

I GEORGOFILI

Quaderni



IL BENESSERE ANIMALE E LA QUALITÀ DELLE PRODUZIONI NEI PICCOLI RUMINANTI

Volume a cura di Giuseppe Pulina e Daniela Brandano

Università di Sassari



Dipartimento di Scienze Zootecniche



Regione Autonoma della Sardegna
Assessorato Agricoltura
e Riforma Agro Pastorale

*A cura di: Giuseppe Pulina
Daniela Brandano*

Volume pubblicato con i contributi finanziari di:

- Regione Autonoma della Sardegna e Assessorato per l'Agricoltura e Riforma Agro Pastorale*
- Ministeri delle Politiche Agricole e Forestali (progetto Ben-o-lat) e dell'Istruzione e dell'Università e Ricerca (progetto Intellatte).*

*Copyright © 2006
Accademia dei Georgofili
Firenze
<http://www.georgofili.it>*

Proprietà letteraria riservata

*Supplemento a «I Georgofili. Atti dell'Accademia dei Georgofili»
Anno 2005 - Serie VIII - Vol. II (181° dall'inizio)*

Edizione e impaginazione:



Avenue media

Via Riva Reno, 61 - 40122 Bologna
Tel. 051 6564311 - Fax 051 6564350
E-mail: avenuedia@avenuedia.it
www.avenuedia.it

È vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata,
compresa la fotocopia, anche ad uso interno o didattico, non autorizzata.

BRUNO STEFANON*, ANTONIO PIRISI**, MAURA FARINACCI*,
SANDY SGORLON*, ANNA NUDDA***

Benessere animale e riflessi sulla qualità delle produzioni

PREMESSA

Il benessere animale è definito come una situazione che, oltre all'assenza di malattie, permette di estrinsecare le normali funzioni fisiologiche ed etologiche degli animali.

L'interazione continua con l'ambiente, nella sua accezione più generale che comprende anche l'alimentazione e i rapporti con gli altri animali e con l'uomo, comporta una serie di adattamenti metabolici indirizzati al mantenimento di uno stato fisiologico (OMEORESI), rispettando nel contempo, attraverso un efficiente sistema a feed-back, la costanza di una data funzione (OMEOSTASI). Entrambi questi meccanismi, omeoretico e omeostatico, sono necessari affinché l'animale mantenga inalterato l'equilibrio fisiologico.

Gli studi sul benessere animale richiedono di affrontare due aspetti fondamentali fra di loro connessi: la definizione del benessere e la scelta degli indicatori più appropriati per misurarlo. In altri termini, lo stress può essere un indicatore del benessere animale a condizione che esso determini una risposta biologica misurabile (Bertoni, 2002; Bertoni e Calamari, 2001). D'altra parte, lo stesso termine stress non è ben definito nel mondo animale, in quanto si riferisce generalmente a quelle condizioni che sottopongono a forza o a sollecitazione un sistema. A differenza di molte malattie, lo stress non ha una eziologia e una prognosi definita. Secondo Moberg (2000) lo stress può essere definito come la risposta biologica ad eventi che un individuo "percepisce" come minaccia alla propria omeostasi. La reazione dell'animale allo stress può comportare un miglioramento delle condizioni di vita, e solo quando si ha un peggioramento del benessere si osserva il cosiddetto distress.

La risposta biologica allo stress può, quindi, essere valutata dal punto di vista biomolecolare, biochimico, fisiologico, immunitario, patologico, comportamentale, produttivo o riproduttivo, a seconda della prospettiva sperimentale che il ricercatore si pone.

* *Dipartimento di Scienze Animali, Università di Udine*

** *Istituto Zootecnico e Caseario per la Sardegna, Regione Bonassai, Olmedo*

*** *Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università di Sassari*

Le condizioni di allevamento associate a stress sono numerose. Nei ruminanti da latte, un periodo particolarmente a rischio è il periparto (transition period), che si caratterizza spesso per malattie che possono essere di origine metabolica (ad esempio chetosi, collasso puerperale), o condizionate, in quanto riconoscono una componente infettiva, amplificata a sua volta dall'ambiente e dall'alimentazione (mastiti, ritenzione di placenta, zoppie, metriti ecc.). Secondo Galligan e Ferguson (1996) il 50% delle lattazioni è associata ad almeno una o più dismetabolie in questo periodo. Inoltre, durante il periodo di transizione si verifica uno stato di immunodepressione che facilita la comparsa di patologie ed affezioni di varia natura e che è stato associato alla maggiore frequenza di ritenzione degli invogli fetali (Cai et al., 1994) o ad una più elevata sensibilità per le mastiti ambientali (Drackley, 1999).

In molti casi si presentano in allevamento condizioni di stress di origine cognitiva, causate da pratiche di gestione dell'allevamento, come lo spostamento di animali da un gruppo ad un altro (Stelwagen et al., 2000), l'introduzione di innovazioni tecnologiche in mungitura (Sorensen et al., 2001) o l'utilizzo del pascolo (De Lauwere et al., 2000). Altri possibili fattori causali di stress cognitivo possono essere legati a modifiche degli orari di esecuzione delle attività routinarie di stalla (ritmo di distribuzione degli alimenti, intervalli di mungitura). Secondo Moberg (2000), qualora gli animali percepiscano le variazioni ambientali come disagio, si possono verificare variazioni di tipo produttivo e successivamente modificazioni metaboliche ed endocrine (ghiandole surrenali) e della risposta immunitaria.

Altri comuni fattori di stress negli allevamenti sono legati alle dimensioni e al tipo di pavimentazione delle cuccette, il grado di pulizia, i tipi di cattura e di contenimento, l'interazione con gli addetti, le tipologie dei percorsi e della movimentazione per la mungitura, l'impianto di mungitura e la sua gestione, la dieta e i piani alimentari.

