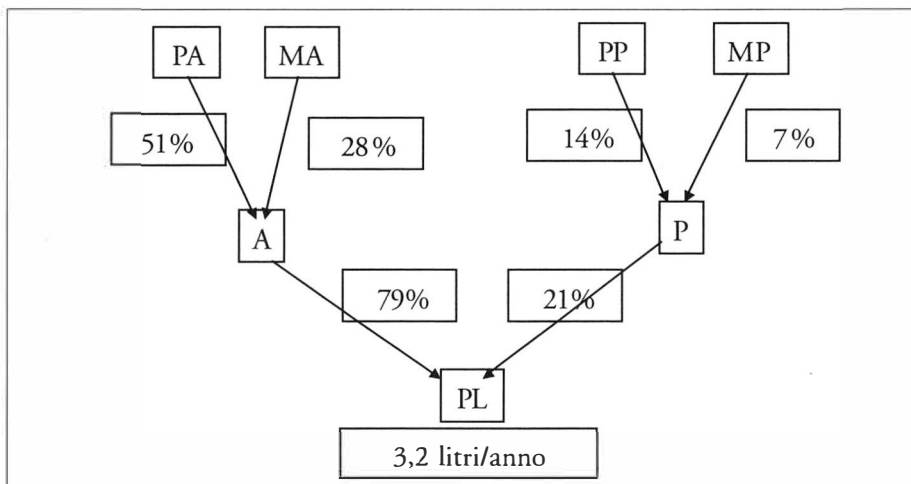


Fig. 2 Ripartizione percentuale del progresso ottenuto sulle femmine in produzione per le 4 vie della selezione (PA: padre di ariete; MA: madre di ariete; PP: padre di pecora; MP: madre di pecora; A: ariete; P: pecora; PL: primipare)

vità e altri caratteri funzionali), alla sicurezza alimentare (riduzione del rischio di contaminazione del latte con residui di trattamenti medicinali attraverso il miglioramento della resistenza alle mastiti e ad altre infezioni parassitarie e resistenza alle malattie da prione (EST) e alle caratteristiche nutrizionali (contenuto nel latte di acidi grassi con effetti sulla salute umana quali il CLA).

POSSIBILE APPORTO DELLA GENETICA MOLECOLARE

Come descritto in precedenza, la misura accurata dei fenotipi negli ovini risulta problematica anche per caratteri produttivi quali il tenore in grasso e proteine che nei bovini da latte vengono misurati routinariamente e ai quali si applica con successo l'approccio selettivo classico. Tale limite è ancora più evidente per i nuovi obiettivi di selezione che richiedono spesso misure complesse (analisi degli acidi grassi, misure immunologiche etc). Occorre dunque avviare ricerche da realizzarsi in popolazioni sperimentali tese all'individuazione di QTL o geni implicati nel determinismo genetico di questi caratteri. Due approcci sperimentali sono fondamentalmente disponibili per la ricerca rispettivamente di QTL o geni:

- 1) genome scan;
- 2) gene candidato.

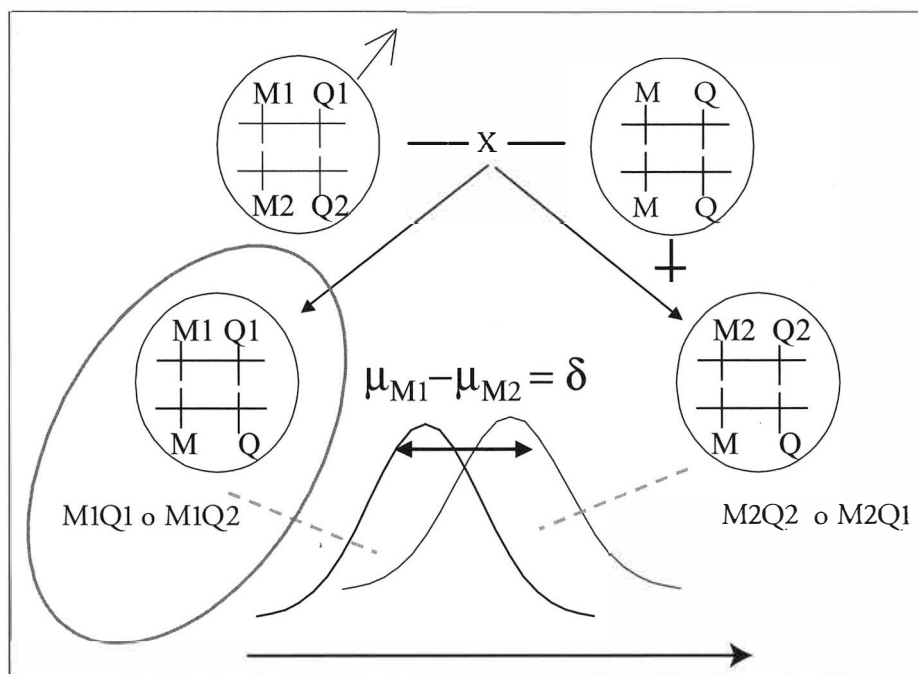


Fig. 3 Schema del principio su cui si fonda la ricerca di QTL nelle popolazioni in selezione

Nel primo caso è necessario avere la disponibilità di marcatori molecolari anonimi (microsatelliti, SNPs) localizzati in tutto genoma ovino in quantità tale da costituire un mappa di densità intermedia. Per la copertura del genoma ovino sono normalmente utilizzati panel di circa 150 microsatelliti a una distanza media di 20 cM. In queste condizioni la distanza massima tra un QTL e un marcatore può essere di 10 cM. La seconda condizione è che tra un marcatore (M) e un gene (Q) che influenza un carattere esista linkage disequilibrium (LD). Questo viene normalmente reperito nelle popolazioni in selezione all'interno di famiglie di mezzi fratelli. Infatti, se un genitore maschile è eterozigote a un locus marcatore è possibile ripartirne la progenie in due gruppi a seconda che abbiano ricevuto l'uno o l'altro segmento cromosomico e contrastarne i fenotipi di interesse. Se il contrasto tra i due gruppi è statisticamente significativo se ne può trarre l'inferenza che nel segmento cromosomico adiacente il marcatore analizzato è presente un gene il cui polimorfismo influenza il carattere di interesse (fig. 3).

