



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI**

---

*SCUOLA DI DOTTORATO IN*

**RIPRODUZIONE, PRODUZIONE, BENESSERE ANIMALE E SICUREZZA DEGLI  
ALIMENTI DI ORIGINE ANIMALE**

Direttore Prof. Giovanni Garippa

*INDIRIZZO IN: Produzione e Sicurezza degli Alimenti di Origine Animale (XXIII CICLO)*  
(coordinatore: prof. Basilio Floris)

**Salvaguardia della biodiversità e sostenibilità  
della filiera caprina in Sardegna attraverso  
la valorizzazione di prodotti a base di carne:  
tecnologia e caratteristiche microbiologiche,  
reologiche e nutrizionali di prosciutti stagionati**

Docente Guida  
Chiar.ma Prof.ssa Rina Mazzette

Direttore  
Prof. Giovanni Garippa

Tesi di dottorato della  
dr.ssa Rita Melillo

**ANNO ACCADEMICO 2009-2010**

## **PREMESSA**

La biodiversità è un importante componente della sostenibilità dei sistemi naturali e degli allevamenti perché prerequisito della complessità che caratterizza gli ecosistemi. L'elevata specializzazione dovuta alla selezione degli animali d'allevamento, concentrata solo in poche razze altamente produttive, pone in pericolo la diversità genetica e lo sviluppo di una agricoltura sostenibile (Boehncke,1997).

La salvaguardia della biodiversità rappresenta quindi un'azione politica prioritaria non solo per la conservazione delle risorse genetiche animali, ma anche per la sopravvivenza economica di molte aree marginali, rivestendo un ruolo significativo sotto il profilo ecologico, sociale e culturale di un territorio, delle comunità rurali e delle loro tradizioni (Ajmone Marsan,2008; Matassino D.,1996; ConSDABI,2002).

La politica comunitaria (Reg.n.870/2004) considera la permanenza delle popolazioni nelle aree rurali essenziale per la salvaguardia dell'ambiente, attribuendo alle comunità agricole un ruolo fondamentale nella protezione delle biodiversità.

In questo contesto è chiaro come i concetti di tipicità delle produzioni agro-alimentari e biodiversità siano strettamente correlati, e come la valorizzazione dei prodotti tipici possa rappresentare una strategia per la difesa delle razze locali.

La caratterizzazione dei prodotti ottenuti da razze autoctone è il contributo che la ricerca scientifica può fornire per la loro valorizzazione e la loro sopravvivenza.

La Sardegna è una regione ad elevata vocazionalità per l'allevamento caprino, nell'isola viene allevato il 24% del patrimonio caprino nazionale. In Sardegna è presente una razza caprina autoctona, la Sarda. Questa è una razza ad attitudine lattifera, dotata di buona rusticità, capace di sfruttare le scarse risorse alimentari e le ridotte disponibilità di acqua tipiche dei mesi estivi, soprattutto di alcune zone dell'isola. Il reddito principale dell'allevamento caprino in Sardegna deriva dalla produzione casearia, sia in azienda che a livello industriale. In questo contesto la produzione della carne assume uno spazio economico marginale, ed è quasi

esclusivamente rappresentata dal capretto da latte (Regione Autonoma della Sardegna, 2007). La carne ottenuta da soggetti adulti risulta ancora economicamente sottovalutata, le iniziative di promozione si affidano quasi esclusivamente a manifestazioni fieristiche o sagre, senza interventi concreti sui fattori che ne limitano la competitività sul mercato.

Nell'ottica della sostenibilità della filiera e della sopravvivenza della razza autoctona, l'utilizzazione di soggetti adulti di capre di razza Sarda per la preparazione di prosciutti crudi stagionati potrebbe essere un valido strumento di valorizzazione e sfruttamento delle carcasse degli animali a fine carriera. Ciò permetterebbe agli allevatori un'integrazione del reddito senza aumentare i costi di gestione anche in considerazione delle difficoltà che sta affrontando il comparto lattiero-caseario.

A questo proposito esistono esperienze positive, descritte in altre realtà rurali italiane, di valorizzazione della filiera caprina attraverso la promozione di prodotti di nicchia, quali il violino di capra (Paleari et al., 2008).

Questa tipologia di prodotti inoltre, a parte il mercato tradizionale che sempre di più dimostra di apprezzare prodotti tipici, potrebbe rivolgersi a mercati alternativi ma fortemente in espansione. Implementando infatti su larga scala le macellazioni rituali si potrebbe far ottenere alla carne caprina locale, ed agli insaccati stagionati da essa ottenuti, le certificazioni Kosher ed Halal.

La ricerca si propone l'approfondimento dell'attitudine alla trasformazione della carne di capra, proveniente da soggetti di razza Sarda, in prosciutti crudi stagionati, caratterizzando il prodotto sotto il profilo microbiologico, chimico-fisico e di composizione. L'influenza della razza sulla qualità delle produzioni e sulle caratteristiche del prosciutto è valutata attraverso il confronto con i dati ottenuti su un'altra razza caprina, anch'essa non specializzata nella produzione della carne, la razza Maltese.

# **RASSEGNA BIBLIOGRAFICA**

## ***Salvaguardia della Biodiversità***

L'Assemblea Generale delle Nazioni Unite ha dichiarato il 2010 "Anno Internazionale della Biodiversità" per evidenziare come la riduzione della varietà delle forme viventi e la semplificazione dei paesaggi, ossia la perdita di biodiversità dovuta all'attività umana, è oggi una delle preoccupazioni di maggiore importanza su scala mondiale. Una serie quasi ininterrotta di iniziative di sensibilizzazione si sono susseguite a livello mondiale, coinvolgendo sia il campo scientifico che quello dell'iniziativa pubblica e privata.

La preoccupazione per questa tematica ha richiamato l'attenzione già da molti decenni del legislatore, nazionale e internazionale, sulla necessità di tutelare la diversità biologica, in quanto elemento "necessario" per il mantenimento generale dell'equilibrio ecologico.

## **Politiche Internazionali**

Sin dai primi anni del 1900 si è avvertito il bisogno di istituzionalizzare la cooperazione internazionale in materia di salvaguardia delle specie animali ma è solo nell'ultimo trentennio del secolo scorso che si è modificato l'approccio ai temi della difesa dell'ambiente e delle specie.

La Dichiarazione di Stoccolma (1972) può essere considerata una tappa fondamentale della politica internazionale ambientale, con essa viene messo in luce il legame fra protezione ambientale, sviluppo economico e tutela dei diritti umani.

Cominciando da questa, le nazioni del mondo hanno adottato più di 70 dichiarazioni, carte e trattati che cercano di costruire una cooperazione globale che protegga l'ambiente e integri conservazione e sviluppo.

La Carta Mondiale della Natura, adottata dalla Assemblea delle Nazioni Unite nel 1982, è un documento centrale nello sviluppo di un'etica ambientale. La conservazione della natura deve essere considerata prima di tutto un obbligo morale e o tutte le forme di vita devono essere riconosciute, indipendentemente dal loro valore per l'uomo, degne di rispetto e di tutela.

Il rapporto “ Our Common Future” conosciuto anche come “Rapporto Brundtland”, dal nome della presidente della Commissione, è elaborato dalla Commissione mondiale sull’ambiente e lo sviluppo nel 1987 e introduce un concetto molto importante per rendere praticabile la tutela della biodiversità: quello di “sviluppo sostenibile”.

La Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo, tenutasi a Rio de Janeiro dal 3 al 14 giugno 1992 rappresenta la pietra miliare nel panorama mondiale della ricerca sullo sviluppo sostenibile e sulla tutela della biodiversità.

Nel corso di questa conferenza sono stati adottati tre testi: la Dichiarazione di Rio, la Dichiarazione di principi sulle foreste ed il piano di azione Agenda 21.

Sono state inoltre firmate due convenzioni, la Convenzione sui cambiamenti climatici e la Convenzione sulla biodiversità.

Entrata in vigore il 29 dicembre 1993, la Convenzione sulla biodiversità è in assoluto uno fra gli strumenti più largamente ratificati.

La Convenzione è stata ratificata dall’Italia con Legge 14.2.1994, n.124.

Gli obiettivi sono molto estesi e riguardano: la conservazione della diversità biologica, l'uso sostenibile dei suoi elementi e la condivisione giusta ed equa dei vantaggi derivanti dall'utilizzo delle risorse genetiche, il cosiddetto "Access and Benefit Sharing".

Anche nell'Unione Europea, fin dagli anni '70, è stata ravvisata la necessità di programmare politiche di tutela ambientale comuni in grado di condizionare la normativa dei paesi membri. A partire dal 1972 l'Unione Europea ha elaborato sei Programmi d'Azione per l'ambiente con valenza pluriennale: I (1973-76), II (1977-81), III (1982-86), IV (1987-92), V (1992-2000) e VI (2001-2010).

Nel 1993 l' U.E. ratifica la Convenzione sulla biodiversità e nel 1998 adotta una Strategia comunitaria per la biodiversità, allo scopo di capire, e prevenire, le cause della riduzione e della perdita di diversità biologica in atto in Europa.

Lo strumento utilizzato è il Piano di azione per la biodiversità (PAB) composto da quattro linee di intervento principali:

- Agricoltura, per la tutela delle risorse genetiche, la conservazione e l'uso sostenibile degli ecosistemi agricoli;

- Conservazione, si occupa della conservazione delle specie selvatiche, animali e vegetali;
- Pesca, con lo scopo di ricostruire la biodiversità messa a rischio dalla pesca indiscriminata e dall'acquacoltura.
- Cooperazione, che si occupa della creazione di strategie a favore della biodiversità nei Paesi in via di sviluppo.

## ***Tutela della biodiversità e sostenibilità degli allevamenti e delle produzioni alimentari***

La Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente e sullo Sviluppo ha sancito che le specie domestiche d'allevamento devono essere considerate un'importante componente della diversità biologica globale, sottolineando la stretta connessione fra conservazione della biodiversità e agricoltura sostenibile.

Il complesso rapporto, talvolta di natura contrapposta, che lega queste due realtà è sottolineato dal rapporto stilato dal “Millennium Ecosystem Assessment 2005” un importante progetto di ricerca lanciato dalle Nazioni Unite.

La biodiversità delle specie domestiche e selvatiche, costituisce un pilastro importante del settore agricolo, le risorse genetiche hanno consentito in passato, e continueranno a farlo in futuro, al miglioramento delle specie allevate e coltivate.

Proprio questa variabilità consentirà, infatti, di rispondere all’evoluzione del mercato e di adattarsi alle mutevoli condizioni climatiche e ambientali. A fronte di questo importante ruolo di ricettacolo di biodiversità, l’allevamento e l’agricoltura rimangono i più importanti fattori di erosione genetica, di perdita di specie e trasformazione degli habitat naturali. La rapida riduzione delle razze allevate per ogni singola specie causa infatti, un forte calo della variabilità genetica all’interno le popolazioni allevate (Millennium Assessment, 2005).

Il problema globale della tutela della biodiversità degli animali di allevamento è un’urgenza dimostrata dai numeri che da soli bastano a spiegare l’allarme e la preoccupazione verso queste tematiche.

Si stima che sul pianeta esistano 10 milioni di specie animali, tra queste 7.616 sono classificate di interesse zootecnico. Le razze autoctone sono 6.536. Secondo i dati FAO (2007), 690 razze di interesse zootecnico sono state dichiarate estinte. Nell'ultimo secolo è scomparso il 15% circa di tutte le razze bovine e avicole del mondo, 300 delle quali negli ultimi 15 anni. Nei paesi industrializzati, in cui si è intensamente industrializzata anche l'agricoltura, il problema è stato sentito maggiormente.

In Europa, dal secolo scorso a oggi oltre la metà delle razze domestiche locali si è estinta e il 43% di quelle rimaste è a rischio d'estinzione (State of the World, 2005).

Anche nei paesi in via di sviluppo, però, la necessità di aumentare le produzioni, legata ad un aumento della popolazione, si è accompagnato un impoverimento genetico del bestiame locale, che è stato sostituito da quello ad alta produttività. A parte il discorso "etico" legato alla salvaguardia della biodiversità, questa "omogeneità biologica" è un danno per la sostenibilità degli allevamenti, infatti rende più difficile fronteggiare parassiti, malattie e i cambiamenti climatici (State of the World 2005). Gli agricoltori nelle nazioni industrializzate per esempio già

dipendono da un costante apporto di germoplasma esotico per sviluppare nuove varietà resistenti a malattie, a parassiti ecc..

La “Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture”, sottolinea che

La biodiversità deve essere considerata alla base della sicurezza alimentare. Per costruire la sicurezza alimentare in agricoltura c'è bisogno di tutti i piccoli pezzi che formano la diversità genetica .

In Italia dal secondo dopoguerra, si è verificato un mutamento dei sistemi agricoli tradizionali che ha inciso sull'impoverimento della biodiversità presente nelle zone rurali. Si è assistito principalmente all'abbandono dell'agricoltura nelle zone più svantaggiate, soprattutto quelle montane e collinari, e ad una intensificazione delle attività agricole nelle zone più vocate (Zecca F., 2006). La conseguenza di ciò è stata una riduzione progressiva degli allevamenti di razze autoctone.

Per questo, anche in Italia, la conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità agricola è considerata una urgenza prioritaria come sottolineato dagli obiettivi individuati nella “Strategia Nazionale per la Biodiversità 2010” che sono così riassumibili:

- ✓ favorire la conservazione e l'uso sostenibile della biodiversità agricola;
- ✓ promuovere il presidio del territorio attraverso politiche che favoriscano l'agricoltura sostenibile evitando l'abbandono o la marginalizzazione delle aree agricole;
- ✓ promuovere la tutela e la valorizzazione di specie locali e autoctone.