Anche le condizioni climatiche possono indurre stress negli animali. Uno degli effetti dello stress termico nel bovino è costituito dall'alterazione delle funzioni linfocitarie, anche se i risultati sono a volte contrastanti. Secondo Kelley et al. (1982) lo stress da caldo non influenza la proliferazione di cellule mononucleate nel sangue periferico, mentre in due studi successivi effettuati in vitro è stato dimostrato che stress termici brevi ed intensi riducono la risposta delle cellule mononucleate ai mitogeni e riducono la vitalità cellulare (Elvinger et al., 1991; Kamwanja et al., 1994). In uno studio *ex vivo* realizzato di recente è stato infine rilevato che nella bovina da latte lo stress termico da caldo moderato non modifica la capacità delle cellule mononucleate di rispondere alle sollecitazioni indotte dall'uso dei mitogeni (Lacetera et al., 2002).

Modelli semplici di stress sono stati proposti sperimentalmente; essi prevedo-

no, ad esempio, la somministrazione di endotossine batteriche (Elsasser et al., 1999; Steiger et al., 1999) e di ACTH (Bage et al., 2000; Ishizaki e Kariya, 1999) che possono rappresentare, rispettivamente, un sistema di valutazione della risposta animale ad agenti infettivi o a stress cognitivo e non cognitivo, comunque mediato da ormoni surrenalici, riconducibile quindi sia a modificazioni metaboliche che ambientali. Fra gli altri sistemi di induzione di stress in condizioni controllate, l'innalzamento termico rappresenta un modello semplice e interessante, in quanto provocherebbe effetti sulla risposta endocrina ed immunitaria diversi da quelli riscontrati per i primi due (Lacetera et al., 2002).

Tutti gli eventi stressori hanno un costo biologico per l'individuo. Per molti stress, il costo è di limitata intensità perché l'evento è di breve durata. Inoltre, mentre un singolo evento stressorio non ha un costo biologico elevato, stress multipli o ripetuti nel tempo sono spesso additivi e comportano un costo superiore alle normali funzioni biologiche oppure determinano lo sviluppo di patologie. Gli eventi stressori inibiscono la deposizione di energia sulla massa magra e grassa e comportano una riduzione dell'accrescimento (Laugero e Moberg, 2000). Una comune osservazione nei bovini da latte è che le vacche maggiormente stressate da fattori nutrizionali ed ambientali, come evidenziato da perdita di condizione corporea, sono le più predisposte ad ammalarsi (Drackley, 1999).

Per poter capire e descrivere l'effetto della presenza di stress, o assenza di benessere, è necessario disporre di una combinazione di misure di tipo comportamentale, fisiologico, immunitario, produttivo e riproduttivo, che possono dare una stima più accurata del benessere animale (von Borrel, 1995). Infatti, la chiave per identificare un appropriato ambiente in senso lato per gli animali è l'utilizzo di un adeguato range di marcatori di benessere (Broom, 1997).

La scelta delle misure da realizzare per descrivere la risposta biologica allo stress deve essere effettuata in relazione ai modelli utilizzati per la ricerca, anche se alcuni indicatori possono essere considerati comuni e quindi utilizzabili per valutare la presenza di modificazioni dell'omeostasi. I parametri dello stato ossidativo dell'organismo rappresentano un utile strumento d'indagine in quanto la loro modificazione è stata messa in relazione sia a risposte immunitarie (Broom, 1997; Vider et al., 2001), sia a variazioni endocrine, metaboliche e produttive (Zecconi et al., 2003) sia a stress termici (Bernabucci et al., 2002). Numerose ricerche hanno sottolineato l'importanza della somministrazione di antiossidanti naturali per il controllo dei radicali liberi dell'ossigeno e, quindi, sullo stato antiossidante dell'organismo nell'uomo e negli animali da laboratorio (Agarwal e Rao, 2000; Bagchi et al., 2000; Beatty et al., 2000; Jewell e O'Brien, 1999; Lu e Foo, 2000), mentre ancora ridotte sono le informazioni sul ruolo che questi composti potrebbero esercitare nel controllo dello stress e quindi della risposta immunitaria, produttiva e riproduttiva nei ruminanti da latte (Colitti et al., 2000;

2002; Stefanon et al., 2005; Sgorlon et al., in press).

Uno dei più importanti effetti legati all'aumento della secrezione di glucocorticoidi durante lo stress riguarda la risposta con metaboliti essenziali che diverto-no glucosio dai muscoli verso il cervello ed altri tessuti. Alcuni noti stressor associati ad un aumento di cortisolo nel bovino, indotto dall'asse HPA (ipotalamo, ipofisi, surrene), sono riportati in Tabella 1.

Stressor	Riferimento
Trasporto	Locatelli et al. (1989); Swanson e Morrow-Tesch (2001)
Temperatura ambientale	Wise et al. (1988)
Isolamento	Apple et al. (2005)
Parto	Forsberg (2004)
Tecniche di mungitura	Samuelsson et al. (1996); Hopster et al. (2002)
Interventi chirurgici	Fisher et al. (2001); Mudron et al. (2005)

Tab. 1 *Stressors associati ad aumento di secrezione di cortisolo indotti dall'asse HPA (ipotalamo, ipofisi, surrene) nel bovino*

DISPONIBILITÀ ENERGETICA, BENESSERE ANIMALE E QUALITÀ DEL LATTE

In base a queste considerazioni, le ricerche mirate a definire indicatori oggettivi di condizioni di stress e gli effetti sulle funzioni degli animali di allevamento rappresentano uno degli obiettivi prioritari delle produzioni animali, in quanto rispondono ad esigenze normative comunitarie, ad un miglioramento dell'efficienza degli allevamenti e ad aspettative dell'opinione pubblica.