Approcci di questo tipo consentono normalmente l'individuazione di

QTL con intervalli di confidenza della localizzazione abbastanza elevati che non ne consentono l'utilizzo immediato in selezione. Gli aplotipi di marcatori eventualmente associati a alleli positivi per un QTL hanno, infatti, un'associazione piuttosto debole con una percentuale di avvenimenti di ricombinazione talmente elevata da rompere l'associazione nel corso di poche generazioni. Questo tipo di marcatori vengono definiti linkage equilibrium markers (LE-markers) in accordo con Dekkers (2003). Il loro utilizzo viene normalmente considerato di limitato impatto per il fatto che essi consentono la selezione degli individui portatori dell'aplotipo favorevole solo entro una singola famiglia e sono inoltre di costosa applicazione in quanto la fase di associazione con l'allele favorevole del gene richiederebbe di essere continuamente verificata. Normalmente, si preferisce saturare la mappa delle regioni cromosomiche di interesse sino a 1-3 cM di intervallo tra marcatori per consentire una localizzazione più precisa del gene. Questi marcatori vengono definiti sempre in accordo con Dekkers (2003) linkage disequilibrium markers (LD-markers). Il loro utilizzo in selezione è molto più efficace degli LE-markers in quanto la forza del legame e dunque le ridotte probabilità di ricombinazione consente la scelta degli aplotipi favorevoli a livello di popolazione. Anche in questo caso, tuttavia deve essere prevista una verifica dell'associazione tra aplotipo dei marcatori e allele favorevole al gene anche se con intensità e frequenza inferiori rispetto al caso precedente.

La saturazione della mappa costituisce poi il passaggio obbligato per l'individuazione dei polimorfismi del gene associato al carattere. Solo dopo una localizzazione precisa è possibile infatti verificare quali geni di funzione nota sono mappati nelle regioni omologhe umane e murine. La combinazione delle informazioni di localizzazione e funzione conduce spesso all'individuazione di geni candidati per posizione per i quali è possibile realizzare studi molecolari atti a individuarne le mutazioni responsabili degli effetti sul carattere. Recentemente è stato identificato con questo percorso il gene DGTA1 e la mutazione responsabile di un effetto molto importante sul tenore in grasso nel bovino da latte (Grisart et al., 2002).

In conclusione, si può affermare che l'applicazione della selezione assistita da marcatori, soprattutto quella basata sugli LD-markers o assistita da geni costituisce un'interessante opportunità per la selezione di caratteri di onerosa misurazione su popolazioni numerose in specie di limitato valore delle produzioni individuali (Pagnacco e Carta, 2003). Ricerche accurate debbono ancora essere sviluppate al fine di quantificarne esattamente le potenzialità. La valutazione deve essere operata considerando opportunamente i vantaggi economici che se ne possono ottenere e i costi che si devono sostenere rispetto a un sistema che prevedesse, al contrario, l'approccio classico. La

tendenza sembra comunque essere quella di un costante ribasso dei costi che si devono sostenere per la realizzazione di analisi di genetica molecolare mentre difficilmente i costi relativi alla misura su grande scala dei fenotipi potranno subire il medesimo andamento in quanto ancora fortemente dipendenti dalla mobilitazione di manodopera per la visita e l'esecuzione di prelievi o misure negli allevamenti oltretutto al costo di eventuali determinazioni analitiche.

LE RICERCHE IN CORSO

Attualmente in Europa popolazioni sperimentali sono state create per la individuazione di QTL negli ovini da latte nell'ambito di un programma di ricerca Europeo (QLK5-CT-2000-00656; acronimo "genesheepsafety"). In particolare, è stata creata attraverso una collaborazione tra l'INRA francese e l'Istituto Zootecnico e Casario per la Sardegna una popolazione incrociata di tipo back-cross Sarda x Lacaune. L'incrocio tra razze diverse dovrebbe consentire di sfruttare il linkage disequilibrium tra loci il cui polimorfismo differisce nelle due razze. In quest'ottica, è stato realizzato un incrocio di ritorno tra le razze Sarda e Lacaune. Le due razze pur essendo entrambe selezionate per il latte mostrano numerose differenze sia per i caratteri produttivi che morfologici. In particolare, la razza Lacaune è di formato più grande e mostra livelli produttivi più elevati sia in termini quantitativi che di tenore in grasso e proteine. Altre differenze sono riscontrabili per il grado di copertura del velo e la morfologia mammaria. Le due razze hanno poi storie selettive completamente differenti. La razza Sarda viene selezionata praticamente da secoli, seppure in maniera empirica, per la produzione latte, anche se, in realtà, il vero obiettivo poteva considerarsi l'attitudine degli animali a cedere il latte con facilità alla mungitura manuale. Solo recentemente a partire dagli anni 80, in corrispondenza del diffondersi della mungitura meccanica e della fecondazione artificiale, la selezione è passata da un livello empirico all'organizzazione di un vero e proprio schema di selezione evoluto (Carta et al., 2002b). Al contrario la razza Lacaune veniva considerata tradizionalmente una pecora a duplice attitudine. Solo a partire dagli anni 60, in presenza di una situazione mercantile particolarmente favorevole per il formaggio Roquefort, si è deciso, dopo aver scartato l'ipotesi di un miglioramento delle caratteristiche produttive attraverso l'incrocio, di avviare uno schema di selezione per la razza in purezza (Barillet et al., 2001). Lo schema si è sin dall'inizio avvantaggiato del ricorso imponente alla fecondazione artificiale e si è sviluppato in un ambiente in cui la mungitura meccanica era ampiamente utilizza-

CARATTERI	PERIODICITÀ/STRUMENTI
<i>Caratteri produttivi</i>	
Produzione latte giornaliera	3 volte al mese/vaso elettronico INRA
% Grasso e Proteina	2 volte al mese/vaso elettronico INRA
Accrescimento (agnelle)	Pesate bimensili con bilance elettroniche
Peso (adulte)	Peso mensile con bilancia elettronica
Nota di stato corporeo	Mensile con scale lineari
Peso lana	Annuale/bilancia elettronica
Qualità lana	1 volta/misure obiettive+scale lineari
<i>Attitudine alla mungitura meccanica e morfologia mammaria</i>	
Cinetica emissione latte	mensile/vaso elettronico INRA
Morfologia mammaria	mensile/scale lineari
Misura apparato mammario	annuale/analisi foto digitali
<i>Resistenza alle malattie</i>	
Apparato mammario: cellule somatiche	2 volte al mese/vaso elettronico INRA
Apparato mammario: mastiti cliniche	giornaliera/visiva+test microbiologico
Resistenza ai parassiti gastro-intestinali	2-3 volte all'anno/conta uova fecali
Resistenza all'Oestrus ovis	Annuale/test ELISA
<i>Caratteri riproduttivi</i>	
Tasso ovulazione	Annuale/laparoscopia
Fertilità (dopo sincronizzazione)	Registrazione parti
Prolificità	Numero nati
Stagionalità estri	annuale anteriormente monta/Test Progesterone
Anticorpi anti PMSG	3 volte anno/test ELISA
Mortalità embrionale	Test Radio-immunologico della PSPB
<i>Valore nutrizionale del latte</i>	
Contenuto in CLA	Annuale/gascromatografo

Tab. 1 *Caratteri oggetto di studio nel programma di ricerca GeneSheepSafety*

ta. Con queste premesse la razza Lacaune ha incrementato molto rapidamente le sue potenzialità produttive, e oggi la pecora francese può essere considerata la razza lattifera per eccellenza. La razza Sarda, probabilmente a causa della differente storia selettiva e del differente ambiente di selezione, mostra una particolare facilità di mungitura, aspetto che pur non essendo fondamentale come nella mungitura manuale, rende più agevole e meno onerosa anche la mungitura meccanica. Inoltre, le due razze sono interessate da schemi di selezione organizzati, il che garantisce della verifica e applicazione dei risultati ottenuti dalla sperimentazione nelle popolazioni allevate in purezza.