Nell' ambito dello Sviluppo rurale 2007-2013 sono anche previste aiuti economici per la conservazione della biodiversità animale attraverso l' allevamento di razze animali locali in via di estinzione. Questi incentivi non riguardano solo gli allevatori, ma anche per Enti e gli Istituti di Sperimentazione e Ricerca per azioni concentrate alla conservazione e tutela del patrimonio genetico zootecnico autoctono.

L' impegno si riscontra anche a livello della Regione Autonoma della Sardegna che si è proposta, attraverso il finanziamento di iniziative mirate, di migliorare l'identità genetica degli animali delle razze locali minacciate di abbandono, potenziarne le capacità produttive senza comprometterne la rusticità ed infine promuoverne la diffusione e l'espansione negli ambienti idonei.

In alcune zone della Sardegna infatti l'allevamento delle razze locali rustiche è l'unica forma di utilizzazione e sfruttamento del territorio, tale da garantire la presenza dell'uomo in ambienti che altrimenti sarebbero del tutto abbandonati.

Nel contesto della salvaguardia delle razze zootecniche autoctone, la specie caprina è fortemente interessata. Per via della sue eccezionali capacità di adattamento è la specie zootecnica a più ampia diffusione geografica, essendo allevata nel mondo nelle zone geografiche più differenti, dalle zone montuose e fredde a quelle desertiche e tropicali (Luikart, 2001).

In questa specie si sono sviluppate dunque una notevole varietà di razze, con differenti caratteristiche morfologiche e fisiologiche integrate perfettamente agli ambienti in cui sono state selezionate (Galal, 2005; Casey et al.,2010; Hatziminaoglou et al.,2004). Questo patrimonio genetico autoctono, così adattato all'habitat, tanto da rendere questa specie allevata e sfruttata con limitati investimenti economici è un ricchezza da tutelare.

## ***L'allevamento caprino: storia, i numeri a livello mondiale, europeo, nazionale***

La capra è il primo animale da allevamento, utilizzato per la produzione di prodotti alimentari, ad essere stato addomesticato probabilmente nella zona Mesopotamica, l'attuale Medio Oriente circa 10000 anni fa (Zeuner, 1963; Mason, 1984; Hatziminaoglou et al., 2004; Boyazoglu et al., 2005). Della capra venivano consumati il latte, la carne, utilizzate le pelli sia per ottenere la pergamena (Egitto), che per la realizzazione di capi di abbigliamento o ancora per il confezionamento di recipienti per il trasporto di liquidi (Boyazoglu et al., 2005).

L'importanza di questo animale nel mondo antico si riflette anche nel ruolo che ha assunto nella mitologia, nel culto e nelle leggende di molte delle civiltà antiche (Boyazoglu et al., 2004; Boyazoglu et al., 2005). L'allevamento caprino ha rivestito un ruolo importante anche in epoca greco-romana, nel Medioevo e nel Rinascimento. I caprini erano ben adattati alle dure condizioni aride dove bovini e ovini non sarebbero sopravvissuti e spesso sono stati trasportati su navi come fonte

di latte fresco dai primi esploratori per il Nuovo Mondo o in Oceania (Boyazoglu et al., 2005). È però nel 18 ° secolo in Europa che l'allevamento caprino ha raggiunto un punto di svolta. Sono infatti emerse attraverso la selezione effettuata tra le popolazioni di capra europee, asiatiche e africane, le prime razze con un'iniziale specializzazione per la produzione di latte (Alpine, dei Pirenei) (Boyazoglu et al., 2005). Nel 19° secolo si è osservato un cambiamento nella struttura e nei metodi di allevamento. L'agricoltura tradizionale è stata gradualmente sostituita da una più specializzata, per poter soddisfare la richiesta alimentare della crescente popolazione urbana. Inoltre, particolari eventi storici hanno influito sulla diffusione degli allevamenti caprini. Le ingenti importazioni di lana dal sud del mondo obbligano ad un abbassamento dei prezzi, che spinse molti allevatori Europei di pecore a passare all'allevamento caprino (Boyazoglu et al., 2005).

All'inizio del 20° secolo, si assiste invece ad una diminuzione della popolazione caprina Europea (ad eccezione della Grecia) a causa, di leggi severe e discriminanti nei confronti delle capre, considerate come “una minaccia per l'ambiente” soprattutto nelle zone boschive. Anche in Italia infatti nel ventennio fascista vengono

l'emessi due provvedimenti: il primo prevedeva l'esclusione delle capre del pascolo da tutte le aree boschive, anche di proprietà dell'allevatore, il secondo l'introduzione di una "tassa sulle capre", per ogni capo posseduto.

Le condizioni attuali dell'allevamento caprino sono piuttosto complesse. Nei paesi in via di sviluppo si assiste ad un aumento della popolazione caprina, perché l'allevamento della capra, per le sue caratteristiche di adattabilità, aiuta a risolvere alcuni dei bisogni alimentari creati dalla crescita demografica. Anche nei paesi industrializzati, tuttavia, dopo quasi un secolo di una reputazione negativa in cui è stato emblema di sottosviluppo e povertà, l'allevamento caprino sta subendo un cambiamento (Boyazoglu et al., 2005). Si assiste ad una rivalutazione dei prodotti della filiera caprina, per le loro proprietà dietetico-nutrizionali, effetto anche di una maggiore sensibilità in atto nei paesi industrializzati sull'esigenza di modificare le abitudini alimentari indirizzandole verso prodotti considerati più sani e genuini.

In generale l'allevamento delle capre è una parte importante nelle economie dei paesi di tutto il mondo, per via della diffusione cosmopolita nel corso dei millenni e dell'adattamento a differenti climi e condizioni di gestione.

Attualmente il patrimonio caprino mondiale è costituito da circa 850 milioni di capi (fonte: FAO 2008) suddiviso in almeno 570 razze (Scherf, 2000). Una stima della distribuzione della popolazione caprina mondiale riporta che il 56% è allevato in Asia, il 33% in Africa, e il 7% in America Centrale e nei Caraibi (Casey et al., 2003).

L'Europa possiede circa 11,5 milioni di capi. Nei paesi dell'Europa settentrionale, l'allevamento caprino non è molto diffuso, mentre nei paesi dell'Europa meridionale le capre sono allevate prevalentemente per la produzione di latte e dei capretti (Fonte: Eurostat, 2008).

In alcuni Paesi Europei si è assistito ad una diminuzione dei capi allevati, come in Bulgaria, Portogallo, Italia, Spagna. In altri, in Romania in particolare, si è assistito ad un incremento considerevole, +18.9 %, dal 2006 al 2007 (Fonte: Eurostat, 2008). Il Paese Europeo con la maggior consistenza è la Grecia con 5,2 milioni di capi (Fonte: Eurostat 2003). La popolazione caprina europea è distribuita nel territorio dell'Unione in questo modo: più della metà dell'intero patrimonio caprino Europeo è concentrato in soli due paesi, la Grecia con il 37% della

popolazione e la Spagna con il 21%. La Francia occupa il terzo posto con il 9% circa, seguono l'Italia con il 7% e la Romania con il 6,5% che presenta però, come già detto, una crescita della popolazione caprina considerevole (Fonte: Eurostat, 2008).

Anche se l'Europa possiede solo il 2% circa della popolazione caprina mondiale, è un importante fonte di biodiversità, infatti in Europa si concentra il 33% delle risorse genetiche caprine mondiali. Ciò può essere dovuto, oltre alle particolari condizioni ambientali e di produzione anche dallo sforzo compiuto dagli Europei per caratterizzare e differenziare le proprie risorse genetiche e per istituire le associazioni di allevatori.

In Italia sono allevati 960.950 capi (Fonte: Istat, 2009), la loro distribuzione nel territorio nazionale non è omogenea. Il 76% del patrimonio nazionale è concentrato nel Sud e nelle Isole, in cui sono allevati 735.428 capi, il 16% nel Nord Italia con 156.925 capi, la restante della popolazione caprina, 64.895 capi, è allevata nelle regioni del Centro. Considerando la consistenza per regione, questa disomogeneità nell'allevamento caprino è ancora più evidente. Dopo la regione Sardegna, col 24%

della consistenza nazionale, seguono la Calabria, la Sicilia e la Basilicata. In queste 4 regioni è allevato il 65 % del patrimonio caprino. A queste seguono la Lombardia, il Trentino e il Piemonte (tot.15,5%), nelle quali si concentra in pratica l'intero patrimonio caprino del Nord Italia (Fonte: Istat, 2009).

### ***La capra in Sardegna: razze allevate, produzioni, importanza economica***

Nell'ambito del settore caprino nazionale, la Sardegna riveste un ruolo di rilievo, con i suoi 235.546 capi è infatti, la regione italiana con il maggior numero di capre (Fonte: ISTAT, 2009). Le province della Sardegna con maggiore vocazionalità per l'allevamento caprino sono Cagliari con 85.063 capi, Nuoro con 49.139 capi e la provincia dell' Ogliastra con 44.020 capi (Anagrafe Nazionale Zootecnica, IZS Abruzzo e Molise, dati 2010- <http://statistiche.izs.it>).

Quest'ultima rappresenta l'unica provincia Sarda in cui il numero dei caprini allevati è solo di poco inferiore a quello degli ovini (44.020 capi caprini /62.058 capi ovini).

Nelle altre provincie infatti più dell'80% degli ovi-caprini allevati sono pecore.

Questo dato è estremamente significativo rispetto alla vocazionalità di questo territorio, per via delle sue caratteristiche geopedagogiche.

Nonostante la consistenza numerica e le produzioni siano poco rilevanti rispetto all'ovino, l'allevamento caprino riveste una indiscussa importanza nella zootecnica isolana. Questa specie è capace di sfruttare le risorse foraggere naturali di vaste zone in particolare nelle aree marginali di collina o di montagna, non utilizzabili per ragioni di ordine tecnico e economico da altre specie animali in produzione zootecnica (Usai et al., 2006). Inoltre l'importanza del comparto è legato al fatto che rappresenta un interessante serbatoio di biodiversità, essendo ancora allevata una razza locale: la capra Sarda.

Nell'analisi del settore caprino contenuta nel Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 della Regione Autonoma della Sardegna, tra i punti di forza della filiera caprina vengono indicati: la specializzazione produttiva regionale nella produzione del latte e la crescente richiesta di carni tipiche regionali come il capretto da latte.

Nell'ambito del comparto la filiera lattiero-casearia rappresenta senza dubbio il

settore trainante. Il 52% del latte caprino nazionale è prodotto in Sardegna, la maggior parte di questa produzione è indirizzata verso la produzione casearia. Una parte sempre più importante tuttavia è indirizzata verso la produzione di latte alimentare. L'aumento della richiesta è dovuto all'interesse crescente dei consumatori per via delle qualità nutrizionali favorevoli attribuite al latte caprino .

In particolare gli viene attribuito un minor potere allergenico rispetto al latte vaccino che è messo in relazione ai bassi livelli di  $\alpha$  s1-caseina (Bevilacqua et al.; 2001) e all'alta proporzione di  $\beta$ -caseine che renderebbero questo latte più simile a quello materno rispetto al latte vaccino (Silanikove et al., 2010). Il latte di capra inoltre contiene una gamma degli amminoacidi liberi che possono essere utilizzati direttamente dall'intestino (Duggan ed al., 2002 ;Rutherford et al., 2008) ed una frazione lipidica caratterizzata da globuli di minor dimensione rispetto al latte vaccino. Inoltre il suo profilo acidico è caratterizzato da una maggiore quantità di acidi grassi a corta e media catena. e un buon livello di Acido Linoleico Coniugato (CLA).

Per quanto concerne invece la produzione della carne essa assume in Sardegna uno spazio economico marginale.

Il prodotto principale nell'Isola è rappresentato dal capretto sardo da latte ("Crabittu"), alimentato esclusivamente da latte materno. Il capretto sardo da latte rientra nell'elenco dei "*prodotti tradizionali*" cioè di quei prodotti agroalimentari le cui metodiche di lavorazione, conservazione e stagionatura, risultino consolidate nel tempo, omogenee per tutto il territorio interessato, secondo regole tradizionali, per un periodo non inferiore ai venticinque anni. Il "sistema" dei prodotti tradizionali è regolamentato dal D.M. del 18 luglio 2000. In Sardegna vengono macellati 40.000 capi caprini, con una produzione di 12.144 quintali di carne. L' 82% di questa produzione è rappresentata dal capretto da latte (dati Serv. Vet. RAS, 2006). Il capretto, alimentato esclusivamente da latte materno, viene macellato molto giovane, ad un'età compresa tra le tre e le cinque settimane, secondo la consuetudine alimentare regionale e di molte altre aree del mediterraneo (Boyazoglu et al., 2001). Questo prodotto è molto apprezzato, anche il prezzo, risulta mediamente più alto rispetto a quello dell' agnello. Nonostante questo,

mentre l' "Agnello di Sardegna" è stato iscritto nell'elenco delle Indicazioni Geografiche Protette (I.G.P.) con Regolamento (CE) n. 138/01 della Commissione del 24 gennaio 2001, lo stesso riconoscimento non è ancora avvenuto per il capretto, verosimilmente per via della minor consistenza del patrimonio caprino e della marginalità in cui verte questo allevamento rispetto a quello ovino.

In Sardegna l' utilizzo di animali adulti per la produzione di carne rappresenta una percentuale marginale e ancora economicamente sottovalutata. Ciò è dovuto a vari fattori:

- dalla tradizione alimentare che predilige carne di soggetti lattanti, come più volte sottolineato;
- dalla tipologia di allevamento indirizzato verso la produzione di latte, per cui la macellazione degli adulti è concentrata nel periodo della riforma e riguarda prevalentemente soggetti poco produttivi o anziani.