Un aspetto spesso richiamato, anche se non facile da dimostrare, riguarda i riflessi che lo stress di breve o di lunga durata ha sulla qualità dei prodotti animali. Considerata la vastità della problematica, in questa sede saranno esaminati i risultati di alcune ricerche che hanno preso in considerazione le relazioni fra situazioni stressanti di diverso tipo e caratteristiche qualitative del latte ovino e bovino.

La risposta allo stress ha un costo biologico per l'organismo e coinvolge quindi le condizioni energetiche dell'animale. Recenti studi hanno messo in evidenza come le caratteristiche casearie del latte dei piccoli ruminanti dipendano, fra l'altro, da un insieme di fattori fra i quali l'interazione animale-ambiente occupa senza dubbio un posto preminente. Il "malessere" da stress degli animali in allevamento, può incidere, anche in maniera notevole, sulle prestazioni degli stessi in termini produttivi e sulle caratteristiche qualitative della materia prima latte. Sia nel primo che nel secondo caso i danni economici per l'allevatore e per l'industria casearia di trasformazione possono essere notevoli.

Relativamente ai piccoli ruminanti, pecora e capra in particolare, è opportuno

ricordare che la disponibilità di lavori scientifici è molto scarsa. Alcune ricerche condotte in Italia su ovini da latte di razza Comisana, hanno evidenziato che lo spazio libero disponibile e l'esposizione alle intense radiazioni solari influenzano significativamente i livelli produttivi degli animali, la composizione del latte e il suo comportamento alla coagulazione (Sevi et al., 2001; Sevi et al., 2002). Inoltre, gli stessi autori hanno mostrato come lo spazio libero disponibile per la pecora incida in maniera rilevante sulla insorgenza di mastiti a carico dell'apparato mammario e sull'aumento della concentrazione di alcuni batteri patogeni (*Escherichia coli* e stafilococchi) nel latte (Sevi et al., 1999).

In un'esperienza su pecore di razza Sarda (Pulina et al., 2006), sottoposte a restrizione alimentare (50% del livello di ingestione ottimale) per un breve periodo di tempo (3 giorni), è stato evidenziato un calo della produzione di latte di oltre il 25%. La produzione è rimasta più bassa rispetto al gruppo di controllo anche dopo una settimana dalla rimozione dell'evento stressorico (-16%). La conta delle cellule somatiche (CCS) è aumentata di oltre 4 volte nel gruppo sottoposto a restrizione alimentare (Ln CCS 5,34 vs 4,76) ed è rimasto più elevato nel gruppo sottoalimentato anche durante il periodo di recupero (Ln CCS 5,4 vs 4,8). La risposta degli animali allo stress alimentare di breve periodo non è stata influenzata dalle condizioni corporee degli animali e l'entità di perdita produttiva è risultata simile negli animali con alto e con basso body condition score (BCS). Al contrario, la riduzione della produzione di grasso nel latte negli animali con restrizione alimentare ha riguardato quelli con alto BCS. Una restrizione alimentare per 3 giorni consecutivi è stata inoltre sufficiente a determinare dei cambiamenti nel profilo acido del grasso del latte con risposta differente a seconda delle condizioni corporee dell'animale (Nudda et al., 2006). Probabilmente la velocità di risposta degli animali sottoposti a fenomeni di sottotutrizione potrebbe essere differente in relazione alla loro condizione corporea.

Tali risultati costituiscono un fatto di notevole rilevanza essendo il latte di pecora, per la sua quasi totalità, trasformato in formaggio. Di conseguenza una variazione nella sua composizione fisico-chimica e nel suo comportamento alla coagulazione potrebbero condurre a problemi di tipo tecnologico oltre che a un decadimento delle caratteristiche qualitative del prodotto finito.

La disponibilità energetica è quindi un fattore di rilievo per la risposta dell'animale allo stress. Un ulteriore aspetto da considerare è il tipo di substrato energetico utilizzato dall'animale (Figura 1). La disponibilità di amido nella dieta, e quindi di glucosio, comporta infatti un aumento del glucosio e delle fase anaerobica della glicolisi e dell'ossidazione diretta del glucosio, con un innalzamento del potere riducente sotto forma di NADH e di NADPH. La fase aerobica del glucosio, in una condizione che non comporti attività aerobiche, può risultare limitata e l'utilizzazione di ossigeno ridotta. Diversamente, la maggiore disponibilità

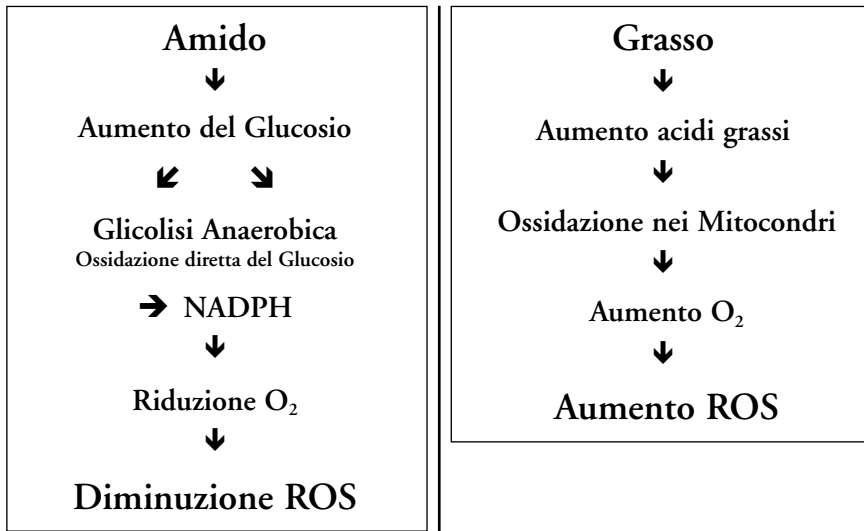


Fig. 1 Relazione fra tipo di substrato energetico e produzione di specie reattive dell'ossigeno (ROS)