La popolazione "backcross" è stata generata a partire dal 1998 con l'incrocio di 14 arieti elite di razza Lacaune con 200 pecore di razza Sarda. 10 maschi F1 nati da questi accoppiamenti ciascuno da un padre differente sono stati accoppiati nel 1999 con 2719 pecore di razza Sarda. Il risultato di questi accoppiamenti è stato di 967 agnelle con tre quarti di sangue sardo organizzate in famiglie di circa 100 pecore per famiglia. Il disegno sperimenta-

le per la detection di QTL è dunque un classico “daughter design” (Weller et al., 1990) seppure applicato a una popolazione backcross. Le pecore sono state allevate in una azienda sperimentale dell’IZCS, nel 2003 hanno completato la loro quarta lattazione e la loro eliminazione è avvenuta nel 2004. Le misure fenotipiche realizzate nella popolazione sono riassunte in tabella 1 (Carta et al., 2002a).

Nell’ambito del programma di ricerca europeo descritto in precedenza altre due popolazioni sono attualmente investigate per la ricerca di QTL negli ovini da latte. Nella razza Churra in selezione sono disponibili 11 famiglie di mezze sorelle per un protocollo del tipo daughter design con un approccio genome scan che prevede l’investigazione di caratteri produttivi, morfologici e di resistenza alle malattie. In Francia, sono disponibili invece 22 famiglie del tipo granddaughter appartenenti alle razze Lacaune, Manech e Basco-Bearnaise. In questo caso, solo alcune regioni cromosomiche individuate sulla base di risultati precedenti nei bovini vengono investigate per la loro associazione con i caratteri produttivi e di resistenza alle mastiti (Barillet et al., 2004).

RISULTATI DEL PROTOCOLLO SARDA X LACAUNE

Sino a oggi sono stati analizzati 131 microsatelliti diffusi in tutti gli autosomi ovini. Il livello di copertura di ciascun cromosoma e il contenuto informativo medio dei microsatelliti (% di femmine figlie di padri eterozigoti per le quali è possibile identificare l’allele ricevuto dal padre) sono riassunti in tabella 2.

La maggior parte dei cromosomi mostrano un livello di copertura sufficiente, mentre per alcuni con lunghezza del segmento analizzato o contenuto informativo limitati, sono in corso l’identificazione e l’analisi di ulteriori microsatelliti. A titolo d’esempio, i principali QTL identificati per i caratteri di produzione latte e composizione chimica in prima lattazione sono riportati in tabella 3 (Carta et al. 2003a; Barillet et al., 2004). I risultati dimostrano che il protocollo sperimentale in atto consente di identificare QTL con effetti di 0.5 deviazioni standard fenotipiche anche se il numero di famiglie informative è limitato a 3. Migliori risultati in termini di localizzazione dei QTL mostrati, nonché ulteriori posizioni significative potranno essere ottenuti quando saranno ultimate le determinazioni genotipiche per l’intero panel di microsatelliti e verranno analizzati i dati delle 4 lattazioni. Per tutti gli altri caratteri le analisi sono ancora in corso, ma i primi risultati confermano della esistenza di una certa componente genetica per la maggior parte dei caratteri riportati in tabella 1. Particolarmente interessanti appaiono i QTL evidenziati per il CLA, morfologia mammaria, il contenuto in cellule somatiche, la resistenza ai nematodi ga-

OAR	LT	LSA	NM	INF	OAR	LT	LSA	NM	INF
1	346	307	16	0.60	14	118	93	5	0.81
2	306	300	12	0.50	15	124	51	2	0.65
3	315	247	10	0.52	16	87	71	4	0.62
4	134	126	6	0.52	17	122	98	4	0.59
5	150	95	3	0.64	18	122	89	6	0.51
6	157	123	6	0.58	19	72	57	4	0.58
7	145	107	6	0.38	20	87	32	3	0.62
8	126	61	3	0.59	21	75	60	5	0.66
9	126	82	5	0.61	22	83	62	3	0.51
10	100	86	4	0.67	23	73	33	2	0.66
11	127	62	4	0.44	24	97	14	2	0.53
12	102	96	6	0.58	25	69	-	1	0.46
13	137	102	5	0.48	26	70	63	4	0.55

Tab. 2 *Statistiche descrittive del genome scan (LT=lunghezza cromosoma; LSA=lunghezza segmento analizzato; NM=numero marcatori; INF= contenuto informativo)*

stro-intestinali e all'Oestrus Ovis.(Carta et al., 2003c; Casu Sara et al., 2003; Rupp et al., 2003; Scala et al., 2002).

La realizzazione del protocollo sperimentale Sarda x Lacaune ha dunque consentito di evidenziare l'esistenza di una componente genetica per molti dei caratteri di nuovo interesse selettivo. Le informazioni ottenute costituiscono un'importante novità in quanto per la maggior parte dei caratteri l'approccio quantitativo classico per la stima dei parametri genetici e la valutazione dei riproduttori non è realizzabile a causa della difficoltà di raccogliere un numero sufficiente di dati nelle popolazioni in selezione. L'applicazione di queste scoperte alla selezione richiede l'esecuzione di ulteriori attività sperimentali. In particolare i QTL trovati devono essere localizzati più precisamente e deve essere confermata la loro segregazione nelle popolazioni allevate in purezza. Ulteriori attività sperimentali sono state dunque programmate con l'idea di base di utilizzare le informazioni ottenute con le ricerche precedenti per avviare lo studio del determinismo genetico di tali caratteri nella razza Sarda allevata in purezza. In pratica si tratta di accertare la segregazione nella razza Sarda dei QTL identificati nella popolazione back-cross, dopo averne meglio precisato la localizzazione nel genoma con la saturazione della mappa.