Le iniziative di promozione della carne di capra adulta si affidano quasi esclusivamente a manifestazioni fieristiche o sagre, senza interventi concreti sui fattori che ne limitano la competitività sul mercato.

## *Tipologie di allevamento*

L'allevamento caprino in Sardegna è spesso considerato “arretrato” rispetto all'allevamento di altre specie, sia dal punto di vista strutturale che di produttività.

I principali sistemi di allevamento sono tre:

- ✓ un primo sistema d' allevamento più tradizionale, estensivo, caratterizzato da un basso livello produttivo, strutturale, e di management, basato sullo sfruttamento delle risorse del pascolo naturale nelle zone montuose;
- ✓ un secondo sistema, situato principalmente nel sud-ovest dell'isola, caratterizzato da un livello strutturale, di gestione e produttivo migliore rispetto al primo sistema;
- ✓ un terzo sistema che comprende un gruppo di aziende con un allevamento semi-intensivo, simile a quella degli ovini da latte, con conseguente filiera produttiva più sviluppata.

L'allevamento caprino sardo è indirizzato alla produzione di latte da destinare alla caseificazione, di conseguenza le razze più diffuse sono quelle ad attitudine

lattifera più o meno specializzate. Attualmente nell'isola sono allevati prevalentemente caprini di razza Sarda (dati Asso.Na.Pa. 2010). La razza caprina "Sarda" è autoctona, esiste un libro genealogico della razza, che è stato attivato nel 2002. Dopo la Sarda, la razza maggiormente allevata risulta essere la Maltese (Asso.Na.Pa., dati 2010). Inoltre, come in altre realtà Italiane ed Europee, anche in Sardegna, gli allevamenti tradizionali sono stati spesso riconvertiti nell'allevamento di razze più produttive, la Saanen in particolare. Questa razza è, infatti, secondo i dati dell' Asso.Na.Pa. (2010) la terza per consistenza.

La Saanen è una razza originaria della Svizzera, ad attitudine lattifera, molto produttiva in termini quantitativi. Le pluripare producono una media di 602 litri di latte per lattazione (210 gg). La fortuna dell'allevamento di questa razza è testimoniato dal fatto che la Saanen è attualmente la razza più allevata in Europa.

### **Razza Sarda**

La razza caprina Sarda è di taglia media, con mantello di colore variabile, più frequentemente bianco e grigio. È caratterizzata da un profilo fronto-nasale quasi

rettilineo, orecchie di media lunghezza e larghezza, con portamento quasi orizzontale, le corna possono essere assenti o presenti.

È dotata di buona rusticità ed è ad attitudine lattifera, la produzione media di latte è di circa 200 litri per lattazione (Macciotta et al.,2002). La popolazione attuale ha subito l' introduzione di sangue di diverse razze caprine del Mediterraneo, soprattutto la Maltese (Ligios et al., 2004; Usai et al., 2004). Per questo motivo ed anche per l'influenza dei diversi ambienti e tipologie di allevamento la capra Sarda presenta una certa variabilità somatica e produttiva (Macciotta et al.,2002).

La capra Sarda è una razza locale allevata pressoché esclusivamente in Sardegna (dati Asso.Na.Pa. 2010). Nel Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 della Regione Autonoma della Sardegna è inserita tra le razze locali minacciate di abbandono. L'allevamento della capra di razza Sarda ha da sempre interessato le aree più difficili e marginali dell'isola, occupando i pascoli non utilizzati dagli ovini, ed entrando in competizione solo con i bovini di razza Sarda. È un animale capace di utilizzare al meglio le scarse risorse foraggere e le ridotte disponibilità di acqua soprattutto nei mesi estivi. La tipologia d'allevamento è di questa razza è quella di

tipo estensivo con utilizzazione diretta dell'erba dei pascoli naturali e soprattutto dei prodotti della macchia mediterranea.

Esiste un libro genealogico della razza, che è stato attivato nel 2002.

La consistenza della razza caprina Sarda iscritta al Libro Genealogico è in costante calo: dal 2002 al 2004 si è registrata una riduzione del 36% dei capi iscritti e del 22,41% delle aziende. Il numero di femmine che si riproducono in purezza, iscritte al Libro Genealogico nel 2006 è pari a 6.702 in 96 allevamenti (Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013). Le produzioni ottenute sono principalmente il latte che viene generalmente destinato alla produzione casearia, sia in azienda che a livello industriale, di prodotti freschi o a media-lunga conservazione. La carne di capretto, macellato a 9-10 kg di peso vivo, incontra da sempre i favori del mercato.

### **Razza Maltese**

La razza Maltese ha le sue lontane origini nel versante medio-orientale del bacino del Mediterraneo. Essa è stata allevata e selezionata in Italia, in particolare modo in quella insulare e meridionale. Il Libro Genealogico è stato attivato nel 1973.

In Italia la razza Maltese è una razza allevata prevalentemente al Sud, il 27% del patrimonio nazionale di questa razza è allevato in Sardegna (dati Asso.Na.Pa. 2010).

È una razza di taglia media con testa relativamente piccola e leggera, profilo frontonasale rettilineo, presenza di barba nel maschio. Le orecchie sono caratteristiche: lunghe e larghe, pendenti sia con notevole tendenza ad avere le estremità rivolte all'esterno; le corna possono essere assenti o presenti sia nel maschio che nella femmina. Il Mantello è di colore bianco con possibilità di pezzature nere. Tenuto conto delle sue lontane origini la testa si presenta interessata da maculature più o meno estese di colore nero corvino. Ha una spiccata attitudine lattifera, le produzioni medie latte sono 243 litri per le primipare e 377 litri per le pluripare e ben si adatta al sistema intensivo stallino. Viene allevata però anche allo stato brado, semibrado e stabulato. È stato riscontrato un miglioramento nel management con l'aumento della percentuale di razza Maltese allevata negli allevamenti (Sechi, 2007).

# ***La filiera della carne di capra nel mondo: produzioni e consumo***

Il mercato della produzione della carne di capra nel mondo è cresciuto significativamente negli ultimi decenni. È passata da 1,1 milioni di tonnellate nel 1961 a 3,7 milioni di tonnellate nel 2001 (Faostat, 2001) e la domanda globale di carne caprina è tuttora un settore in forte crescita (Sebsibe et al., 2007).

Alcuni autori hanno stimato che la produzione di carne di capra negli ultimi venti anni sia aumentata del 125% (Morand-Fehret et al., 2004).

Vi sono inoltre delle peculiarità della specie caprina che favoriscono la produzione di carne, tra cui :

- la precocità, prolificità e buona capacità materna delle femmine;

- le preferenze alimentari ed il pascolamento di un più ampio spettro di piante

e la capacità di sfruttare le risorse alimentari disponibili in modo selettivo e di utilizzare arbusti e pascoli più efficientemente rispetto ad altre specie;

- l' elevata capacità di adattamento ad ambienti differenti, tollerando anche condizioni estreme come quelle del deserto o quelle di elevata temperatura-umidità dei tropici (Casey,1992).

Nonostante l' incremento della produzione di carne caprina è necessario sottolineare che essa rappresenta ancora circa 1,6% del totale della produzione mondiale di carne (FAO, 2001).

Confrontando infatti i dati su una scala mondiale emerge che le capre forniscono 0,5 kg di carne pro capite, rispetto ai 10,1 kg di carne bovina, ai 12,7 kg di carne di maiale, ai 1,3 kg di carne di pecora e i 7,2 kg di carne di pollame (Casey, 1992).

Per quanto riguarda in particolare le produzioni di carne di capra, il primo paese al mondo è la Cina, che fornisce il 30% del totale (FAO,2001). In Europa, la Grecia è al primo posto, infatti produce il 52% della carne di capra macellata. La Spagna è al secondo posto con produzioni che si attestano al 14%. A questi due Paesi fanno seguito: la Francia con l' 11% della carne caprina prodotta in Europa, la Romania con 8% e l'isola di Cipro con il 5% delle produzioni (Fonte: Eurostat 2008).

Anche il commercio della carne di capra è aumentato in modo significativo nel corso degli ultimi due decenni, da 5000 a 34.000 tonnellate (Faostat, 2003). L’Australia è il primo l’esportatore al mondo per quanto riguarda di carne di capra con il 60% del totale. Le carni vengono esportate soprattutto in paesi come Asia ed Africa, dove si è verificato un incremento della domanda (Debeuf et al., 2004).

Riguardo ai consumi di carne caprina, essa rappresenta un’importante fonte alimentare soprattutto nei Paesi in via di sviluppo. In questi Paesi viene infatti allevato infatti oltre il 90% della popolazione mondiale caprina, circa 650 milioni (Casey et al.,2003). Il consumo di carne di capra in molti Paesi del Mondo è legata anche ad un particolare significato religioso, come nel caso dei Paesi del Medio Oriente (Casey et al.,2010).

Un dato significativo è il riscontro negli ultimi decenni dell’aumento dei consumi di carne di capra nei Paesi in cui finora aveva ricevuto una limitata diffusione come per esempio il Nord America. McMillin (2005) in particolare, ci descrive la situazione degli Stati Uniti, mettendo in risalto la concomitanza di fattori che stanno incrementando la richiesta di questa tipologia di carne. Primariamente l’aumento del

numero di immigrati che appartengono a culture che tradizionalmente utilizzano la carne di capra, tra cui i musulmani, gli ispanici, gli asiatici, gli afro-americani, e anche gli abitanti dell' Europa orientale. Secondariamente, ma non meno importante, risulta essere l'interesse che la carne di capra suscita in quella parte di consumatori più attenti al valore nutrizionale degli alimenti, per via delle sue caratteristiche, come per esempio il suo limitato tenore in grassi rispetto altre carni rosse tradizionali (McMillin et al., 2005; Casey et al, 2003; Dhanda et al, 2003 c )

I cittadini dell'EU consumano ogni anno complessivamente quasi 1,4 milioni di tonnellate di carni ovicaprine, ossia 3,5 kg, contro i 43 kg totali di carne consumata pro capite. Questo dato non risulta essere però omogeneo nei vari stati membri. In alcuni Paesi, soprattutto nei paesi del Mediterraneo queste carni godono di maggiore considerazione, il loro consumo presenta inoltre dei picchi nel corso dell'anno, in concomitanza con speciali ricorrenze festive come la Pasqua, il Natale o altre festività religiose, con un notevole impatto sui modelli stagionali di produzione, sui prezzi e sulle importazioni (Fonte: Commissione Europea, 2004).

La tipologia degli animali destinati alla produzione di carne, è uno dei fattori che varia di più in relazione alle zone di allevamento ed alle tradizioni.

In alcuni Paesi, come in l'India, è apprezzata prevalentemente la carne di capre adulte, mentre in Francia, Italia, nei paesi Mediterranei in genere ed in America Latina, è considerata di maggiore pregio la carne di capretto (Dhanda et al., 2003a; Todaro et al.,2001; Naude et al, 1981).

Riguardo alla situazione Italiana, l'offerta della carne caprina è fortemente condizionata dall'andamento del mercato di latte e derivati, in quanto gli allevamenti sono indirizzati a quest'ultima produzione. Rispetto alle macellazioni si assiste negli ultimi anni ad una diminuzione, nel 2008 in Italia sono stati macellati 310.952 capi caprini (23.723 quintali peso morto). Nel primo semestre del 2009 le macellazioni dei caprini hanno subito una contrazione del -13,7% rispetto al 2008, anno nel quale si era già riscontrato un calo del -3,3% rispetto all'anno 2007 (Istat, 2009).

L'importazione di caprini vivi ha subito un vero crollo passando da 30.247 capi importati nel 2007 a 12.505 nel 2008, con una flessione del 58,7%. L'esportazione di caprini nel nostro Paese è sostanzialmente insignificante (Istat, 2008) .

Nell'ambito della produzione della carne in Italia, grande importanza è rappresentata dal capretto. I capretti destinati alla produzione di carne vengono macellati molto giovani, dopo circa 3-5 settimane, come consuetudine della tradizione mediterranea e alimentati quasi esclusivamente con latte materno (Gambacorta et al. , 2005; Boyazoglu et al., 2001). Tuttavia nel 2009 si è assistito ad un significativo incremento della macellazione di animali adulti rispetto all'anno precedente(fonte: Istat 2009).

## ***Qualità della carne di capra***

Il concetto di “qualità” è definito tecnicamente attraverso la norma internazionale ISO 8402, come: "l'insieme delle caratteristiche in grado di soddisfare la domanda espressa o non espressa dal consumatore" .

Nell'ambito dei prodotti alimentari questo concetto è subordinato ad un grande numero di variabili, tra cui quelle tipicamente soggettive o comunque legate a

elementi di tradizione familiare o etnica del consumatore (Sañudo et al., 1996; Morrissey et al., 1998; Rubino et al., 1999; Alfonso et al, 2000; Webb et al.,2005).

La carne di capra è un prodotto consumato e apprezzato universalmente non vi è in pratica nessun tabù religioso o culturale che impedisca il consumo di questa carne (Casey ,1992; Casey et al., 2003).

La qualità della carne è un argomento sviluppato in molti lavori scientifici, la sua definizione è molteplice e complessa. Schematizzando, oltre che la salubrità e l' assenza di patogeni e tossine, senza cui non si può infatti parlare di qualità e che possiamo quindi considerare un pre-requisito, la “qualità” della carne può essere definita da:

- *caratteristiche chimico-nutrizionali;*
- *caratteristiche chimico-fisiche:* quali i valori pH;
- *parametri organolettiche-sensoriali:* tra questi possiamo distinguere:

- ✓ quelli che influenzano la scelta del consumatore al momento dell'acquisto del prodotto: come il colore, il grasso di marezzatura, la capacità di ritenzione idrica;
- ✓ i parametri valutabili al momento dell'utilizzo da parte del consumatore: come il sapore, la succosità, la tenerezza (Lanza et al., 1990; Panella et al., 1995). Questi parametri sono accertabili tramite panel-test o con metodi strumentali.