di trigliceridi nella dieta comporta necessariamente un'attivazione dei sistemi di ossidazione mitocondriale degli acidi grassi, con un incremento delle reazioni di ossidoriduzione e un consumo di potere riducente. A parità di ingestione di energia è quindi presumibile che una dieta a più elevato contenuto di grasso possa determinare un aumento di specie reattive dell'ossigeno (ROS), e quindi condizioni di stress ossidativo, rispetto a una dieta dove l'energia sia fornita sotto forma di amido. Una recente esperienza su pecore in lattazione ha permesso di verificare che la sostituzione dell'amido nella razione con una quantità equivalente di energia sotto forma di grasso comporta un aumento dello stress ossidativo negli

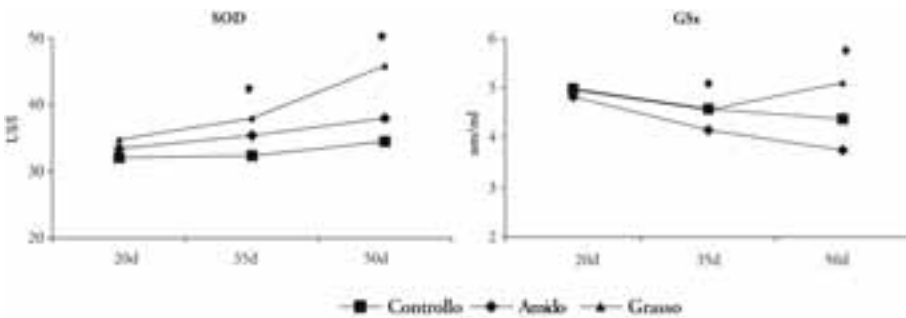


Fig. 2 Attività ematica della superossido dismutasi (SOD) e concentrazione di glutazione (GSx) di pecore in lattazione in seguito alla somministrazione di diete isoenergetiche con contenuti variabili di grasso e di amido.

Controllo: 22% di amido e 3% di grasso; Amido: 28% di amido e 2% di grasso; Grasso: 16% di amido e 6% di grasso;

■ = differenza significativa per $P < 0,05$

animali, valutabile in termini di variazione di attività dell'enzima superossidodismutasi (SOD) e della concentrazione di glutazione (GSx) nel sangue (Fig. 2). L'effetto della composizione della dieta risulta rilevante anche sull'attività delle cellule della ghiandola mammaria (Colitti et al., 2005). Nella stessa ricerca è stato infatti riportato un aumento dell'espressione genica di enzimi coinvolti nel controllo dello stress ossidativo e una variazione significativa del turn-over cellulare (Fig. 3). I riflessi dell'aumento dello stress ossidativo, e delle ripercussioni nega-



Fig. 3 Variazione dell'indice di proliferazione e di apoptosi cellulare nella ghiandola mammaria ($P < 0,05$) delle pecore indotto dalle modificazioni della dieta (Colitti et al., 2005)

tive sul benessere animale, sono stati osservati anche sul latte. Come atteso, gli animali alimentati con razioni più ricche di grasso hanno prodotto un latte con una maggiore concentrazione di grasso ma l'effetto indotto dall'alimentazione è stato evidente anche sul contenuto di cellule somatiche e sull'attività del lisozima (Fig. 4), i cui valori sono aumentati in seguito alla somministrazione della razione con maggiore quantità di grasso.

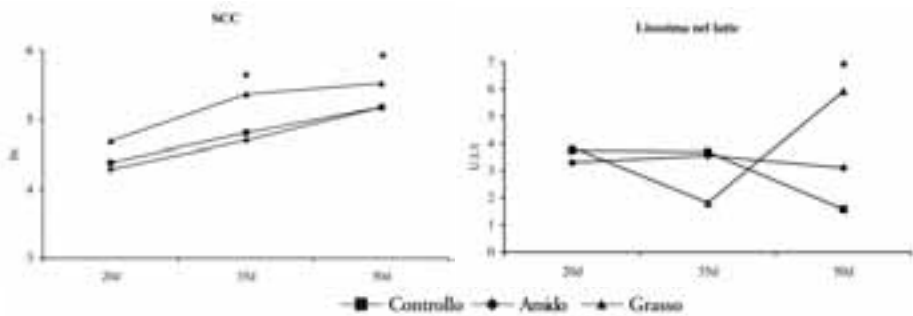


Fig. 4 Cellule somatiche e attività del lisozima nel latte di pecore in lattazione in seguito alla somministrazione di diete isoenergetiche con contenuti variabili di grasso e di amido.