Il protocollo sperimentale prevede l'applicazione di un classico "*daughter design*" con la creazione di circa 20 famiglie di mezze-sorelle di arieti provenienti dal Centro di fecondazione artificiale e dunque rappresentativi della popolazione in selezione. Per ciascuna famiglia si prevede un numero di effettivi di 40 per un totale di 800 pecore. La generazione di tale popolazione è stata realizzata a partire dalle circa 800 femmine back-cross Sarda x Lacaune. Il genotipo di tale popolazione sarà costituito dunque per 7/8 da ge-

OAR	CARATTERE	MICROSATELLITE	POSIZIONE (cM)	P	FAMIGLIE	EFFETTO (σ_p)
1	Proteina %	MCM058	98	0.0054	1, 6, 8, 10	0.46/-0.71/-0.45/-0.51
3	Latte	BMC1009	168	0.0012	4, 6, 10	0.98/0.94/0.68
	Grasso	BMC1009	168	0.0234	4, 6, 10	0.82/0.93/0.44
	Proteina	BMC1009	166	0.0005	4, 6, 10	1.06/0.98/0.54
16	Latte	MAF214	34	0.0015	1, 7, 9	0.51/-0.57/1.06
	Grasso	MAF214	32	0.0037	1, 7, 9	0.38/-0.52/1.06
	Proteina	MAF214	32	0.0059	1, 7, 9	0.52/-0.44/1.01
20	Latte	BM1258	2	0.0034	6, 9, 10	-0.57/1.27/0.83
	Grasso	BM1258	0	0.0068	6, 9, 10	-0.56/1.05/0.69
	Proteina	BM1258	2	0.0104	6, 9, 10	-0.49/1.26/0.76
	Grasso %	OARH56	30	0.0005	1, 2, 4, 9	0.74/0.65/-0.64/-0.65

Tab. 3 *Principali QTL identificati per la produzione di latte e la composizione chimica (da Barillet et al., 2004)*

ni di provenienza dalla razza Sarda e per il restante 1/8 di provenienza La-caune. Il protocollo sperimentale consentirà comunque di individuare i QTL segreganti nella razza Sarda allevata in purezza in quanto il principio sul quale si fonda il “*daughter design*” è quello di ripartire la progenie di un ariete, in questo caso di razza Sarda, in due gruppi a seconda che abbiano ricevuto l’uno o l’altro segmento cromosomico dal padre e contrastarne il fenotipo di interesse. L’utilizzo delle madri backcross, delle quali si potrà determinare il genotipo ai loci marcatori scelti, consentirà di aumentare la percentuale di figlie di un ariete per le quali sarà possibile identificare il segmento cromosomico ricevuto dal padre. Tale aumento di informatività si traduce in un incremento della potenza del protocollo sperimentale, riducendo la dimensione media delle famiglie e consentendo un aumento del numero di famiglie oggetto di studio con una conseguente maggiore rappresentatività del gruppo di arieti studiato. La generazione di tale popolazione è iniziata nella campagna di monta 2001. Contemporaneamente si sta procedendo alla individuazione di nuovi marcatori per la saturazione della mappa genetica nelle zone di maggior interesse. Parte di queste attività sperimentali sono state recentemente finanziate dal MIUR nell’ambito di un programma di ricerca triennale che vedrà la sua conclusione nel 2007.

LA SELEZIONE PER LA RESISTENZA ALLA SCRAPIE

La scrapie è una malattia conosciuta da più di 200 anni ed è diffusa in tutto il mondo; solo l’Australia e la Nuova Zelanda ne sono ritenute ufficialmente

indenni. In Italia la malattia è stata segnalata per la prima volta nel 1976 in Piemonte (Cravero et al., 1977), in seguito è stata descritta sporadicamente in diverse regioni. L'importanza di fattori genetici nella modulazione della suscettibilità alla scrapie è conosciuta da molto tempo al punto che da alcuni autori la malattia era ritenuta ereditaria oltreché trasmissibile (Parry, 1960). In seguito, Hunter et al. (1994), hanno confermato che il gene che codifica per la PrP modula la suscettibilità alla malattia. I tentativi di eradicazione della scrapie con l'abbattimento degli animali con sintomatologia clinica e di quelli di coorte non hanno dato risultati validi nel passato, in particolare negli USA, paese nel quale l'inizio della lotta contro questa patologia risale al 1952. Piani di controllo della malattia basati sull'abbattimento del gregge infetto, sono stati da tempo avviati in Islanda. Nel piano islandese è prevista, nell'allevamento infetto, la soppressione totale del gregge, la distruzione delle strutture in legno e dei foraggi, la disinfezione degli edifici in muratura, l'aratura dei campi e infine il vuoto sanitario per tre anni. Il ripopolamento dell'allevamento è previsto con animali provenienti da greggi di aree ritenute indenni da scrapie. Il piano ancora non ha portato all'eradicazione della malattia e, seppure in una percentuale molto bassa di casi, la scrapie è riapparsa a distanza di anni in allevamenti ricostituiti. Un piano sanitario di questo genere è, in ultima analisi da ritenere particolarmente oneroso e non proponibile nella realtà zootecnica della Sardegna e di altre regioni europee. Fortunatamente, la scoperta del locus genico che modula la resistenza alla malattia e la disponibilità di tecniche molecolari per l'individuazione del genotipo "high throughput" e con relativo basso costo consentono oggi di avviare strategie di controllo basate sulla selezione genetica, peraltro rese obbligatorie dalla recente normativa europea. Le principali problematiche dell'attività di selezione in atto sono descritte di seguito. La resistenza alla scrapie costituisce il primo esempio di selezione fondata sulla conoscenza diretta del genotipo negli ovini da latte. L'esperienza che si realizzerà negli anni a venire consentirà senz'altro di acquisire l'esperienza necessaria per poter eventualmente implementare in un prossimo futuro la selezione per altri geni.

FREQUENZE ALLELICHE AL LOCUS PRP NELLA POPOLAZIONE DI RAZZA SARDA ISCRITTA AL LIBRO GENEALOGICO

Attualmente è in corso un programma di tipizzazione genetica degli animali iscritti al LG finanziato dal MIPAF che prevede il prelievo e l'analisi di circa 17.000 individui (2003-2004) appartenenti alle seguenti categorie di animali: i) la totalità degli arieti del centro di FA; ii) la totalità degli arieti in monta naturale iii) la totalità dei giovani maschi e una parte delle giovani femmi-

ALLELE	ARIETI FA (N=333)	ARIETI MN (N=551)	TOTALE (N= 884)
VRQ	0%	0%	0%
AHQ	12,5%	6,4%	8,7%
ARQ	50,1%	51,5%	51,0%
ARR	37,4%	42,1%	40,3%

Tab. 4 *Frequenze alleliche nei riproduttori maschi distinti per FA o MN*

ne di elevato pregio genetico per i caratteri produttivi. Obiettivo del programma è, oltre che il consolidamento della stima delle frequenze alleliche nella razza, l'acquisizione degli elementi per l'avvio dell'attività selettiva già a partire dalla campagna di monta del 2004. Al momento sono disponibili i dati della totalità degli arieti del centro di FA e di gran parte degli arieti che hanno funzionato nelle campagne di monta 2002 e 2003. Sono state inoltre ultimate le tipizzazioni genetiche di circa 6000 femmine di elevato pregio genetico per la produzione latte e di circa un migliaio di giovani arieti da avviare alla monta nel LG. Le frequenze alleliche e genotipiche attese (calcolate a partire dalle frequenze alleliche osservate) nella popolazione iscritta al LG sono riassunte nelle tabelle 4 e 5.