Tutti questi parametri si condizionano tra loro reciprocamente e sono influenzati da vari fattori biologici, i principali sono rappresentati da:

- la specie animale (Lee et al., 2008; McMillin et al., 2005);
- la razza e il sesso (Dhanda et al., 1999a ; Dhanda et al., 1999b; Dhanda et al., 2003 a ; Oman et al., 2000; Sebsibe et al., 2007; Huff et al., 1993; Ruiz de Huidobro et al., 2003);
- l'età dell'animale (Zamora, 1997; Todaro, 2002);
- le caratteristiche anatomiche del muscolo (Ruiz de Huidobro et al., 2003);

- il tipo di allevamento e di alimentazione degli animali (Johnson et al., 1998; Marinova et al., 2001);
- i fattori di stress pre-macellazione e i trattamenti tecnologici in fase di macellazione, come la stimolazione elettrica (Biswas et al., 2007; Aalthus et al., 1992).

### ***Caratteristiche Nutrizionali della carne di capra***

La carne di capra rispetto alla carne ovina contiene una maggiore percentuale di umidità ed un maggiore contenuto proteico. Il valore nutritivo della carne è tanto migliore quanto più riesce a soddisfare le esigenze del consumatore in termini di proteine e, specificatamente di aminoacidi essenziali. Secondo stime sulla quantità in aminoacidi essenziali fatte da Pellet and Young (1990) e riportati da Webb(2005), la carne di capra soddisfa adeguatamente i bisogni nutrizionali in aminoacidi essenziali di un consumatore adulto.

Per quanto riguarda il contenuto in sali minerali, è emerso che la carne di capra contiene una maggiore percentuale di calcio, potassio e sodio rispetto le carni di

manzo e pollo. Ferro e zinco sono presenti invece nella stessa percentuale in carni di capre e manzo (Johnson et al., 1995).

La carne caprina risulta, inoltre caratterizzata da un minor contenuto in grassi rispetto ad altre carni rosse (Tshabalala et al., 2003, Dhanda et al., 2003, b).

Le carcasse caprine si contraddistinguono da uno strato di grasso sottocutaneo più sottile (1,6-2,2 mm), rispetto agli ovini con piccole differenze legate ai genotipi.

Lo sviluppo del grasso sottocutaneo in questa specie avviene infatti lentamente, questo spiega la magrezza della carne di capra rispetto a quella ovina ottenuta da animali della medesima età (Casey et al., 2010).

Riguardo al profilo acido, oltre un ruolo nella shelf life e nel sapore della carne, gli acidi grassi hanno un ruolo incisivo nella nutrizione. Diversi studi hanno riportato che la composizione acidica della carne dei ruminanti è in generale sostanzialmente diversa da quella degli animali non-ruminanti. Il rapporto tra gli acidi grassi polinsaturi /saturi (PUFA/SFA) è inferiore nei ruminanti perché in essi avviene l'idrogenazione dei grassi insaturi alimentari a livello ruminale, mentre i monogastrici li assorbono e depositano tali e quali.

E 'stato sottolineato da vari autori che la carne di capra ha un profilo acidico più favorevole ed è quindi ideale per i consumatori attenti alla salute (Webb et al., 2005).

Banskalieva (2000) riporta un più alto contenuto in acidi grassi polinsaturi (PUFA) nella carne caprina rispetto a quella ovina e bovina.

Lee (2008) riporta una minore concentrazione di ac grassi saturi (SFA) e più alti livelli di ac grassi monoinsaturi (MUFA) nella carne di capra rispetto alla pecora.

Ciò è importante considerando che l'assunzione di acidi grassi saturi dovrebbe essere quanto più bassa possibile EFSA (2010).

È stato anche riscontrato che, così come nelle altre specie, l'alimentazione influenza in maniera predominante il profilo acidico del tessuto adiposo nei caprini.

Anche l'età influisce significativamente sulla composizione acidica del tessuto adiposo. Nei lattanti gli acidi grassi assunti con il latte vengono direttamente depositati poiché il rumine in questi animali non è ancora funzionale. Il latte di capra contiene il 66% di SFA in gran parte rappresentati dall'acido palmitico e stearico.

Le proporzioni di SFA aumentano progressivamente nelle varie fasi della lattazione.

Il tessuto adiposo del capretto presenta un alto contenuto di acido oleico e palmitico,

quest'ultimo infatti è stato rilevato nel tessuto adiposo delle carcasse di capretto in concentrazioni maggiori rispetto a quelle di animali adulti (Dhanda et al., 2003,b).

Con l'aumentare dell'età e con il cambio di alimentazione si verifica un aumento della percentuale di acidi grassi insaturi (Dhanda et al., 1999).

Anche la razza, anche se in maniera più limitata, influenza il contenuto del grasso intramuscolare (Dhanda et al., 2003,b; Gibb et al., 1993) e la composizione in acidi grassi del muscolo (Park et al., 1993).

Concludendo possiamo sottolineare che proprio in virtù della sua caratteristica di possedere un alto contenuto proteico ed un basso contenuto di grassi la carne di capra rappresenta, dal punto di vista nutrizionale, un'alternativa ad altre carni rosse.

I consumatori considerano i prodotti con un minor contenuto in grassi di alto valore nutrizionale. Questo, potrebbe rappresentare un importante impulso per l'ulteriore crescita del mercato delle carni caprine (Dhanda et al, 1999), soprattutto nei paesi ad alto reddito che presentano un'elevata incidenza di malattie cardiovascolari (Banskalieva et al., 2000).

## ***Caratteristiche chimico-fisiche***

pH

Dopo la macellazione nel muscolo si verifica una progressiva diminuzione del pH per stabilizzarsi intorno al pH 5,4 (Casey,1992). Tuttavia in vari lavori in bibliografia si riscontrano nella carne di capra valori di pH decisamente più elevati (Ding et al.,2010; Webb et al.,2005). Questa caratteristica è messa in relazione, nella specie caprina, ad una maggiore tendenza allo stress nelle fasi pre-macellazione rispetto ad altre specie. Lo stress induce, infatti, una scarica adrenalinica, responsabile della mobilitazione delle riserve energetiche e del progressivo esaurimento del glicogeno muscolare. La mancanza di quest'ultimo, subito dopo la macellazione, condiziona negativamente l'inizio del rigor mortis ed impedisce il raggiungimento di un normale pH acido.

## ***Parametri sensoriali e parametri valutabili al momento dell'utilizzo da parte del consumatore***

**Colore**– Il colore della carne è un comprovato fattore che influenza molto il consumatore al momento dell'acquisto (Dhanda et al.,2003 a). Questo parametro è

dovuto principalmente alla presenza nel tessuto muscolare di una proteina, la mioglobina, ed in particolare al prevalere di una delle forme che questa può assumere, dipendenti dallo stato chimico in cui si trova il ferro all'interno di essa (Faustman et al., 1990). È necessario ricordare che vari fattori influenzano il contenuto in mioglobina del muscolo: la specie, il sesso, la razza e l'età (Ding et al., 2010; Dhanda et al., 1999c), i giovani hanno generalmente un colore più chiaro, il tipo di muscolo; la stabilità della mioglobina del muscolo è influenzata dalla temperatura, la trasformazione in meta mioglobina è tanto più alta quanto più alta è la temperatura di stoccaggio; la luce, l'umidità relativa, il pH e la presenza di specifici batteri (Kropf, 1980).

Il colore della carne caprina confrontato con quella ovina presenta in genere valori di luminosità ( $L^*$ ) simili ma valori dell'indice del rosso ( $a^*$ ) tendenzialmente inferiori (Lee et al., 2008; Sheridan et al., 2003), quindi un colore rosso più scuro.

Anche se in alcuni studi è stato osservato una luminosità più bassa e un più alto l'indice del rosso rispetto alla carne ovina (Babiker et al., 1990).

Tenerezza, succosità e sapore sono delle caratteristiche sensoriali molto importanti.

**Tenerezza**– La tenerezza della carne è influenzata dal contenuto e dalla solubilità del connettivo. Altro fattore che la influenza è l’infiltrazione lipidica del tessuto muscolare. La carne di capra per via del suo maggior contenuto in collagene e della sua minore solubilità e per la minore infiltrazione lipidica risulta meno tenera rispetto ad altre carni rosse, come ad esempio quella ovina (Lee et al.,2008; McMillin, 2005). Inoltre lo spessore del grasso sottocutaneo di copertura delle carcasse caprine difficilmente raggiunge i 4 mm che Dikeman (1996) definisce essere utili per evitare la contrattura da freddo, per cui se raffreddate troppo velocemente le carcasse caprine presentano una minor tenerezza della carne.

Infatti il confronto dei risultati ottenuti nella valutazione della tenerezza dalla carne di capra, con i valori standard di accettabilità utilizzati per valutare la tenerezza nella carne bovina e ovina, suggerisce che la carne di capra non sia in grado raggiungere un grado di tenerezza “accettabile” anche dopo un lungo periodo di frollatura (Schonfeldt et al.1993a).

***Succosità*** –La sensazione di succosità della carne cotta è dovuta al contenuto e al tipo di grasso intramuscolare, al contenuto di umidità e alla capacità di ritenzione idrica. Quest’ultimo fattore contribuisce in maniera preponderante alla sensazione di succosità della carne cotta (Webb et al., 2005). La carne caprina risulta meno succosa a paragone di quella ovina (Sheridant et al, 2003; Tshabalala et al, 2003; Schonfeldt et al., 1993b).

La carne ottenuta da soggetti giovani in molti lavori in bibliografia (Madruga et al.,2000; Schonfeldt et al. 1993b), risulterebbe più succosa rispetto a quella dei caprini adulti. Ciò verosimilmente in relazione alla maggiore percentuale di umidità residua nella carne ottenuta da animali giovani.

***Sapore e aroma*** –Riguardo al Sapore, in studi effettuati sulla percezione della carne di capra da parte dei consumatori occidentali è emerso che spesso viene considerata “meno appetibile” rispetto quella di altre specie animali (Webb et al.,2005). Questa percezione pregiudizievole sembra ridursi però, fino ad essere quasi trascurabile, nei test di analisi sensoriale e di analisi di accettabilità, sia in quelli effettuati da un panel di assaggiatori non addestrati, che in quelli effettuati da un panel di

assaggiatori esperti (Griffin et al., 1992; Dawkins et al., 2000; Johnson, 1998; Rhee et al., 2003). Nel conferimento del tipico flavour della carne caprina sono stati implicati gli acidi grassi, soprattutto quelli a catena ramificata (BCFA), L'acido 4-metilnanoico ed l'acido 4-etilheptanoico. L'odore "ircino" della carne è attribuito all'acido 4-metiloctanoico. e al 4-etiloctanoico .

Un ruolo è attribuibile anche ad alcaloidi e piridine che sono stati identificati nelle carni di capra e pecora e a composti contenenti zolfo e azoto (Wong et al., 1975 ; McMillin et al., 2005; Madruga et al., 2009; Webb et al.,2005).

## ***Il "prosciutto crudo stagionato"***

Con la denominazione generica di "prosciutto crudo stagionato" viene indicato il prodotto di carne stagionato, non affumicato, ottenuto da cosce suine mediante tecnica tradizionale, basata su salagione a secco e stagionatura a temperatura controllata. Gli ingredienti del prosciutto crudo stagionato sono il sale alimentare (compreso il sale iodato) e il pepe. È ammesso l'impiego di aromi, zuccheri semplici

(destrosio, fruttosio, saccarosio), nitriti e nitrati, cloruro di potassio e altri sostitutivi del sodio, antiossidanti e correttori di acidità (acido lattico, acetico, citrico e loro sali). Non sono ammessi altri additivi ( D.M. 21 settembre 2005).

Il Prosciutto crudo ha un'origine molto antica, costituisce uno dei principali e rappresentativi prodotti ottenuti mediante salatura a secco e stagionatura. La sua produzione ha delle variazioni a seconda della zona di origine. È tipico dei paesi del sud ovest dell'Europa (Spagna, Portogallo, Francia e Italia) dove è prodotto in quantità consistente. I prosciutti più diffusi al mondo sono prodotti con cosce suine e tra questi ricordiamo il Jamón Iberico e il Serrano, prosciutti spagnoli; il prosciutto di Bayonne francese; i prosciutti italiani, di Parma e il San Daniele; il prosciutto americano Country Ham ed il Prosciutto della Westphalia tedesco, entrambi sottoposti a affumicatura (Toldrá, 2004). In Norvegia uno dei principali e più pregiati prosciutti crudi stagionati è il Fenalår. Questo prosciutto è invece ottenuto con cosce di pecora.

In Italia sono sette i prosciutti che possono fregiarsi del marchio D.O.P.