Controllo: 22% di amido e 3% di grasso; Amido: 28% di amido e 2% di grasso; Grasso: 16% di amido e 6% di grasso;

■ = differenza significativa per $P < 0,05$

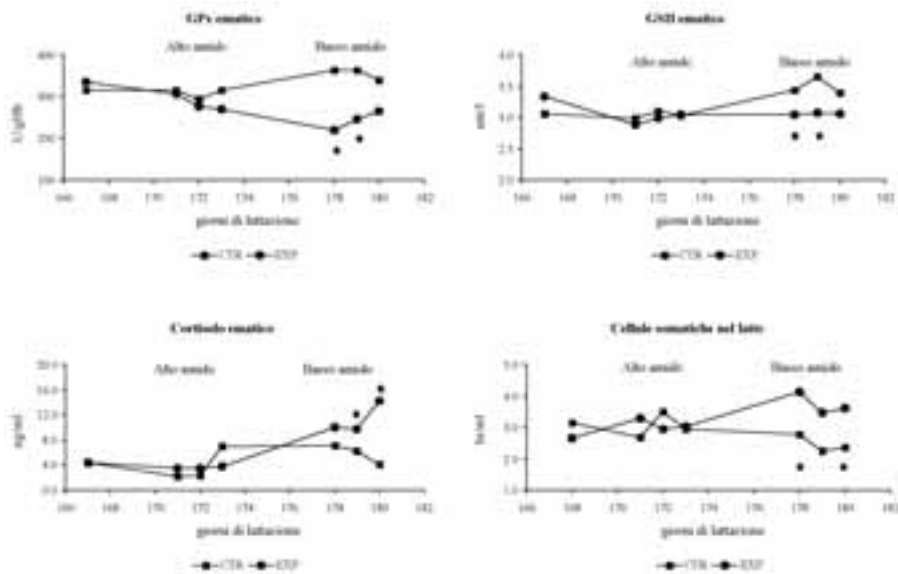


Fig. 4 Variazioni dei parametri di stress ossidativo nel sangue (glutazione perossidasi, GPx, e glutazione ridotto, GSH), del cortisolo e delle cellule somatiche nel latte di bovine a metà lattazione in seguito a repentine modificazioni del contenuto di amido nella dieta (Stefanon et al., 2003). ■ = differenza significativa per P < 0,05.

Esperienze analoghe, realizzate su bovine a metà lattazione (Stefanon et al., 2003), hanno inoltre evidenziato che variazioni repentine e rilevanti della quantità di amido e di grasso nella dieta inducono una condizione di stress ossidativo che coinvolge anche il sistema HPA (ipotalamo, ipofisi, surrene) con la conseguente stimolazione nella liberazione di cortisolo (Fig. 5). Lo stress causato dalla riduzione dell'amido, e quindi del glucosio disponibile per il metabolismo, si riflette in un aumento significativo del numero di cellule somatiche del latte nel gruppo sperimentale.

STRESS, FUNZIONALITÀ DELLA GHIANDOLA MAMMARIA E QUALITÀ DEI PRODOTTI

La relazione fra disponibilità di principi nutritivi e qualità del latte, mediata dallo stress ossidativo, coinvolge tuttavia numerosi sistemi volti al mantenimento dell'omeostasi dell'organismo. Uno dei principali fenomeni interessati è probabilmente il controllo delle giunzioni intercellulari (tight junctions) delle cellule della ghiandola mammaria. In condizioni normali le cellule secretici della mammella presentano dei collegamenti che garantiscono la separazione fisica fra il sangue e il latte (Fig. 6), mentre nelle situazioni di stress si osserva una rottura, seppure parziale, delle giunzioni che consente il trasferimento di alcuni com-

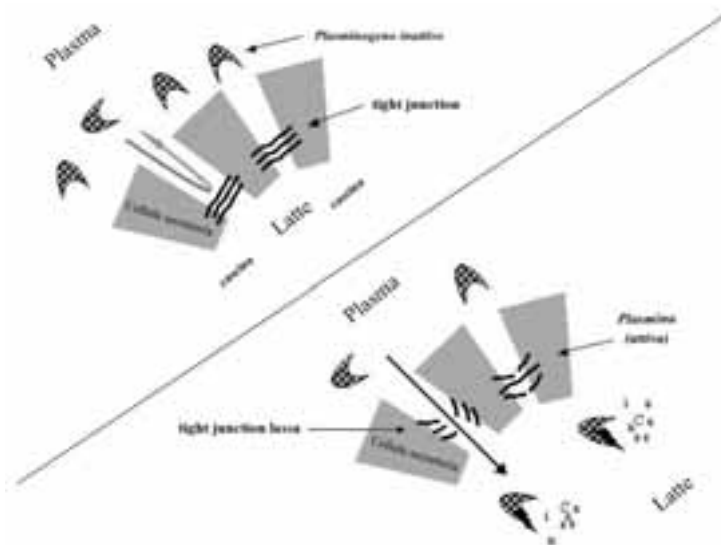


Fig. 6 *Integrità delle tight-junctions, sistema plasminico nel sangue e nel latte e proteolisi delle caseine (adattato da Wilde J.C., comunicazione personale)*

posti e cellule fra i liquidi biologici. Fra i diversi composti particolare attenzione è stata rivolta al plasminogeno, una proteina che nel latte si attiva in plasmina. Gli studi realizzati da Sorensen et al. (2001) hanno confermato che in condizioni di sofferenza della ghiandola mammaria si assiste a una maggiore permeabilità del suo epitelio. La concentrazione di plasminogeno e di plasmina nel latte degli animali sottoposti a 3 mungiture al giorno, una condizione che si ritiene possa ridurre lo stress della mammella, è infatti risultata significativamente inferiore rispetto alle bovine che venivano munte due volte al giorno. Nella stessa prova, il rapporto di sodio e potassio nel latte (Fig. 7) è risultato maggiore nelle

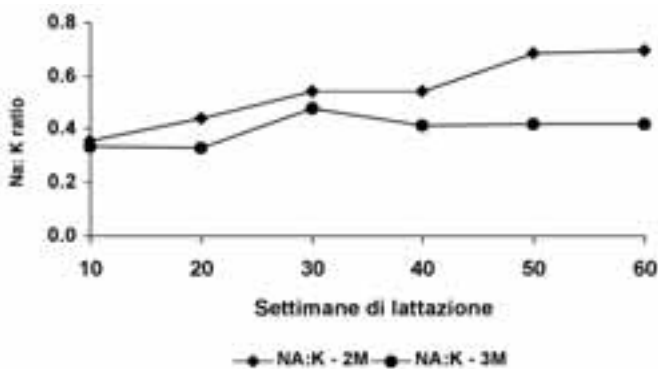


Fig. 7 *Effetto di 2 o 3 mungiture (2M; 3M) sul rapporto di sodio e potassio nel latte durante la lattazione (Sorensen et al., 2001)*

bovine sottoposte a due mungiture. La concentrazione di sodio, infatti, è maggiore nei liquidi extracellulari (sangue) rispetto a quelli intracellulari, dove prevale il potassio, e quindi l'aumento della permeabilità dell'epitelio mammario determina un maggiore passaggio nel latte del primo rispetto al secondo.