La tabella 4 mostra che non esistono differenze sostanziali tra le frequenze alleliche degli arieti di FA e quelli di MN a conferma che il prolungato utilizzo della FA consente oggi di considerare la razza Sarda iscritta al LG come un'unica popolazione genetica.

Sulla base di questi risultati la razza Sarda sembra collocarsi a un livello intermedio di resistenza con circa il 40% di alleli resistenti e il 60% di alleli di media suscettibilità, se si considera, come suggerito da Acutis et al. (2003) l'allele AHQ equivalente a un allele ARQ.

PROPOSTE OPERATIVE PER LA REALIZZAZIONE DI UNO SCHEMA DI SELEZIONE PER LA RESISTENZA ALLA SCRAPIE

L'incremento della frequenza dei genotipi resistenti e la diffusione di riproduttori verso la popolazione commerciale costituiscono i punti cruciali dello schema selettivo. Il loro raggiungimento presuppone strategie di lungo periodo che ottimizzino l'utilizzo delle risorse economiche disponibili e armonizzino la selezione per la resistenza alla Scrapie con quella per i principali caratteri produttivi e morfo-funzionali. La sfida che sta davanti ai responsabili delle scelte selettive è dunque quella di consentire una rapida evoluzione della totalità delle razze (LG e popolazione commerciale) verso la resistenza

GENOTIPO	FREQUENZE ATTESE
AHQ/AHQ	0,8%
AHQ/ARQ	8,9%
AHQ/ARR	7,0%
ARQ/ARQ	26,0%
ARQ/ARR	41,1%
ARR/ARR	16,2%

Tab. 5 *Frequenze genotipiche attese nella popolazione*

alla scrapie, minimizzando le perdite di progresso genetico sui caratteri produttivi e senza ritardare eccessivamente l'introduzione di altri caratteri di rilevanza economica. Il primo punto da affrontare è quello relativo alla dimensione del LG rispetto alla intera popolazione commerciale. Nella maggior parte delle razze italiane essa risulta già insufficiente per la diffusione del progresso genetico sui caratteri produttivi e potrebbe a maggior ragione risultare inadeguata se ci si trovasse di fronte a una forte domanda di arieti resistenti alla scrapie. Per tale ragione potrebbe essere utile prevedere la creazione di un gruppo di allevamenti, connessi al LG da una accertata consuetudine all'acquisto di riproduttori, che aderissero al piano di selezione per la scrapie senza sobbarcarsi la fatica della realizzazione dei controlli funzionali e dei gruppi di monta. Tale strategia dovrebbe evitare che allevamenti commerciali del tutto sconnessi dal LG si specializzassero nella produzione di riproduttori resistenti con una conseguente competizione con gli allevatori del LG nella vendita di riproduttori, senza alcuna garanzia del loro pregio genetico per le caratteristiche produttive e morfo-funzionali. Agli allevamenti non iscritti potrebbe essere consentito di diffondere arieti resistenti a patto che ne venga dimostrata la connessione con il LG. La dimensione di questa fascia di allevamenti dovrà essere valutata specificamente per ciascuna razza sulla base della domanda di maschi resistenti e delle frequenze alleliche di partenza.

L'introduzione di un nuovo obiettivo di selezione potrebbe comportare conseguenze negative sul progresso genetico per i caratteri produttivi essenzialmente dovute a quattro potenziali fattori (Fulsen et al., 2002):

- 1) un effetto diretto del gene PrP;
- 2) il linkage disequilibrium del locus PrP con un gene che abbia effetto sulle produzioni e che sia localizzato in prossimità del locus PrP;
- 3) un "effetto fondatore" per il quale vi è associazione tra il genotipo al locus PrP e il valore poligenico per i caratteri produttivi;
- 4) la perdita di pressione di selezione per il fatto che si è introdotto un altro obiettivo di selezione.

L'eventuale presenza di effetti legati ai primi due aspetti dovrebbe essere evidenziata da una differenza produttiva tra i genotipi al locus PrP dovuta o a un effetto diretto o al linkage con un altro gene implicato nel determinismo genetico di un carattere produttivo. In letteratura sono stati realizzati diversi studi i quali non hanno evidenziato alcun effetto (Elsen et al., 2002). Conclusioni più certe per i caratteri produttivi classici, si potranno avere non appena saranno disponibili la totalità dei genotipi programmati nella razza Sarda. Ulteriori informazioni scaturiranno dalla conclusione delle analisi realizzate nella popolazione sperimentale back-cross Sarda x Lacaune dove accanto ai caratteri produttivi classici sono stati anche misurati numerosi altri caratteri riproduttivi, di resistenza alle malattie, attitudine alla mungitura, morfologia mammaria e contenuto nel latte di acidi grassi di particolare effetto sulla salute umana.

Il terzo effetto, cioè la possibile associazione preferenziale tra un genotipo al locus PrP e il valore poligenico per i caratteri produttivi, non dovrebbe riguardare razze numerose come la Sarda, ma essere più facilmente riscontrabile in piccole popolazioni o a livello di singolo allevamento, dove i pochi riproduttori omozigoti resistenti potrebbero rivelarsi di valore poligenico negativo per i caratteri produttivi. In popolazione di grandi dimensioni, quali la Sarda un effetto di questo tipo potrebbe generarsi nel corso della selezione per la resistenza. Nella figura 4 è schematizzata la relazione che si potrebbe generare nel corso della selezione tra genotipi sensibili e valore poligenico per la produzione di latte. È infatti probabile che i riproduttori di genotipo omozigote sensibile che dovessero permanere in riproduzione nel corso del programma siano anche estremamente positivi per caratteri produttivi e morfo-funzionali. Ciò oltre a renderne estremamente difficoltosa l'esclusione dalla riproduzione, genererebbe negli allevatori il dubbio che i genotipi sensibili siano in realtà i più produttivi. Tale problematica può in effetti essere affrontata programmando per queste linee un piano di recupero attraverso il loro incrocio con femmine di genotipo omozigote resistente e l'allevamento preferenziale della progenie eterozigote.