(Denominazione di origine protetta) : il Prosciutto di Carpegna DOP (Marche); il

Prosciutto di Modena DOP (Emilia-Romagna); il Prosciutto di Parma DOP (Emilia-Romagna); il Prosciutto di San Daniele DOP (Friuli-Venezia Giulia); il Prosciutto Toscano DOP (Toscana); il Prosciutto Veneto Berico-Euganeo DOP (Veneto); il Vallée d'Aoste Jambon de Bosses DOP (Valle d'Aosta); il Crudo di Cuneo DOP (Piemonte). Due prosciutti hanno ottenuto il marchio IGP (identificazione geografica protetta): il Prosciutto di Sauris (Friuli); il Prosciutto di Norcia I.G.P. (Umbria). A 38 prosciutti italiani è stata riconosciuta invece la denominazione di “prodotto tradizionale” su proposta delle regioni di produzione. Per “prodotti tradizionali” si intendono quei prodotti agroalimentari le cui procedure di lavorazione, conservazione e stagionatura risultano consolidate nel tempo e comunque per un periodo non inferiore ai 25 anni.

Tra questi è presente il Prosciutto di pecora, inserito tra prodotti tradizionali della Regione Autonoma della Sardegna (Decreto Legislativo n. 173/98 e del D.M. 350/99). Nell'elenco dei prodotti tradizionali sia della regione Lombardia che della regione Piemonte compaiono i prosciutti caprini: i “violini” di capra .

## ***Prosciutto crudo: processi chimici e biochimici e microbiologici che intervengono durante la maturazione***

Nella produzione del prosciutto crudo intervengono nel muscolo e nel grasso complesse reazioni di natura proteolitica e lipolitica connesse pressoché esclusivamente all'attività degli enzimi di origine endogena.

### **Proteolisi**

La proteolisi rappresenta un complesso ed importante fenomeno biochimico che contribuisce in maniera sostanziale allo sviluppo delle caratteristiche di texture ed organolettiche del prosciutto. Il muscolo contiene una grande varietà di enzimi in grado di idrolizzare legami interni delle proteine (catepsine e calpaine) o l'estremità delle catene peptidiche (peptidasi e aminopeptidasi). La maggior parte di esse si trovano nei lisosomi e hanno un pH ottimale vicino ai valori tipici dei salumi stagionati. La proteolisi consiste nella degradazione delle proteine miofibrillari, collagene e sarcoplasmatiche da parte di differenti sistemi proteolitici, in particolare:

✓ Le catepsine: che rappresentano le proteasi lisosomiali più abbondanti del muscolo. Sono attive a un pH leggermente acido la B, D, L e ad un pH neutro la catepsina H. Le Catepsine B, H, L sono stabili e mostrano un'attività residua anche dopo molti mesi di stagionatura (5-10%). Il catabolismo proteico osservato durante l'intero processo di stagionatura è dovuto principalmente alle catepsine B e L (Toldrà et al., 1992).

La catepsina D è meno stabile e la sua attività scompare tra il 6° e il 10° mese del processo di stagionatura. (Toldrà et al., 2006).

L'attività delle catepsine è influenzata da vari fattori: l' $a_w$ , la concentrazione di sale, la temperatura, il pH.

L'abbassamento dell'attività dell'acqua provoca una diminuzione dell'attività delle catepsine, soprattutto sotto 0,84 (Toldrà et al., 1992).

Per quanto riguarda l'influenza del sale, da una parte possiede un effetto stabilizzatore dell'attività enzimatica (Toldrà et al., 1988; Arnau et al., 1998; Gil et al., 1999), d'altra parte però inibisce l'azione degli enzimi, tuttavia non allo stesso

modo. Le catepsine B e L sono meno inibite dal sale, mostrando una attività pari a 70-80% a concentrazioni del 5% di sale (Rico et al., 1991).

Riguardo al pH, dal confronto di prosciutti derivati da carni con pH più alti e con pH normale era possibile evidenziare nei primi una minore attività delle catepsine D, B e L (Arnau, 1998).

✓ Le calpaine: sono localizzate nel citoplasma e regolate da  $Ca^{2+}$  e calpastatina; sono attive a un pH neutro. La loro azione è limitata alle prime settimane, infatti nel muscolo post-mortem c'è un inibitore: la calpastatina, per cui l'attività delle calpaine si perde già durante la fase di salatura.

✓ Il proteosoma : un complesso multi-enzimatico di elevato peso molecolare, localizzato nel citoplasma attivo ad un pH leggermente alcalino.

Il risultato delle azioni di queste proteasi è la perdita di compattezza e la generazione di numerosi peptidi.

I peptidi che derivano dall'azione delle peptidasi sono a loro volta degradati in aminoacidi liberi da peptidasi e amino peptidasi, di queste quella

maggiormente correlata all'aumento di aminoacidi liberi sembra essere l' alanil aminopeptidasi (Flores et al. 1996).

La combinazione degli aminoacidi liberi (Toldrà et al., 1993) come l'alanina, la leucina, la valina, la lisina, l'acido glutammico e l'acido aspartico, insieme a piccoli peptidi contribuisce alla caratterizzazione del sapore e flavour del prodotto, si è osservata una diversa presenza di aminoacidi in relazione ai livelli aminopeptidasi, alla durata del processo e al tipo di prosciutto (Toldrà, 2006; Toldrà et al., 2000; Aristoy et al. 1995).

Riguardo ai fenomeni proteolitici del prosciutto caprino in particolare, è stato effettuato uno studio (Fратиanni et al., 2008) sul “violino” di capra che è confrontato col prosciutto suino. In particolare attraverso la comparazione del profilo proteico nella carne fresca e successivamente nei due prodotti a termine della stagionatura.

Lo studio ha evidenziato nel complesso, un diverso numero ed una differente concentrazione delle proteine presenti nei due prosciutti, in particolare la diminuzione e addirittura la scomparsa di alcune proteine sarcoplasmatiche nel prosciutto suino. Da ciò si può desumere una attività proteolitica meno efficace nel

violino di capra, questo fattore è influenzato verosimilmente dai tempi più brevi di stagionatura a cui è sottoposto.

### **Lipolisi e ossidazione a composti aromatici**

La lipolisi e l'ossidazione sono le responsabili delle modificazioni che si riscontrano a carico della frazione lipidica ed hanno un ruolo importante nello sviluppo delle caratteristiche chimiche e sensoriali del prosciutto.

La lipolisi è condizionata da specifici enzimi endogeni, le lipasi e le fosfolipasi (Toldrà, 2006) e conduce alla formazione di acidi grassi liberi (Motilva et al., 1993).

Nella carne, le lipasi sono presenti sia nei lisosomi del tessuto muscolare sia nel tessuto adiposo. Le lipasi lisosomiali sono più stabili; di queste, quelle basiche e quelle neutre sono maggiormente stabili. Hanno la loro maggiore attività nei primi mesi ma la conservano quasi totalmente per 6-7 mesi. Quelle acide in alcuni prodotti hanno dimostrato una bassa attività durante il processo (Cattaneo, ), in altri sono risultate attive e importanti durante l'intero processo (Motiva et al., 1993).

I fattori tecnologici sembrano avere un'influenza sullo sviluppo di fenomeni lipolitici nel prosciutto crudo. La temperatura sembra aumentare la lipolisi dal momento che, durante le fasi in cui la temperatura aumenta, si riscontra un aumento della quantità di acidi grassi liberi (Martín et al., 1999; Andrés et al., 2005). L'effetto del sale sulla lipolisi non ha ancora stato chiarito, secondo alcuni autori il sale avrebbe un effetto positivo (Motilva et al., 1993 b; Vestegaard et al., 2000) o comunque un effetto limitato sulla lipolisi a concentrazioni inferiori al 6% (Andrés et al., 2005), secondo altri autori non eserciterebbe alcun effetto (Coutron-Gambotti, et al., 1999). Le lipasi del tessuto adiposo risultano essere invece molto meno stabili, e scompaiono entro i primi 5 mesi (Motilva et al., 1993).

I fenomeni ossidativi interessano principalmente gli acidi grassi polinsaturi, componenti strutturali delle membrane. Se in eccesso tali fenomeni sono responsabili di conseguenze negative sulla qualità dei prodotti finiti (rancidità).

Questi fenomeni sono permessi in relazione con l'aroma tipico del prosciutto crudo per via della produzione di composti volatili soprattutto nelle ultime fasi del processo (Buscailhon et al., 1993; Martín, 1999). I gruppi principali sono: gli

idrocarburi , le aldeidi e gli alcoli. Ci sono inoltre altri composti come i chetoni , gli acidi grassi liberi, gli esteri e altri composti come i derivati del benzene, le ammine e gli ammidi. L'ossidazione degli acidi grassi insaturi e del colesterolo può avere ripercussioni importanti sulle caratteristiche nutrizionali per via della diminuzione del contenuto di vitamine ad attività antiossidante (vit. E, A ,C) ed anche per la eventuale formazione di molecole tossiche come alcuni aldeidi e alcuni ossidi del colesterolo (Kubow, 1990; Paniangvait et al., 1995).

### **Flora microbica**

La sicurezza e la stabilità del prosciutto crudo stagionato, dipende dal livello di contaminazione iniziale della materia prima e dall'impatto delle fasi del processo (Toldrà F.,et al.1998). I prosciutti crudi sono infatti costituiti da un gruppo muscolare integro e ben definito e non sono soggetti a numerose modificazioni e manipolazioni. Inoltre la loro sicurezza e la stabilità viene garantita attraverso vari fattori di protezione come gli elevati valori di NaCl, i bassi valori di attività dell'acqua, la presenza di nitrati e nitriti e di presenza di una flora utile (Stafilococchi coagulasi negativi, *Lactobacillus spp.*, lieviti e muffe) e

concorrenziale nei confronti di altri microrganismi. Durante la stagionatura, inoltre, il prosciutto subisce modificazioni superficiali che formano un sottile strato protettivo che funge da barriera per le parti interne (Censi, A. et al., 1990). La flora predominante dei prosciutti crudi sia suini, che ovini e caprini, è costituita da microrganismi alotolleranti come gli stafilococchi (Cornejo e Carrascosa. 1992; Landeta et al., 2007; Mazzette et al., 2005a; Soncini et al., 2006;), in particolare gli SCN. Infatti in studi effettuati sui prosciutti iberici *S. xylosus* e *S. equorum* rappresentano costantemente le due specie predominanti durante il processo di stagionatura e sono messe in relazione con il caratteristico aroma di questi prodotti (Jay et al., 2009; Molina et al. 1990; Rodriguez et al., 1994).

Riassumendo possiamo dire che durante i processi di maturazione del prosciutti crudi e degli altri prodotti carnei stagionati, si attuano reazioni di natura proteolitica e lipolitica nel tessuto muscolare di varia intensità.

L'attività enzimatica studiata nel prosciutto crudo non è tuttavia del tutto sovrapponibile ad altri prodotti carnei stagionati, come coppa e speck, ne tantomeno a quelli ottenuti da altre specie come il violino di capra e il prosciutto di pecora. La

diversità dello spettro di attività enzimatica è influenzata dalle caratteristiche intrinseche del prodotto durante la stagionatura ( $a_w$ , pH), dalla concentrazione di sale, dalla temperatura, dalla percentuale e alle caratteristiche del tessuto adiposo presente nel muscolo utilizzato, e naturalmente, dai tempi di stagionatura dei diversi prodotti. Inoltre alcuni studi hanno riportato differenze di attività degli enzimi in relazione all'utilizzo di razze diverse (Rosell et al., 1998; Monin et al., 2003).

Attraverso la valutazione degli indici di maturazione, è stato osservato, che si ha un aumento delle sostanze azotate solo dopo 8 mesi di stagionatura, tale processo è soprattutto evidente nel prosciutto crudo, mentre è irrilevante in prodotti quali il cui periodo di stagionatura è limitato. Si deve quindi ritenere che un processo di maturazione inteso con liberazione di sostanze proteiche a basso peso molecolare da frazioni più complesse si abbia solo in prodotti carni salati a lunga stagionatura, mentre nei prodotti a breve periodo la maturazione si manifesta con caratteristiche alquanto differenti. Ciò è confermato da studi su prodotti a breve stagionatura come il violino di capra (Fратиanni et al., 2008) e il Lacón spagnolo (Marra et al., 1999; Garrido et al. 2009).

Nel prosciutto crudo suino l' intervento ,seppur limitato, di enzimi esogeni di batteri tecnologicamente utili,in particolar modo di Stafilococchi coagulasi negativi, Lattobacilli e muffe (Martín, A.,2004) , è messo in relazione con lo sviluppo dell' aroma tipico.

## ***Il “Violino di capra”***

Questa tipologia di prosciutto stagionato caprino, è prodotto in quasi tutte le regioni dell'Arco Alpino Italiano. Deve il suo nome “violino” appunto al modo in cui viene tradizionalmente affettato, maneggiandolo proprio come il violino, cioè appoggiandolo sulla spalla e utilizzando il coltello a mo' di archetto ricavandone piccole fettine.

Tra i violini di capra uno tra i più conosciuti è quello della Valchiavenna, nella provincia di Sondrio. Il processo di produzione di questo prosciutto avviene secondo le tecniche tradizionali utilizzando capre di razza meticcia Frisia e Fontalasca o

incroci di esse, ma anche l' Oborica, la Saanen o le Camosciate allevate allo stato brado negli alpeggi Valchiavennaschi.

Si tratta quindi di animali nutriti genuinamente con erbe e piante selvatiche dei pascoli montani alpini. Proprio questa alimentazione genuina conferisce alla carne quel sapore speziato e selvatico che contribuisce in maniera preminente alle caratteristiche del prodotto finito. Il violino è infatti un prodotto a breve stagionatura e meno interessato quindi dagli intensi fenomeni di natura enzimatica che si riscontrano nella maturazione del prosciutto suino.

La tecnologia di produzione è di tipo artigianale. Prevede la lavorazione della coscia fresca che viene sottoposta a salagione, ricoperta poi con erbe aromatiche. Dopo il periodo di riposo nel sale e nelle spezie che può durare fino a 15 giorni, viene quindi appesa in un locale adatto per una stagionatura lenta. La stagionatura ha una durata di circa tre mesi, nel corso di essa i violini acquistano i profumi e gli aromi caratteristici. Raggiunta la maturazione i violini vengono ripuliti, snervati e massaggiati, dopodiché subiscono una breve affumicatura.