Un'ulteriore conferma sperimentale del danno causato dallo stress all'integrità delle tight junctions è stata evidenziata da uno studio in bovine in lattazione (Stelwagen et al., 2000). Gli animali sono stati sottoposti ad uno stress da isolamento che ha determinato un aumento a livello ematico sia del cortisolo, sia del lattosio, uno zucchero, quest'ultimo, normalmente non presente nel sangue. Gli autori hanno concluso che lo stress cognitivo ha comportato un aumento della permeabilità dell'epitelio mammario con un conseguente trasferimento di composti dal latte al sangue e viceversa.

L'insieme di queste ricerche indicano quindi che le diverse tipologie di stress, ossidativo, cognitivo o ambientale, incidono sul benessere dell'animale e quindi sul funzionamento della mammella, condizionando la secrezione del latte. I riflessi sulla qualità del latte sono numerosi e comprendono sia un aumento delle cellule somatiche, sia una variazione di alcuni composti di provenienza ematica. In particolare, l'effetto sul sistema plasminogeno/plasmina causa una elevata idrolisi delle caseine, particolarmente della frazione beta, con un notevole aumento di peptidi e della frazione gamma, e conseguente decadimento della qualità tecnologica del latte (Sorensen et al., 2001; Srinivasan e Lucey, 2002).

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il ruolo delle condizioni di benessere degli animali in allevamento sulla qualità dei prodotti è un argomento che merita di essere attentamente considerato. Le normative europee in tema di animal welfare sono state infatti pensate in primo luogo prevalentemente a difesa della qualità di vita, rispondendo a una crescente attenzione pubblica e dei consumatori per le tematiche della tutela degli animali. I riflessi che le condizioni di allevamento possono avere anche sulla qualità dei prodotti sono comunque altrettanto interessanti e ben presto è stata compresa l'utilità di valutare gli effetti che le diverse situazioni di benessere e di stress hanno su alcune delle loro caratteristiche qualitative intrinseche.

La presente rassegna riporta alcuni avanzamenti di studi e di ricerche condotte in questo ambito ed evidenzia la complessità delle risposte dei sistemi biologici ad eventi ambientali di diverso tipo ed intensità, indicando la necessità di un approccio multidisciplinare, in grado di integrare conoscenze di base, tipiche delle scienze biologiche, con quelle della fisiologia, della nutrizione e dei sistemi di allevamento.

RIASSUNTO

Le ricerche mirate a definire indicatori oggettivi di condizioni di stress e gli effetti sulle funzioni degli animali di allevamento rappresentano uno degli obiettivi prioritari delle produzioni animali, in quanto rispondono ad esigenze normative comunitarie, ad un miglioramento dell'efficienza degli allevamenti e ad aspettative dell'opinione pubblica.

In questa rassegna sono raccolte alcune recenti esperienze che indicano come alcuni fattori alimentari e di allevamento siano in grado di condizionare la risposta biologica dei ruminanti da latte, ovini e bovini, e di influire quindi sulla qualità della vita degli animali e i riflessi che sulla qualità delle produzioni lattiero casearie.

La complessità delle risposte dei sistemi biologici ad eventi ambientali di diverso tipo ed intensità, indica la necessità di un approccio multidisciplinare, in grado di integrare conoscenze di base, tipiche delle scienze biologiche, con quelle della fisiologia, della nutrizione e dei sistemi di allevamento.

SUMMARY

Recent studies have been focused to the definition of markers of animal welfare and stress in farm animals. Consumer's concern, European directives and regulations consider that the quality of life is one of the paramount target for animal science, although this has not to be detrimental for the efficiency and quality of productions.

In the review, recent advances and researches indicate that some dietary aspects and farm conditions can influence the biological response of dairy ruminants, cattle and sheep, and modifies the quality of life of animals and quality of milk and dairy products.

The complexity of animal response to environmental factors, variable for type and intensity, requires a multidisciplinary approach, which integrates biological, physiological, nutritional and animal production sciences.

BIBLIOGRAFIA

APPLE, J.K., KEGLEY, E.B., GALLOWAY, D.L., WISTUBA, T.J., RAKES, L.K. 2005. *Duration of restraint and isolation stress as a model to study the dark-cutting condition in cattle*. J. Anim. Sci. 83:1202-1214.

AGARWAL, S., RAO, A.V. 2000. *Carotenoids and chronic diseases*. Drug Metabol. Drug Interact. 17:189-210.

BAGCHI, D., BAGCHI, M., STOHS, S.J., DAS, D.K., RAY, S.D., KUSZYNSKI, C.A.,

JOSHI, S.S., PRUESS, H.G. 2000. *Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention*. Toxicology. 148:187-197.

BAGE, R., FORSBERG, M., GUSTAFSSON, H., LARSSON, B., RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. 2000. *Effect of ACTH-challenge on progesterone and cortisol levels in ovariectomised repeat breeder heifers*. Anim. Reprod. Sci. 63:65-76.