Riguardo la perdita di progresso genetico dovuta alla riduzione di pressione di selezione sui caratteri produttivi, essa sarà inevitabile e determinata dall'enfasi che verrà posta sulla selezione per la resistenza alla scrapie e dalle frequenze alleliche di partenza (fig. 5).

Alcuni accorgimenti potrebbero limitarne l'impatto sui caratteri produttivi: 1) consentire l'impiego di arieti omozigoti sensibili a patto che essi siano di elevato pregio genetico per il latte e se ne allevi solo la progenie maschile eterozigote 2) negli allevamenti commerciali privilegiare comunque gli

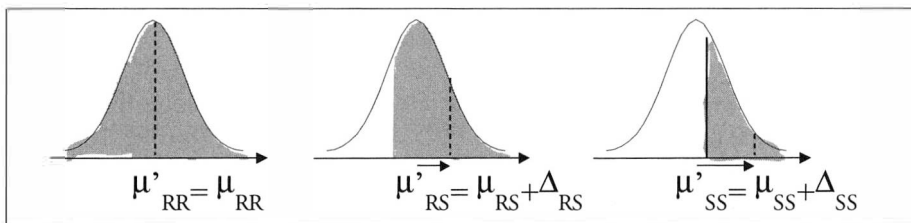


Fig. 4 *Associazione positiva tra genotipi sensibili e valore poligenico per un carattere quantitativo nel caso di selezione per la resistenza alla scrapie. (Δ_{SS} superiore a Δ_{RS} e Δ_{RR})*

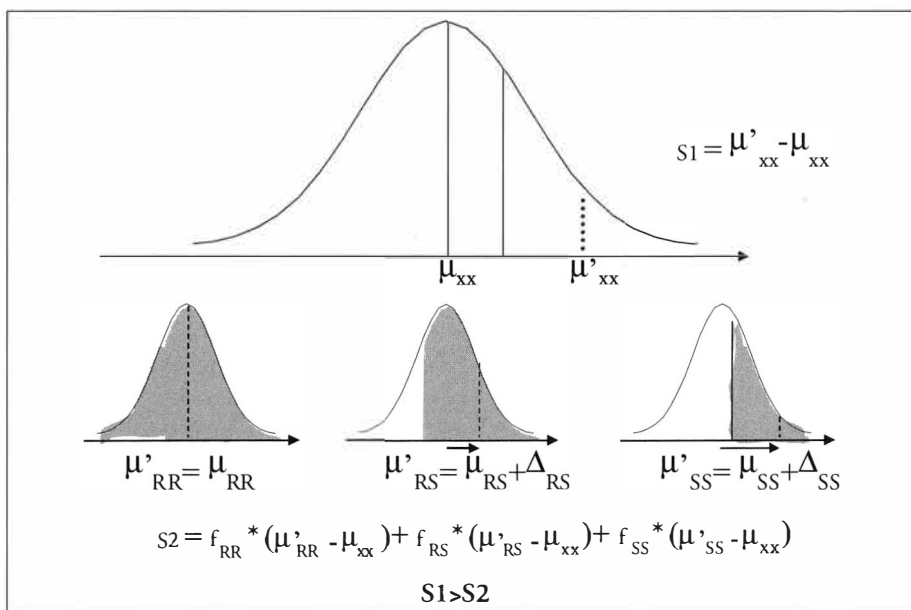


Fig. 5 *Perdita di progresso genetico per un carattere quantitativo per effetto dell'introduzione della selezione per la resistenza alla scrapie. (S1 realizzato su l'intera popolazione è sempre superiore alla media ponderata dei differenziali di selezione realizzati sui 3 genotipi [S2])*

arieti eterozigoti del LG rispetto agli omozigoti resistenti 3) classificare gli allevamenti oltreché per il loro livello di resistenza alla scrapie anche per il merito genetico globale secondo il loro livello di connessione con il LG. Un ulteriore utile accorgimento potrebbe essere quello di accorciare l'intervallo di generazione sulla via padre di ariete. Attualmente nella razza Sarda i giovani arieti sono ammessi alla prova di progenie se hanno un indice pedigree (media del valore genetico dei genitori) di almeno +20. Un ariete adulto viene,

invece, considerato miglioratore quando ottiene un indice, basato sulle produzioni di almeno 15 figlie, anch'esso uguale o superiore a +20. Questa regola, è fondata sul principio che un maschio possa generare altri riproduttori maschi e dunque avere un notevole impatto genetico sulla popolazione solo quando il suo valore genetico sia stato accertato con un minimo di precisione, che nel caso di caratteri che si manifestano solo sulle femmine, richiede la realizzazione delle produzioni delle figlie. La scelta di privilegiare l'accuratezza della stima del valore genetico, pur penalizzando l'intervallo di generazione sulla via padre di ariete (età media degli arieti quando nascono i figli ammessi alla riproduzione), costituisce per caratteri quantitativi del tipo della produzione latte il miglior compromesso. La situazione appare completamente ribaltata nel caso di un carattere quale la resistenza alla scrapie dove il valore genetico del padre, *i.e* il genotipo al locus PrP, può essere determinato con una precisione del 100% prima che il maschio raggiunga l'età riproduttiva. In questo caso attendere la prova di progenie per il suo utilizzo come padre di ariete appare chiaramente un danno in quanto si otterrebbe solo un ritardo nella diffusione degli alleli positivi nella popolazione senza il bilanciamento della migliore valutazione del suo genotipo. In questo caso, un ragionevole compromesso potrebbe essere quello di consentire l'utilizzo come padri di ariete dei giovani maschi che presentassero un indice pedigree almeno di +25 e genotipo omozigote resistente. Lo scarto tra il pedigree (+25) e la soglia da miglioratore (+20) dovrebbe ridurre il numero di arieti che a seguito della prova di progenie si trovassero al di sotto della soglia del miglioratore. In generale, lo schema di selezione della razza Sarda, si avvantaggia rispetto alle altre per un radicato ricorso sia alla pratica della FA che al gruppo di monta. Rispetto alle altre razze, dunque, la Sarda ha la possibilità di valorizzare anche le analisi genotipiche eventualmente realizzate sulle femmine. In FA si potranno infatti realizzare accoppiamenti programmati atti a produrre il maggior numero possibile di arieti omozigoti resistenti o a recuperare delle linee omozigoti sensibili. Allo stesso tempo anche i gruppi di monta potrebbero essere organizzati con lo stesso obiettivo. Il programma di analisi genotipiche attualmente in atto prevede la tipizzazione delle circa 6000 migliori pecore per il latte nate nelle annate 2001 e 2002. Ciò dovrebbe consentire già dalla campagna riproduttiva del 2004 gli accoppiamenti secondo gli obiettivi dello schema.