Il risultato è un prodotto non troppo secco, dal gusto deciso e unico e con una colorazione scura tendente al bordeaux.

Da un punto di vista nutrizionale questo prodotto, analizzato da Paleari (2008) ha presentato eccellenti proprietà nutrizionali, in virtù, in particolare, di un elevato contenuto proteico ed di un basso tenore in grassi.

Dalla valutazione del profilo degli acidi grassi è emerso, inoltre, l'alto contenuto di acidi monoinsaturi e polinsaturi, ed un rapporto n-6/n-3 di 1,7, un valore favorevole secondo il Department of Health (1994). Il profilo microbiologico di questo prodotto esaminato da Soncini (2006), è risultato caratterizzato dalla prevalenza di germi di interesse tecnologico, Micrococchi in particolare, e secondariamente Lattici, e da una buona qualità igienico-sanitaria.

## ***Altri prodotti a base di carne di capra in Italia***

L' Atlante Mondiale dei Prodotti caprini (Rubino et al.,2004) contiene informazioni sui prodotti di capra provenienti da 28 paesi di tutti e cinque i continenti. Sono descritti più di 140 formaggi, prodotti carnei , latte e derivati, ma anche strumenti musicali , in poche parole, qualunque prodotto ottenuto dalla capra. I prodotti carnei ottenuti dalla capra descritti in quest'opera non sono affatto numerosi. In particolare, la maggior parte dei prodotti citati sono Italiani.

In effetti, in Italia i prodotti di salumeria ottenuti dalla lavorazione della carne di capra sono ampiamente rappresentati.

Questi prodotti, nonostante le differenze sono accomunati da hanno alcuni elementi:

- a) Fanno parte della tradizione della zona geografica in cui vengono prodotti;
- b) Sono ottenuti con tecniche artigianali;
- c) Sono prodotti in quantità modeste;
- d) Sono caratterizzati dall' avere prevalentemente un mercato "di nicchia".

Queste caratteristiche li rendono poco conosciuti al di fuori delle zone di produzione. I prodotti più conosciuti sono i “violini” di capra, prosciutti caprini stagionati prodotti in tutto l’Arco Alpino Italiano, che abbiamo già descritto.

Tra gli altri prodotti carnei stagionati ottenuti da carne di capra ricordiamo i più conosciuti:

- Il prosciutto di capra abruzzese, prodotto nella zona valle del Sagittario in provincia de L'Aquila da carni di capra derivate da incroci di Garganica e Maltese (Manicardi, 2004 );
- La “Mocetta”: prosciutto tipico della Valle D’Asta e del Piemonte;
- La Bergna, il cui termine deriva presumibilmente dal latino “perna” cioè coscia, prosciutto. Prodotto caratteristico della zona del Piemonte, é inserito nell’elenco dei prodotti agroalimentari tradizionali di questa regione. É ottenuta da carne capra essiccata secondo un’antica tecnica risalente al Medio Evo. Il trattamento non prevede l’utilizzo né di sale né di aromi, la coscia, mondata e rifilata, viene appesa al sole, ed esposta fino ad essiccare (Franzoni, 2004).

- La “Carne Salada” del Trentino. Prodotto dalla tradizione molto antica, ottenuto utilizzando i muscoli delle cosce di capra e preparato con una miscela di sale, pepe ed altri aromi seguendo ricette artigianali (Fonte:www.trentinosalumi.it).
  
- La “Muscisca”, prodotta in Puglia, l'origine della parola è araba, da mosammed (cosa dura); si tratta di carne di capra disossata, tagliata a strisce, salata, insaporita con spezie ed essiccata al sole per circa 20 giorni. L'origine di questo prodotto viene fatto risalire alla necessità di dover asciugare la carne nel minor tempo possibile. Durante gli spostamenti del periodo della transumanza, infatti, i pastori, come fonte di sostentamento, uccidevano qualche capo del loro bestiame e, non potendolo consumare tutto, lo tagliavano appunto a strisce per poi farle essiccare al sole. Prodotti simili sono diffusi in Abruzzo e Molise, in particolare nelle zone montuose interne dove si effettuava la transumanza ed anche in altre regioni italiane, come per esempio il “Pindulis”, che è un prodotto tipico del Friuli Venezia Giulia.

Altro prodotto di salumeria a base di carne di capra è il Salame di capra, presente in varie aree Italiane. La produzione di salami è molto diffusa in Val d'Ossola, l'impasto è preparato mescolando la parte magra di capra con grasso di maiale

(Fonte: [www.atlanteparchi.it](http://www.atlanteparchi.it)).

# **PARTE SPERIMENTALE**

## **SCOPO E PIANO DELLA RICERCA**

La filiera di lavorazione del prosciutto di capra, che è stata considerata nel presente lavoro, prevede la collaborazione degli allevatori che forniscono gli animali, degli stabilimenti di macellazione autorizzati e di quelli di trasformazione e distribuzione.

La materia prima è costituita prevalentemente da soggetti appartenenti alla razza autoctona Sarda, ma viene utilizzata anche la carne di animali di altre razze allevate nel territorio regionale, tra le quali la Maltese.

Nel presente lavoro è stata condotto uno studio finalizzato alla caratterizzazione del prosciutto di capra, ottenuto da soggetti di razza Sarda e Maltese allevati in Sardegna, allo scopo di individuare elementi scientifici a supporto della tutela della biodiversità dell'allevamento caprino e della sua sostenibilità economica in Sardegna, attraverso lo sviluppo di prodotti a base di carne.

A tale scopo è stato programmato e realizzato un progetto, finanziato dalla Regione Autonoma della Sardegna con fondi CIPE (2007-2010), nell'ambito del programma APQ Ricerca (P5A), finalizzato alla creazione presso la Facoltà di Medicina Veterinaria del Centro di Competenza sulla Biodiversità animale. Nell'ambito di tale progetto è stata realizzata, tra le altre, una ricerca dal titolo "Sostenibilità della biodiversità dell'allevamento caprino in Sardegna attraverso lo sviluppo di prodotti a base di carne". La ricerca è stata condotta in collaborazione tra la sez. di Ispezione degli Alimenti di Origine Animale del Dipartimento di Biologia Animale, presso la quale ho frequentato la Scuola di Dottorato, alcune aziende di allevamento di capre disseminate su tutto il territorio regionale, che hanno fornito gli animali, ed un'azienda di trasformazione, localizzata in provincia di Sassari (La Genuina di Ploaghe), dove venivano prodotti i prosciutti.

Il lavoro prevedeva la produzione di diversi lotti di prosciutto e l'effettuazione di determinazioni analitiche nel corso delle diverse fasi di lavorazione.

Gli obiettivi specifici della ricerca hanno riguardato:

- ✓ Individuazione e selezione degli animali più idonei alla trasformazione, attraverso l'acquisizione di informazioni relative al tipo di management aziendale ed in particolare all'alimentazione degli animali;
- ✓ La determinazione, presso le strutture di macellazione, delle caratteristiche di conformazione delle carcasse, attraverso la classificazione in base alla conformazione e allo stato d'ingrassamento, e di alcuni parametri qualitativi che incidono sulla resa alla trasformazione.
- ✓ La descrizione del processo di trasformazione con l'individuazione dei parametri di processo.
- ✓ La caratterizzazione di prodotto, attraverso la definizione delle caratteristiche organolettiche, chimico-fisiche, di composizione e nutrizionali delle materie prime, dei semilavorati e del prodotto finito.
- ✓ La valutazione delle caratteristiche igienico-sanitarie, attraverso la descrizione del profilo microbiologico della materia prima e del prodotto finito.

## **DISEGNO SPERIMENTALE**

La ricerca si è svolta nell'arco di circa due anni.

Sono stati inclusi nell'indagine nove lotti ( $L1 \rightarrow L9$ ) di prosciutti, cinque dei quali ottenuti da capra di razza Sarda e 4 da capra di razza Maltese.

Ciascun lotto proveniva da 12 animali (ad eccezione di L1 che includeva 7 soggetti), per un totale complessivo di 103 capre.

I primi cinque lotti inclusi nella ricerca (L1-L5) erano costituiti da prosciutti di razza Sarda, i quattro lotti successivi (L6-L9) erano invece ottenuti da capre di razza Maltese.

La valutazione di ciascuno dei lotti di produzione, prevedeva lo svolgimento di attività in allevamento, presso i macelli e presso uno stabilimento di trasformazione.

La descrizione della ricerca che segue avverrà tenendo conto di tale sequenza.

## **ATTIVITA' SVOLTE IN ALLEVAMENTO**

Il Reclutamento degli allevamenti è stato effettuato attraverso il coinvolgimento dei Servizi Veterinari delle ASL competenti per il territorio e delle Associazioni Provinciali degli Allevatori. Sulla base dei dati ufficiali concernenti l'entità del patrimonio caprino per ciascuna zona, l'elenco e la consistenza degli allevamenti in relazione alla razza allevata, sono state individuate le macro-aree considerate ad elevata vocazione per l'allevamento caprino, situate nelle province di: Sassari, Nuoro, Ogliastra, Cagliari, Carbonia-Iglesias. Sulla base di questi dati è stata effettuata la selezione delle aziende da visitare, tenendo conto di requisiti minimi e della rispondenza alle esigenze dello stabilimento di trasformazione. Successivamente sono stati avviati i contatti con gli allevatori da coinvolgere nella realizzazione del lavoro.

Cinque degli allevamenti individuati e visitati, sono stati inclusi nella ricerca ed hanno fornito gli animali utilizzati per la preparazione dei prosciutti. Di questi tre allevavano capre di razza Sarda e due di razza Maltese.

## ***VALUTAZIONI IN ALLEVAMENTO***

Sono stati effettuati diversi sopralluoghi, al fine di esaminare gli animali presenti in allevamento ed acquisire informazioni relativamente alla consistenza ed alla tipologia di allevamento, al management aziendale ed in particolare al tipo di alimentazione.

In azienda agli allevatori veniva somministrato un questionario al fine di acquisire le informazioni riguardanti i seguenti aspetti:

- a) Caratteristiche aziendali: altimetria, superficie totale (ha), tipologia di allevamento (estensivo, semiestensivo, intensivo);
- b) Ordinamento colturale;
- c) Consistenza zootecnica;
- d) Razione alimentare: animali in lattazione, animali in asciutta, animali destinati al macello, fonti degli alimenti;
- e) Principali cause di riforma.

## **RISULTATI**

Gli allevamenti inseriti nel progetto erano dislocati nei territori dei seguenti comuni:

### **Razza Sarda**

1. Comune di Giave (SS): allevamento A1, ha fornito il lotto L1.
2. Comune di San Vito (CA): allevamento A2, che ha fornito i lotti L2 e L3.
3. Comune di Belvì (NU) : allevamento A3, che ha fornito i lotti L4 e L5.

### **Razza Maltese**

1. Comune di Belvì (NU) : allevamento A4, che ha fornito i lotti L6 e L7.
2. Comune di Sassari (SS): allevamento A5, che ha fornito i lotti L8 e L9.

### **Razza Sarda**

Gli allevamenti avevano una consistenza zootecnica compresa tra i 160 capi di A1 e i 480 di A3.

Gli animali erano prevalentemente femmine adulte ed era allevata una quota di caprette per la rimonta che corrispondeva al 20-30% della consistenza zootecnica.

Il 5-6 % era costituito invece da maschi interi o castrati. Le femmine erano allevate per la produzione del latte e del capretto.

I parti erano concentrati in maniera da poter macellare i capretti a Natale e Pasqua. I capretti venivano alimentati con latte materno e macellati a 30-40 gg, al raggiungimento di un peso di 6-7 Kg.

La tipologia di allevamento era di tipo semi-estensivo. Gli animali venivano condotti al pascolo e ricevevano poi un'integrazione alimentare in stalla, comunque limitata. L'alimentazione che gli allevatori dichiaravano di somministrare agli animali era costituita da:

Foraggi: in genere fieni misti di graminacee e leguminose, in particolare fieno di loietto, fieno di medica, trifoglio alessandrino.

Concentrati: cereali (mais, avena) o di granella di leguminose (piselli, favino); mangimi complementari per ovini e caprini.

L'alimentazione subiva dei cambiamenti nel corso dell'anno, in funzione dei diversi stati fisiologici (lattazione, asciutta, fase della gestazione).

### **Razza Maltese**

Gli allevamenti avevano una consistenza compresa tra i 150 capi in A4 ed i 100 capi nell'allevamento A5.

La tipologia di allevamento era di tipo semi-estensivo in A4, mentre gli animali di A5 erano allevati con metodo intensivo, in stabulazione libera.

Nell'allevamento A4 gli animali erano alimentati al pascolo più un'integrazione di foraggi (fieni di graminacee e leguminose), concentrati (cereali: mais, avena, leguminose: piselli, favino) e di mangimi complementari.

L'alimentazione degli animali nell'allevamento A5 era caratterizzata dalla somministrazione di foraggi (fieni di loietto, di erba medica e leguminose) e mangimi concentrati per pecore.

Anche gli allevamenti di capre Maltesi erano costituiti prevalentemente da femmine in lattazione, con una quota di rimonta del 20-30%, mentre il 2-4 % era costituito da maschi, interi o castrati.

Come la Sarda anche gli allevamenti della capra Maltese erano indirizzati verso la produzione di latte e la vendita del capretto.