BEATTY, E.R., O'REILLY, D., ENGLAND, T.G., MCANLIS, G.T., YOUNG, I.S., HALLIWELL, B., GEISSLER, C.A., SANDERS, T.A.B., WISEMAN, H. 2000. *Effect of dietary quercetin on oxidative DNA damage in healthy human subjects*. Br. J. Nutr. 84:919-925.

BERNABUCCI, U., RONCHI, B., LACETERA, N., NARDONE, A. 2002. *Markers of oxidative status in plasma and erythrocytes of transition dairy cows during the hot season*. J. Dairy Sci. 85:2173-2179.

BERTONI, G. 2002. *Il benessere animale: sue motivazioni e criteri di valutazione*. Bollettino Società Agraria di Lombardia "Atti della Società Agraria di Lombardia", fascicolo n°1, III serie, anno CXLI: 29-70.

BERTONI, G., CALAMARI, L. 2001. *Animal welfare and human needs: are they contradictory?* 3rd Congress of the European Society for Agricultural and Food Ethics (Eursafe 2001), Florence, October 3-5, 23-30.

BROOM, D.M. 1997. *Welfare evaluation*. Appl. Anim. Behav. Sci. 54:21-23.

CAI, T.Q., WAGNER, W.C., WESTONE, P.G. 1994. *Association between neutrophil functions and peripartum disorders in cows*. Am. J. Vet. Res. 55:934-942.

COLITTI, M., STRADAIOLI, G., STEFANON, B. 2000. *Effect of Vitamin E Deprivation on the involution of mammary gland in sheep*. J. Dairy Sci. 83:345-350.

COLITTI, M., STRADAIOLI, G., STEFANON, B. 2002. *Regulation of mRNA expression of phase I and phase II enzymes in blood following administration of tomato and grape extracts in sheep*. 1st European Symposium Bioactive Secondary Plant Products in Veterinary Medicine. Institute for Applied Botany, University of Veterinary Medicine. Vienna, p. 32, Vienna 4-5 October 2002.

COLITTI, M., STRADAIOLI, G., STEFANON, B. 2005. *Mammary cell turnover in lactating ewes is modulated by changes of energy fuels*. Res. Vet. Sci. 78:53-59.

DE LAUWERE, C.C.K., IPEMA, A.H., LOKHORST, C., METZ, J.H.M., NOORDHUIZEN, J.P.T.M., SCHOUTEN, W.G.P., SMITS, A.C. 2000. *Effect of sward height and distance between pasture and barn on cows' visits to an automatic milking system and other behaviour*. Livest. Prod. Sci. 65:131-142.

DRACKLEY, J.K. 1999. *Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier?* J. Dairy Sci. 82:2259-2273.

ELSASSER, T.H., SARTIN, J.L., MARTINEZ, A., KAHL, S., MONTUENGA, L., PIO, R., FAYER, R., MILLER, M.J., CUTTITTA, F. 1999. *Underlying disease stress augments plasma and tissue adrenomedullin (AM) responses to endotoxin: colocalized increases in AM and inducible nitric oxide synthase within pancreatic islets*.

Endocrinology. 140:5402-5411-

ELVINGER, F., HANSEN, P.J., NATZKE, R.P. 1991. *Modulation of function of bovine polymorphonuclear leukocytes and lymphocytes by high temperature in vitro and in vivo*. Am. J. Vet. Res. 52:1692-1698.

FISHER, A.D., KNIGHT, T.W., COSGROVE, G.P., DEATH, A.F., ANDERSON, C.B., DUGANZICH, D.M., MATTHEWS, L.R. 2001. *Effects of surgical or banding castration on stress responses and behaviour of bulls*. Aust. Vet. J. 79:279-284.

FORSBERG, N.E. 2004. *Recent insights into ruminant immune function: effects of stress and immunostimulatory nutritional products*. Online: <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2004/Forsberg.pdf>

GALLIGAN, D.T., FERGUSON, J.D. 1996. *Prevention and treatment of post-partum diseases*. Proc. of The Penn Annual Conference: <http://cahpwww.nbc.upenn.edu/pc96/prvnttrtpd.html>.

HOPSTER, H., BRUCKMAIER, R.M., VAN DER WERF, J.T.N., KORTE, S.M., MACUHOVA, J., KORTE-BOUWS, G., VAN REENEN, C.G. 2002. *Stress responses during milking: comparing conventional and automatic milking in primiparous dairy cows*. J. Dairy Sci. 85:3206-3216.

ISHIZAKI, H., KARIYA, Y. 1999. *Effects of peripheral blood polymorphonuclear leukocyte function and blood components in Japanese black steers administered ACTH in a cold environment*. J. Vet. Med. Sci. 61:487-492.

JEWELL, C., O'BRIEN, N.M. 1999. *Effect of dietary supplementation with carotenoids on xenobiotic metabolising enzymes in the liver, kidney and small intestine of the rat*. Br. J.Nutr. 81:235-242.

KAMWANJA, L.A., CHASE, JR. C.C., GUTIERREZ, J.A., GUERRIERO, V.J., OLSON, T.A., HAMMOND, A.C., HANSEN, P.J. 1994. *Responses of bovine lymphocytes to heat shock as modified by breed and antioxidant status*. J. Anim. Sci. 72:438-444.

KELLEY, K.W., OSBORNE, C.A., EVERMANN, J.F., PARISH, S.M., GASKINS, C.T. 1982. *Effects of chronic heat and cold stressors on plasma immunoglobulin and mitogen-induced blastogenesis in calves*. J. Dairy Sci. 65:1514-1528.

LACETERA, N., BERNABUCCI, U., RONCHI, B., SCALIA, D., NARDONE, A. 2002. *Moderate summer heat stress does not modify immunological parameters of Holstein dairy cows*. Int. J. Biometeorol. 46:33-37.