La selezione per la resistenza alla scrapie può effettivamente essere considerata la nuova sfida per gli organismi responsabili delle scelte selettive negli ovini. I rischi di una eccessiva enfasi su questo carattere sono legati alla conseguenze negative per la selezione sugli altri caratteri di interesse produttivo per i quali alcune razze stanno ottenendo interessanti risultati. Un program-

ma selettivo che non prevedesse quale luogo centrale della selezione i LG rischierebbe di provocare la completa disarticolazione dello schema piramidale di gestione della popolazione a causa della concorrenza di allevatori della popolazione commerciale che potrebbero specializzarsi nella produzione di riproduttori resistenti. A tale riguardo si raccomanda di classificare gli allevamenti che eventualmente aderissero allo schema di selezione per la scrapie senza partecipare a quello per i caratteri produttivi sulla base del loro livello di connessione con il LG. Nel presente lavoro sono state presentate alcune possibili strategie per la riduzione dell'impatto negativo sulla produzione della selezione per i genotipi resistenti alle EST. Studi più accurati di modellizzazione stocastica delle strategie selettive (Casu Sara, 1998) sono comunque necessari al fine di ottimizzare la gestione delle risorse economiche e i risultati ottenibili.

CONCLUSIONE

In un prossimo futuro, gli schemi di selezione degli ovini potranno giovare di informazioni provenienti da protocolli sperimentali volti alla identificazione di QTL e geni con effetti su caratteri di rilevanza economica la cui misura nelle popolazioni in selezione risulta particolarmente onerosa. La valorizzazione delle stesse presuppone lo sviluppo di tecniche di analisi molecolare "high throughput" che consentano la genotipizzazione di un gran numero di animali a costi compatibili con i vantaggi economici della selezione. Ai responsabili delle decisioni selettive, spetta di modellizzare correttamente lo schema di selezione al fine di consentire progressi su la totalità dei caratteri di interesse e aumentare il valore economico globale degli animali. L'esperienza che si realizzerà nei prossimi anni con la selezione per la resistenza alla scrapie consentirà certamente di acquisire esperienze importanti sia in termini di ottimizzazione delle tecniche di analisi del DNA che di modellizzazione della selezione.

RIASSUNTO

La selezione delle specie animali di interesse zootecnico si è tradizionalmente fondata sulla combinazione delle informazioni fenotipiche e genealogiche, le quali attraverso una complessa elaborazione matematico-statistica consentono di classificare i riproduttori per il loro valore genetico additivo. Tale approccio ha consentito di realizzare formidabili progressi genetici in alcune specie e in particolare nei bovini da latte. Negli ovini, le limitazioni relative alla riproduzione artificiale e l'elevato costo

di registrazione dei dati produttivi, se confrontati al valore economico del singolo capo, non hanno consentito di pervenire ai medesimi risultati, anche se per alcune razze del bacino Mediterraneo sono stati comunque sviluppati schemi di selezione efficaci. Più recentemente, lo sviluppo delle tecniche di analisi molecolare del genoma ha messo a disposizione dei "breeders" strumenti selettivi quali il polimorfismo di alcune geni o l'identificazione di zone (QTL), più o meno precisamente localizzate, implicate nel determinismo genetico di caratteri di interesse economico. Nella relazione viene valutato l'impatto che la genetica molecolare e la sua applicazione possono avere sugli schemi di selezione degli ovini da latte. In particolare si descrivono lo stato attuale della selezione, gli approcci disponibili per l'identificazione di QTL e geni, i primi risultati delle sperimentazioni in corso e le loro possibilità di applicazione. Un paragrafo verrà dedicato alla selezione per la resistenza alla scrapie che costituisce il primo formidabile esempio di applicazione della genetica molecolare alla selezione degli ovini.

ABSTRACT

The genetic improvement of the main livestock species has been traditionally based upon the field data collection of individual phenotypic performances and blood relationships between them. The whole process of predicting the breeding value of the animals to subsequently select the genetically superior parents of the next generation is entirely based on sophisticated computations. This approach has been largely successful in improving the performances of domestic animals in the last century. When compared to other species, dairy sheep have some features that determine the potential results of a breeding programme. Firstly, due to the physiological and biological characteristics of the sheep, the use of artificial insemination is limited, secondly each individual recording of any trait is much more costly if compared to dairy cattle due to the low individual income from one ewe. However, since recently effective breeding schemes for milk traits have been set up in Mediterranean areas. Nowadays, the development of molecular techniques for genome studies provide to breeders information on gene polymorphisms or genome regions controlling the traits of economic interest. In this paper, it is discussed the potential impact of molecular genetics and its application on breeding schemes of dairy sheep. Particularly, it is described the current state, the main approaches to detect QTL or genes, the preliminary results of the current experimental designs and their potential impact. A specific paragraph is dedicated to selection for Scrapie resistance that constitutes the first example of molecular genetics applied to dairy sheep breeding.

BIBLIOGRAFIA

ACUTIS P.L., LIGIOS C., FRAGHÌ A., RU G., MAESTRALE C., RIINA M.V., VACCARI G., AGRIMI U., CARAMELLI M., CARTA A. (2003): *Susceptibility to scrapie of AHQ allele in Italian sheep population*, Proc. International Conference on Methods for Control of Scrapie, Oslo, 15-16 May 2003.