## **DISCUSSIONE**

Gli allevamenti che hanno fornito gli animali per la produzione del prosciutto di capra avevano caratteristiche simili, con qualche differenza che riguardava il

management e l' alimentazione, come ad esempio un maggiore utilizzo di mangimi in uno degli allevamenti di capre Maltesi (A5). Gli allevamenti erano indirizzati verso la produzione di latte e secondariamente la vendita dei capretti. La macellazione di animali adulti risultava economicamente trascurabile, visto lo scarso valore che viene attribuito alla carne di capre adulte.

Gli animali da cui si ricavano i prosciutti sono quindi capre da latte, macellate al termine della carriera produttiva, o con problemi di scarsa produzione, o raramente, maschi castrati.

La disponibilità della materia prima subisce variazioni apprezzabili nei vari periodi dell'anno. In particolare, la maggior parte degli allevatori di entrambe le razze ritiene poco vantaggioso, dal punto di vista economico, avviare alla macellazione soggetti nel pieno della produzione lattea, preferendo macellare gli animali a fine carriera, in prossimità del periodo estivo, quando gli animali vengono mandati in asciutta e gli allevatori “scartano” i soggetti meno produttivi.

## ATTIVITA' SVOLTE IN MACELLO

Presso i macelli, gli animali sono stati identificati ed è stata determinata l'età, tramite la determinazione dell'usura dentaria, il sesso ed il peso vivo.

Subito dopo la macellazione, ciascuno soggetto è stato identificato con un codice, che ha permesso la rintracciabilità lungo il processo di lavorazione.

Ciascuna carcassa è stata sottoposta alle seguenti determinazioni:

- ✓ Classificazione delle carcasse: in funzione della conformazione muscolare e dello stato di ingrassamento, mediante la griglia SEUROP per gli ovini adulti (Reg. CE n. 1249/2008).
- ✓ Resa a caldo: effettuata tramite il peso della carcassa ad 1 ora dalla macellazione e calcolo della resa in rapporto al peso vivo (peso morto a 1 h/peso vivo X 100).
- ✓ pH e temperatura ad 1 ora dalla macellazione e dinamica nelle 24 ore successive: è stata misurata mediante il pH-metro registratore WTW ed

infissione delle sonde in profondità nel muscolo *Longissimus dorsii*, previa incisione del sottocute tra la 5<sup>a</sup> e la 7<sup>a</sup> vertebra lombare.

- ✓ Valutazione strumentale del colore: è stata effettuata sul muscolo retto dell'addome (mezzena destra) ad 1 ora dalla macellazione, mediante spettrofotometro portatile Minolta CM-500i (lampada al xenon pulsata, angolo dell'osservatore standard di 10°, illuminante D65) sulla superficie di taglio, previa asportazione della fascia connettivale, che veniva riposizionata dopo la misurazione. Sono stati rilevati in duplice i seguenti parametri (media di due misurazioni).

a) Luminosità ( $L^*$ ): parametro che ha il campo di variabilità tra il bianco (100) ed il nero (0);

b) Indice del rosso ( $a^*$ ): che varia dal rosso (positivo) al verde (negativo);

c) Indice del giallo ( $b^*$ ): che varia dal giallo (positivo) al blu (negativo);

- d) Cromia [ $C=(a^2+b^2)^{1/2}$ ]: parametro che indica la percentuale di colore puro presente, ossia la forza con cui un colore si stacca dal colore neutro (per  $C=0$  si ha il grigio);
- e) Tinta ( $H= \arctg b/a$ ): parametro che indica, con una misura angolare, l'intensità del colore.

Dopo il raffreddamento in macello le carcasse venivano trasferite, mediante mezzo refrigerato, presso lo stabilimento di trasformazione.

## **RISULTATI**

Gli animali che sono stati avviati alla macellazione avevano un'età compresa tra i tre anni e mezzo ed i cinque anni e mezzo, senza significative differenze tra i soggetti delle due razze esaminate ( $P>.05$ ). Si trattava prevalentemente di femmine macellate al termine della carriera produttiva, o con problemi di scarsa produzione.

Il peso vivo degli animali ed il peso morto ad 1 ora sono schematizzati nella tabella

1. I soggetti di razza Sarda avevano un peso medio pari a  $44,09 \pm 4,97$  kg

(media±d.s.), inferiore rispetto ai soggetti di razza Maltese, per i quali era pari a 52,88 ±5,49 kg , ma le rese a caldo e a freddo erano maggiori.

I valori medi della resa alla macellazione nei soggetti di razza Maltese sono risultati significativamente disomogenei in relazione al lotto ( $P < .01$ ), mentre in quelli di razza Sarda questo dato è risultato più omogeneo. La resa a caldo risultava pari infatti pari a 43,02 % nella razza Sarda e 33,72% nella razza Maltese.

Il valore medio del pH a 1 ora dalla macellazione (pH1) per le carcasse di soggetti di razza Sarda era pari a 6,46±0,15 (range: 6,23 → 6,62) e a 6,59±0,12 (range: 6,48 → 6,75) per quelle Maltesi.

Il valore medio della temperatura delle carcasse è stato di 27,58 ± 1,44 °C a 1 ora (t°1) dalla macellazione (range: 25,06 → 29,55).

La classificazione delle carcasse delle capre destinate alla trasformazione in prosciutto, è stata effettuata in base alle griglie definite per gli ovini adulti dal Reg. C.E. n.22 /2008.

Per quanto riguarda le carcasse di Razza Sarda: il 54% dei soggetti ricadeva nella classe R (buona), caratterizzata da profili nell'insieme rettilinei e da sviluppo

muscolare buono; il 37% nella classe O (abbastanza buona); solamente il 3% nella classe U (ottima); mentre nessuna apparteneva alle classi superiori E (eccellente) ed S (superiore). Relativamente allo stato di ingrassamento, il 65% ricadeva nella classe 2 (scarsa copertura di grasso) ed il 35% nella classe intermedia 3 (copertura di grasso mediamente importante).

Per quanto riguarda la razza Maltese: il 75 % dei soggetti ricadeva nella classe R (buona), mentre il restante 25% nella classe O (abbastanza buona). Relativamente allo stato di ingrassamento, il 75 % ricadeva nella classe 2 (scarsa copertura di grasso), il 15% nella classe 1 (copertura di grasso molto scarsa) ed il rimanente 10 % ricadeva nella classe intermedia 3 (copertura di grasso mediamente importante).

In generale i risultati evidenziano una notevole variabilità ( $P < .01$ ) tra le razze e tra i lotti di produzione. Sono inoltre condizionati dalla scarsa attitudine della razza Sarda e di quella Maltese, entrambe ad attitudine lattifera, alla produzione di carcasse con spiccato sviluppo muscolare.

## ***VALUTAZIONE STRUMENTALE DEL COLORE***

I risultati che riguardano la valutazione strumentale del colore eseguita sul muscolo retto dell'addome sono schematizzati in tabella 2.

Il valore medio di  $L^*$ , parametro che esprime la luminosità del campione, è risultato di  $36,90 \pm 3,21$  nelle carcasse di razza Sarda e  $39,34 \pm 3,19$  in quelle di razza Maltese.

In quest'ultima, come si evince dalle figure 1e 2, la luminosità è risultata significativamente più alta ( $P < .01$ ). All'interno dei lotti di razza Maltese questo parametro è risultato omogeneo ( $P > .05$ ). Anche rispetto agli altri parametri colorimetrici è stata evidenziata una tendenza del muscolo di razza Maltese ad avere valori più elevati rispetto a quelli di razza Sarda.

## **DISCUSSIONE**

La resa al macello, tra i caratteri che concorrono a determinare la qualità della carcassa, è certamente quello che ha un'incidenza economica più diretta, poiché determina il peso della carcassa commerciabile.

È legato a vari fattori, influenzato dal tipo genetico ma anche all'alimentazione. È stato dimostrato come, l'alimentazione al pascolo, in stretta dipendenza dai periodi di siccità e scarsa produttività, possa generare effetti indesiderati, quali diminuzione degli accrescimenti e della qualità della carcassa, bassa resa alla macellazione, colore più scuro, ridotta tenerezza (French et al, 2000; 2003).

Si tratta comunque di un carattere molto sensibile alle condizioni di macellazione e soprattutto alle variazioni del contenuto del tubo digerente (Ménissier et al., 1986).

Secondo alcuni autori la resa in carne delle capre risulta inferiore rispetto alla pecora, a parità di piano alimentare, particolarmente in allevamenti condotti in ambienti semiaridi (Sen et al., 2004). Nonostante ciò, confrontando la resa alla macellazione delle capre di razza Sarda con quella di pecore della stessa razza, allevate quindi in simili condizioni, si nota come i valori non siano in realtà così dissimili. Le pecore di razza Sarda presentavano infatti valori di resa a caldo pari a  $42,3 \pm 3,9 \%$  (Mazzette et al., 2004), perciò confrontabile con quelli ottenuti nelle capre.

Riguardo alla valutazione strumentale del colore, abbiamo già avuto modo di sottolineare che tale parametro influenza molto il consumatore al momento della scelta delle carni, in quanto lo mette in relazione al carattere di tenerezza. Il colore del muscolo è riconducibile alla presenza di una proteina, la mioglobina, ed in particolare al prevalere di una delle forme che essa può assumere, in relazione allo stato chimico in cui si trova il ferro. La quantità di mioglobina varia con la specie animale, la razza, l'età, il sesso, il tipo di muscolo e l'attività fisica.

Rispetto alle carcasse di pecore (Mazzette et al., 2005 b), nelle Maltesi il muscolo è risultato più luminoso, di un rosso più acceso ed intenso. Infatti i valori di luminosità, indici del rosso e del giallo, Tinta e Croma riscontrati nelle capre, sia Sarda che Maltese, si sono dimostrati decisamente più elevati.

In altri studi è stato sottolineato come il genotipo abbia un' influenza significativa sul colore del muscolo (Dhanda et al., 2003 a; Ding et al., 2010), soprattutto per quanto riguarda i valori dell'indice del rosso  $a^*$  ( $P < .01$ ) e della Luminosità  $L^*$  ( $P < .05$ ) (Ding et al., 2010).

## **ATTIVITA' SVOLTE PRESSO LO STABILIMENTO DI TRASFORMAZIONE**

Presso il salumificio, tutte le carcasse venivano sottoposte alle seguenti determinazioni:

- ✓ *Resa a freddo*: effettuata tramite il peso della carcassa a 24 ore dalla macellazione e calcolo della resa in rapporto al peso vivo (peso morto a 24 h/peso vivo X 100).
- ✓ pH e temperatura a 24 ore dalla macellazione.
- ✓ Misurazione strumentale del colore a 24 ore dalla macellazione sul muscolo retto dell'addome, sia sulla sul muscolo nella parte destra, sollevando l'aponeurosi ribaltata nel corso della 1° determinazione fatta al macello ad un ora dalla macellazione, che sul contro-laterale sinistro.

Successivamente le carni venivano sottoposte a trasformazione, durante la quale ciascun lotto di produzione, e, all'interno di esso, ciascun campione, veniva identificato e "tracciato", mediante l'uso di apposite etichette.

## **RISULTATI**

### **RESA A FREDDO**

La resa a freddo (Tabella 1), come la resa a caldo, è risultata maggiore della Razza Sarda ( $P < .01$ ), con un valore medio pari a 42,14 %, rispetto alla Maltese, in cui è stata pari a 32,95 %. Nella razza Sarda i valori sono risultati omogenei tra i lotti di produzione, con un valore minimo di 40,90% nel lotto L4 e massimo di 43,92% nel lotto L1. La razza Maltese ha invece evidenziato una significativa disomogeneità all'interno dei lotti ( $P < .01$ ), con valori che vanno dal 25,38 % nel lotto L7 al 39,74% nel L9.

### **pH**

Nelle carcasse di razza sarda, il pH medio dopo 24 (pH<sub>24</sub>) è risultato pari a  $5,59 \pm 0,04$ , con un range di  $5,85 \rightarrow 5,96$ . In quelle di razza Maltese era invece pari a  $5,85 \pm 0,09$ , range  $5,72 \rightarrow 5,93$ .

### **TEMPERATURA**

Il valore medio della temperatura delle carcasse a 24 ore dalla macellazione ( $t^{\circ} 24$ ) è risultato di  $6,42 \pm 3,04$  °C (range:  $2,55 \rightarrow 10,21$ ).

## VALUTAZIONE STRUMENTALE DEL COLORE

I risultati che riguardano la valutazione strumentale del colore determinata sul muscolo retto dell'addome destro e sinistro a 24 ore dalla macellazione sono riportati in tabella 3.

I valori ottenuti a 24 ore sulla mezzena destra, già esaminata subito dopo la macellazione, hanno permesso di valutare eventuali modificazioni dovute a fenomeni ossidativi, mentre il confronto con il muscolo contro laterale ha permesso di valutare la presenza di differenze di colore dovute a fenomeni chimico-fisici intervenuti dopo la morte dell'animale.

I valori medi di  $L^*$  nel lato destro sono risultati più alti nella Razza Maltese ( $40,95 \pm 3,64$ ) rispetto a quella Sarda ( $38,23 \pm 3,15$ ).

Nella razza Sarda i valori ottenuti nella mezzena sinistra sono risultati leggermente inferiori ( $37,6 \pm 4,33$ ) rispetto a quella destra, mentre nella Maltese non è stata riscontrata nessuna differenza rilevante ( $40,66 \pm 3,39$ ).

I valori medi di  $a^*$  sono risultati più alti ( $P < .01$ ) nella razza Maltese, pari a  $19,12 \pm 5,44$  nel lato destro e  $17,55 \pm 4,15$  nel lato sinistro, rispetto alla razza Sarda, dove erano  $15,22 \pm 2,62$  nel lato destro e  $14,97 \pm 2,5$  nel lato sinistro.