LAUGERO, K.D., MOBERG, G.P. 2000. *Summation of behavioral and immunological stress: metabolic consequences to the growing mouse*. Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab. 279: E44-E49.

LOCATELLI, A., SARTORELLI, P., AGNES, F., BONDILOTTI, G.P., RICOTTI, G.B. 1989. *Adrenal response in the calf to repeated simulated transport*. Br. Vet. J. 145:517-522.

LU, Y., FOO, L.Y. 2000. *Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace*. Food Chem. 68:81-85.

MOBERG, G.P. 2000. *Biological response to stress: implication for animal welfare*. In: *The Biology of Animal Stress: Basic Principle and Implications for Animal Welfare*. CAB International, pp.1-21.

MUDRON, P., REHAGE, J., SALLMANN, H.P., HÖLTERSINKEN, M., SCHOLZ, H. 2005. *Stress response in dairy cows related to blood glucose*. *Acta Vet. Brno* 74:37-42.

NUDDA, A., FANCELLO, S., MAZZETTE, A., BATTACONE, G., PULINA, G. 2006. *Influence of short-term feed restriction on milk fatty acid profile in dairy ewes*. *J. Dairy Sci.* (Suppl. ADSA Congress). In press.

PULINA, G., MAZZETTE, A., BATTACONE, G., NUDDA, A. 2006. *Influence of short-term feed restriction on milk production traits of Sarda dairy ewes*. *J. Dairy Sci.* (Suppl. ADSA Congress). In press.

SAMUELSSON, B., UVNÄS-MOBERG, K., GOREWITZ, R.C., SVENNERSTEN-SJAUNJA, K. 1996. *Profiles of the hormones somatostatin, gastrin, CCK, prolactin, growth hormone and cortisol*. I. *In dairy cows that are milked and fed separately or milked and fed simultaneously*. *Livest. Prod. Sci.* 46:49-56.

SEVI, A., ANNICCHIARICO, G., ALBENZIO, M., TAIBI, L., MUSCIO, A., DELL'AQUILA, S. 2001. *Effects of solar radiation and feeding time on behaviour, immune response and production of lactating ewes under high ambient temperature*. *J. Dairy Sci.* 84:629-640.

SEVI, A., MASSA, S., ANNICCHIARICO, G., DELL'AQUILA, S., MUSCIO, A. 1999. *Effect of stocking density on the ewes milk yield, udder health and micro-environment*. *J. Dairy Res.* 66:489-499.

SEVI, A., ROTUNNO, T., DI CATERINA, R., MUSCIO, A. 2002. *Fatty acid composition of ewe milk as affected by solar radiation and high ambient temperature*. *J. Dairy Res.* 69:181-194.

SGORLON, S., STRADAIOLI, G., ZANIN, D., STEFANON, B. *Biochemical and molecular responses to antioxidant supplementation in sheep*. *Small Rum. Res.* In press, available online 23 may 2005.

SORENSEN, B.A., MUIR, D.D., KNIGHT, C.H. 2001. *Thrice-daily milking throughout lactation maintains epithelial integrity and thereby improves milk protein quality*. *J. Dairy Res.* 68:15-25.

SRINIVASAN, M., LUCEY, J.A. 2002. *Effects of Added Plasmin on the Formation and Rheological Properties of Rennet-Induced Skim Milk Gels*. *J. Dairy Sci.* 85:1070-1078.

STEFANON, B., BINDA, E., CASIRANI, G., SUMMER, A., MARINELLI, L., GABAI, G. 2003. *Metabolic and oxidative stress response to abrupt dietary starch variation in dairy cows*. 54th Annual Meeting EAAP, August-September, Rome, Wageningen Academic Publishers, p. 181.

STEFANON, B., SGORLON, S., GABAI, G. 2005. *Usefulness of nutraceuticals in controlling oxidative stress in dairy cows around parturition*. *Vet. Res. Com.* 29 (Suppl.

2):387-390.

STEIGER, M., SENN, M., ALTREUTHER, G., WERLING, D., SUTTER, F., KREUZER, M., LANGHANS, W. 1999. *Effect of a prolonged low-dose lipopolysaccharide infusion on feed intake and metabolism in heifers*. J. Anim. Sci. 77:2523-2532.

STELWAGEN, K., HOPSTER, H. VAN DER WERF, J.T.N., BLOKHUIS, H.G. 2000. *Effects of isolation stress on mammary tight junctions in lactating dairy cows*. J. Dairy Sci. 83:48-51.

SWANSON, J.C., MORROW-TESCH, J. 2001. *Cattle transport: Historical, research, and future perspectives*. J. Anim. Sci. 79 (E. Suppl.):E102-E109.

VIDER, J., LEHTMAA, J., KULLISAAR, T., VIHALEMN, T., ZILMER, K., KAIRANE, C., LANDOR, A., KARU, T., ZILMER, M. 2001. *Acute immune response in respect to exercise-induced oxidative stress*. Pathophysiology 7:263-270.

VON BORREL, E. 1995. *Neuroendocrine integration of stress and significance of stress for the performance of farm animals*. Appl. Anim. Behav. Sci. 44:219-227.

WISE, M. E., ARMSTRONG, D.V., HUBER, J.T., HUNTER, R., WIERSMA, F. 1988. *Hormonal alterations in the lactating dairy cow in response to thermal stress*. J. Dairy Sci. 71:2480-2485.

ZECCONI, A., PICCININI, R., STEFANON, B., TESTONI, S., GABAI, G. 2003. *Relationship between blood metabolic and endocrine parameters and blood and milk immune parameters in dairy heifers*. Milchwissenschaft 58:242-245.