- BARILLET, F., MARIE C., JACQUIN M., LAGRIFFOUL G., ASTRUC J.M. (2001): *The French Lacaune dairy sheep breed: use in France and abroad in the last 40 years*, «Livest. Prod. Science», 71 (2001), pp. 17-29.
- BARILLET F., ARRANZ J.J., CARTA A. (2004): *Mapping quantitative trait loci for milk production and genetic polymorphisms of milk proteins in dairy sheep*, «Genet. Sel. Evol.», in corso di pubblicazione.
- CARTA A., BARILLET F., ET AL. (2002a): *QTL detection with genomic markers in a dairy sheep backcross Sarda x Lacaune resource population*, Proc. 7th WCGALP, Montpellier, France Paper pp. 1-40.
- CARTA A., DE CANDIA M., FOIS N., LEDDA A., LIGIOS C., MOLLE S., SANNA S.R., SCALA A., CASU S. (2002b): In «Datasheet on Sardinian breed – Animal Health and production compendium». CAB International, Oxon, UK.
- CARTA A., BARILLET F., CASU SARA., CRIBIU E.P., ELSÉN J.M., FRAGHI A., MURA L., SCHIBLER L. (2003a): *A genome scan to detect QTL affecting dairy traits in a dairy sheep backcross Sarda x Lacaune population*, Proc. ASPA 15th Congress, Parma, 18-20 June, pp. 31-33.
- CARTA A., UGARTE E. (2003b): *Breeding goals and new perspectives in dairy sheep programs*, 54th EAAP Annual Meeting, 31 August-2 September, Rome, Italy. Book of Abstract, p. 330.
- CARTA A., PIREDDA G., FIORI M., LEROUX C., BARILLET F. (2003c): *A genome scan to detect QTL for CLA content in the milk fat of dairy sheep*, 54th EAAP Annual Meeting, 31 August-2 September, Rome, Italy. Book of Abstract, p. 89.
- CASU S., MARIE-ÉTANCELIN C., SCHIBLER L., CRIBIU E., MURA L., SECHI T., FRAGHI A., CARTA A., BARILLET F. (2003): *A genome scan to identify quantitative trait loci affecting udder morphology traits in dairy sheep*, Proc. of IWMGQSG, Tolosa 8-11 Dicembre, Communication, pp. 2-19.
- population. Proc. ASPA 15th Congress, Parma, Italy, 18-20 June 31-33.
- CASU S. (1998): *Modélisation de la sélection pour la résistance à la tremblante chez les ovins*. Memoire de DEA de Biologie des Populations, Génétique et Eco-Ethologie, Université de Tours-INAPG.
- CRAVERO G., GUARDA F., DOTTA U., GUGLIELMINO R. (1977): *La scrapie in pecore di razza biellese. Prima segnalazione in Italia*, «La Clinica Veterinaria», 100, 1, p. 1-14.
- DEKKERS J.C.M. (2003): *Commercial application of marker and gene-assisted selection in livestock: strategies and lessons*, EAAP Rome 2003, Book of Abstracts, p. 4.
- ELSÉN J.M., ANDREOLETTI O., BARILLET F., FRANÇOIS D., LANTIER F., MORENO C., PALHIÈRE I., SCHELCHER F. (2002): *Le contrôle des pathologies des petits ruminants par la génétique, avec l'exemple des EST*, xv Congr. Naz. SIPAOC. Chia (CA) 11-14 september 2002.
- GRISART B., COPPIETERS W., FARNIR F., KARIM L., FORD C., BERZI P., CAMBISANO N., MNI M., REID S., SIMON P., SPELMAN R., GEORGES M., SNELL R. (2002): *Positional candidate cloning of a QTL in dairy cattle: identification of a missense mutation in the bovine DGAT1 gene with major effect on milk yield and composition*, «Genome Res.», 12 (2002), pp. 222-231.
- HUNTER N., GOLDMANN W., SMITH G., HOPE J. (1994): *The association of a codon 136 PrP gene variant with the occurrence of natural scrapie*, «Archives of Virology», 137, pp. 171-177.

- PAGNACCO G., CARTA A. (2003): *Animal Breeding from Infinitesimal model to MAS: the case of a backcross design in dairy sheep (Sarda x Lacaune) and its possibile impact on selection. IW Marker assisted selection: a fast track to increase genetic gain in plant and animal breeding?* 17-18 Ottobre 2003, Torino.
- PARRY H.B. (1960): *Scrapie: a trasmissibile and hereditary disease of sheep*, «Nature», 185, pp. 441-443.
- RUPP R., SCHIBLER L., CRIBIU E., AMIGUES Y., BOSCHER M.Y., MURA L., SECHI T., FRAGHÌ A., CASU S., BARILLET F., CARTA A. (2003): *Evidence of chromosomal regions controlling somatic cell counts in dairy sheep from two QTL detection projects*, Proc. of IWMGQSG, Tolosa 8-11 Dicembre. Communication, pp. 2-32.
- SANNA S.R., CASU S., CARTA A. (2002): *Breeding programmes in dairy sheep*, 7th WCGALP, Montpellier, France (2002), Paper, pp. 1-34.
- SCALA A., CARTA A., LIGIOS S., BARILLET F., GRUNER L. (2002): *Resistenza genetica ai nematodi g.i. degli ovini: ricerca di QTL sul cromosoma 3*, Atti XV Congresso Nazionale S.I.P.A.O.C., Cagliari 11-14 Settembre 2002, p. 46.
- WELLER J.I., KASHI Y., SOLLER M. (1990): *Power of daughter and granddaughter designs for determining linkage between marker loci and quantitative trait loci in dairy cattle*, «J. Dairy Sci.», 73 (1990), pp. 2525-2537.

ALDO MARONGIU*

Ruolo e attività dell'istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna nel settore delle produzioni lattiero-casearie

L'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna (IZS) svolge da tempo in collaborazione con AASSLL, NAS e altre Istituzioni, un'attività di controllo ufficiale della filiera lattiero-casearia, al fine di garantire al consumatore la qualità igienico-sanitaria dei prodotti. Tale attività si svolge in un contesto legislativo riferibile a normative regionali, nazionali e comunitarie.

Il DPR 54/97, in recepimento della Direttiva CE 92/46, rappresenta in questo senso la norma nella quale vengono stabilite le norme sanitarie per la produzione e la commercializzazione del latte e dei prodotti a base di latte destinati al consumo umano, indicandone anche i valori limiti riguardo alle caratteristiche igienico-sanitarie e di composizione.

Il Regolamento CE 178/2002 che stabilisce i principi e i requisiti generali della legislazione alimentare ha introdotto il principio di autocontrollo nella produzione primaria, coinvolgendo l'Ente in questa problematica.

L'attività dell'IZS, in questi ambiti, è rappresentata da controlli analitici di tipo fisico-chimico, microbiologico e tossicologico riguardanti la materia prima (latte crudo), i semilavorati, i prodotti finiti, nonché su parametri di igiene ambientale e di benessere animale. In questo senso l'IZS ha un ruolo da protagonista nella verifica dell'autocontrollo di tutte le componenti della filiera lattiero-casearia.

Contemporaneamente l'IZS svolge attività di consulenza e formazione volte agli operatori del settore, sia del mondo produttivo (allevatori, tecnici lattiero-caseari) che dell'assistenza tecnica e del controllo ufficiale (veterinari, ecc). In questo modo contribuisce alla crescita del settore e fornisce un importante sostegno alle produzioni regionali.

La necessità di trovare soluzioni a problematiche presenti nel territorio e

* *Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna*

migliorare il servizio reso all'utenza condiziona la scelta delle ricerche scientifiche svolte dall'Istituto, che cerca anche, con questa attività, di affrontare aspetti poco considerati da normative che tendono a privilegiare le produzioni di latte vaccino, trascurando quelle di latte ovino e caprino.

Si ricordano in proposito recenti ricerche sulla presenza di microrganismi patogeni e contaminanti prodotti come il Fiore Sardo e il Pecorino Romano e sull'individuazione del valore soglia del contenuto in cellule somatiche nel latte ovi-caprino.

Finito di stampare
nel mese di giugno 2005
dalla Tipografia ABC
Sesto Fiorentino - Firenze