Anche  $b^*$  ha presentato valori più alti nella Razza Maltese ( $P < .01$ ), pari a  $13,53 \pm 4,15$  nel lato destro e  $13,15 \pm 4,18$  nel lato sinistro, mentre nella Sarda erano di  $11,16 \pm 2,5$  nel lato destro e  $10,8 \pm 2,47$  nel lato sinistro.

Ancora il valore medio della Cromia era più elevato nella Maltese ( $23,21 \pm 6,00$  nel lato destro e  $21,99 \pm 5,62$  nel sinistro) rispetto alla Sarda ( $18,94 \pm 3,35$  nel lato destro e  $18,88 \pm 3,054$  nel sinistro).

Infine la Tinta ha presentato valori molto simili tra le due razze ( $P > .05$ ), pari a  $36,03 \pm 4,12$  e  $36,45 \pm 3,62$  nella razza Sarda e  $35,42 \pm 4,24$  e  $36,43 \pm 3,84$  nella Maltese, rispettivamente nel lato destro e nel sinistro.

## **DISCUSSIONE**

### ***RESA A FREDDO***

La resa a freddo ha evidenziato le stesse differenze tra le due razze della resa a caldo. I soggetti di razza Sarda sono risultati più simili tra loro rispetto a quelli di razza Maltese, per la quale è stato evidenziata una notevole disomogeneità tra i lotti.

### ***pH 24 ORE***

Per quanto riguarda il pH del muscolo a 24 ore, nella razza Maltese sono stati evidenziati valori piuttosto elevati, rispetto a quelli attesi a seguito di un regolare fenomeno di acidificazione post mortale. Si tratta di un riscontro importante, se si considera che la velocità e l'entità della glicolisi post-mortem rappresentano un fattore critico che incide sulla sicurezza e qualità della carne, tanto più se essa è destinata alla trasformazione.

Alti valori di pH sono riportati in letteratura riguardo alla carne di capra (Webb et al., 2005; Casey et al., 2010). Il riscontro limitato ad alcune specifiche esperienze esclude l'ipotesi che valori di Ph elevato nella capra possano essere considerati una caratteristica di specie. Parrebbe suggerire invece che le capre, rispetto ad altre

specie, siano più inclini allo stress. A supporto di questa ipotesi sono riportate in alcuni studi le limitate concentrazioni peri-mortem dei metaboliti glicolitici in muscoli e sangue caprini (Kannan et al., 2002; Kannan et al, 2003; Simela et al., 2004).

### ***COLORE***

Il confronto dei valori ottenuti a 1 ora e a 24 dalla macellazione nello stesso muscolo, ha evidenziato un aumento in entrambe le razze di tutti i parametri colorimetrici.

Il muscolo, come atteso, è progressivamente diventato più luminoso, di un rosso più acceso ed intenso nelle 24 ore successive alla macellazione.

I parametri colorimetrici considerati sono risultati più alti nella Razza Maltese, ma la loro dinamica nelle 24 ore è risultata molto simile tra le due razze.

## **PROCESSO TECNOLOGICO**

Durante il processo di trasformazione sono state individuate le fasi e monitorati i parametri di processo, ai fini della definizione della scheda tecnologica. Inoltre è stato effettuato il prelievo di differenti campioni, che venivano prontamente trasportati, in condizioni di refrigerazione, presso i laboratori del Dipartimento di Biologia Animale ai fini dell'effettuazione delle determinazioni analitiche

### **Stoccaggio in cella**

Le carcasse, giunte presso lo stabilimento di trasformazione, riposano in cella ad una temperatura di  $+2\pm 2^{\circ}\text{C}$  e vengono lavorate entro 7 giorni.

### **Preparazione delle carni**

La separazione delle cosce si esegue con un coltello ben affilato a livello dell'articolazione coxo-femorale. La presenza di difetti della parte pregiudica l'utilizzo per la produzione del prosciutto e perciò si valuta la conformazione della coscia, l'eventuale presenza di macchie di sangue o fratture femorali, che potrebbero determinare l'esclusione del taglio.

Dopo la separazione dalle altre parti anatomiche, le cosce destinate alla preparazione dei prosciutti vengono toelettate e rifilate, tramite l'utilizzo di un coltello da spolpo.

In seguito le parti così preparate sono modellate in modo da conferire al taglio la caratteristica forma definitiva.

In particolare si procede al taglio netto del coxale con sega, e si disarticola l'articolazione coxo-femorale, mantenendo l'osso femorale all'interno della coscia.

Durante questa fase di lavorazione è essenziale che le cosce mantengano temperature costanti di refrigerazione, allo scopo di rassodare e raffreddare in modo uniforme tutta la massa. Tale operazione è di fondamentale importanza per la riuscita del prodotto. Un raffreddamento troppo lento permetterebbe l'instaurarsi di processi fermentativo-putrefattivi prima della completa penetrazione della miscela sale-spezie, mentre un raffreddamento troppo intenso, nonostante blocchi i fenomeni alterativi di natura enzimatica, rallenta comunque la penetrazione del sale, rendendo la salagione non ottimale (Ghinelli , 1985).

Il peso delle cosce fresche nei lotti di capra Sarda variava da 3,11 a 1,43 Kg, con una media  $\pm$  deviazione standard pari a  $2,38 \pm 0,16$  Kg; nei lotti di razza Maltese variava

invece da 2,94 e 1,30 Kg, con una media  $\pm$  deviazione standard pari a  $2,04 \pm 0,38$  Kg.

### **Preparazione della miscela salante**

Inizialmente vengono preparati gli ingredienti necessari per la “concia” e poi vengono accuratamente miscelati. Gli ingredienti sono: sale, pepe misto, noce moscata, più una miscela costituita da destrosio, saccarosio, sale e additivi (E252, E300).

### **Salatura**

La durata complessiva del processo di salatura è circa di 28 giorni e si articola in due fasi più una di riposo.

Nella I fase, che avviene subito dopo la rifilatura, i pezzi ricoperti da una parte della concia sono sottoposti a massaggio manuale, in modo da facilitare la distribuzione uniforme su tutta la superficie, insistendo soprattutto in corrispondenza della testa del femore e delle parti muscolari più scoperte, dove si effettuano anche delle pressioni manuali. In seguito i prosciutti sono sistemati su ripiani d'acciaio inox e

sovrapposti l'uno sull'altro, in modo che si abbia una pressatura naturale. I prodotti vengono posti in cella a temperatura di +4°C con 75% di umidità relativa.

Dopo una settimana, si preparano per la II fase di salatura che si effettua con la seconda aliquota della miscela salante. Su questi viene effettuato un energico massaggio manuale, le articolazioni vengono ripetutamente flesse ed estese per favorire l'assorbimento del sale nelle parti più profonde; è inoltre curata la disposizione sui ripiani d'acciaio inox in modo che ogni prosciutto subisca lo stesso grado di pressatura. I prosciutti rimangono in cella per altri sette giorni. Ultimata questa fase i prosciutti "riposano" per altri 14 giorni nella stessa cella con le stesse caratteristiche di temperatura e umidità. Durante tale periodo i pezzi subiscono un ulteriore massaggio, questa volta "in asciutto", senza aggiunta di sale, e continuano a perdere umidità. Il calo-peso medio alla fine della salatura è pari al 12% circa in quelli ottenuti da razza Sarda e al 23% in quelli ottenuti da razza Maltese.

### **Essicamento**

Successivamente alla salagione i prosciutti sono trasferiti in apposite celle, inizialmente a +18-20 C°. Il primo giorno non viene eseguito il controllo

dell'umidità relativa ambientale, mentre dal secondo l'asciugatura del prodotto viene favorita mediante l'impostazione del valore dell'u.r. a 60%. Nei giorni successivi la temperatura viene progressivamente ridotta di 1-1,5 °C al giorno, fino a + 14-16 °C, mentre l'u.r. viene gradualmente innalzata del 5%/di, fino a raggiungere valori pari al 75-80%. La durata della fase è nel complesso pari a 5-7 giorni.

Fino a questo punto il prosciutto ha subito un calo peso complessivo di circa il 25% nella razza Sarda e del 35 % in quella Maltese.

### **Stagionatura**

La stagionatura avviene in un'apposita cella, dove si trovano prodotti di salumeria di differente tipologia, aventi un diverso stadio di stagionatura. Lo scopo è di creare un microclima favorevole all'insorgenza dell'aroma e delle caratteristiche organolettiche finali richieste.

La durata di tale periodo è variabile tra i tra i 50 ed i 90 giorni in relazione al peso iniziale delle cosce ed è ancora in via di definizione, in conseguenza della valutazione dell'impatto di questa fase sulle caratteristiche organolettiche finali (tenerezza, colore, flavour).

Durante il periodo di stagionatura i prodotti sono sottoposti a manipolazione periodica, sono rifilati, speziati, e modellati ulteriormente.

La rifilatura si esegue solo sulla faccia mediale in corrispondenza della testa del femore, dalla quale è precedentemente asportata la porzione superficiale, incrostata dalle precedenti speziature. In questa fase il modellamento consiste nell'eliminare, da ogni prosciutto, le parti in eccesso eccessivamente essiccate.

Il prodotto raggiunge al termine un calo peso del 52% nei prosciutti ottenuti da Razza Sarda e del 50 % in quella Maltese. Il peso finale dei prosciutti nei lotti di razza Sarda variava da 0,7 a 1,68 Kg , con una media  $\pm$  deviazione standard pari a  $1,14 \pm 0,27$ , mentre nei lotti di razza Maltese variava da 0,6 a 1,6 Kg , con una media  $\pm$  deviazione standard pari a  $1,02 \pm 0,25$  Kg.

# **ATTIVITA' SVOLTE PRESSO I LABORATORI DEL DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA ANIMALE**

## ***MATERIALI E METODI***

Per la definizione del piano dei campionamenti, sono state individuate nell'ambito del processo le seguenti fasi:

- coscia fresca (MP),
- salagione (28 giorni) (S)
- essicamento (ulteriori 6 giorni) (E),
- stagionatura (50 → 90 gg) (P).

Le materie prime (cosce fresche) e i prodotti finiti (prosciutti stagionati), sono stati sottoposti alla determinazione dei parametri chimico-fisici, colorimetrici, reologici, di composizione e alla definizione del profilo microbiologico. I prodotti semilavorati (prosciutti al termine della salagione e della essicamento) sono stati invece utilizzati per la valutazione della dinamica dei valori di pH e di  $a_w$ .

## 1. Determinazione dei parametri microbiologici

### ➤ Preparazione del campione

Per tutti i campioni è stato eseguito il prelievo sottocappa in profondità, dalla parte interna del prodotto, dopo asportazione della parte superficiale e previa flambatura della superficie scoperta. Il prelievo di 25gr di campione è avvenuto in più punti del campione in modo da ottenere un campione omogeneo e rappresentativo.

Ogni aliquota è stata diluita in 225ml di Buffered Peptoned Water (Biogenetics) per la ricerca della maggior parte dei parametri (Carica microbica aerobica mesofila totale, *Enterococcus spp*, Coliformi totali ed *Escherichia coli*, Anaerobi solfito riduttori, *Pseudomonas spp*, *Staphylococcus spp*, Lieviti e Muffe, *Lactobacillus spp.*, *Clostridium perfringens*, *Staph. Aureus*, e *Salmonella spp*), mentre ulteriori 25gr dello stesso campione sono stati diluiti in 225ml Fraser Broth (Biolife) per la ricerca di *Listeria spp.*

Dopo omogeneizzazione in Stomacher-Lad-Blender per due minuti ogni campione è stato sottoposto alle seguenti analisi:

Criteria di igiene del processo e germi alteranti

- a) Carica microbica aerobia mesofila totale: effettuata in Standard Plate Count Agar (S.P.C.A. Biogenetics) mediante la tecnica di semina per inclusione di 1 ml di ciascuna delle diluizioni, ed incubazione delle piastre a temperatura di +32°C per 48-72h.
- b) Coliformi ed *E. Coli*: in Violet Red Bile Agar + MUG (V.R.B.A., Biolife) e semina di 0,1 ml mediante tecnica per inclusione, incubato successivamente a +37°C per 24-48 h.
- c) Enterococchi: in Kanamycin Aesculin Azide Agar base (K.E.A., Oxoid) reso selettivo con l'aggiunta del supplemento antibiotato Kanamicin Selective supplement, mediante semina superficiale di 0,1 ml. Le piastre sono state incubate a +44°C per 48h.

d) *Pseudomonas spp*: in Pseudomonas Standard Agar + CFC supplement (P.S.A., Lab M) mediante semina superficiale di 0,1 ml e incubato a +20-22 °C per 72 ore.

e) Anaerobi solfito riduttori: in Perfringens Agar Base (P.A.B. Oxoid) cui è stato addizionato il supplemento Egg yolk emulsion, mediante semina per inclusione di 1 ml da ciascuna diluizione previo trattamento termico (+75° C per 15') delle singole diluizioni. Le piastre sono state incubate in anaerobiosi a + 32° C per 48 ore.

#### Germi di interesse tecnologico

a) *Staphylococcus spp*: in Mannitol Salt Agar (M.S.A., Oxoid), terreno selettivo per l'isolamento degli Stafilococchi coagulasi-positivi e che consente lo sviluppo anche dei coagulasi negativi, mediante tecnica superficiale di 0,1 ml da ciascuna delle diluizioni ed incubazione a + 37° C per 24-36 ore.

Una selezione di ceppi di *Staphylococcus spp.*, isolati dai campioni positivi, è stata sottoposta a identificazione e caratterizzazione fenotipica mediante il sistema miniaturizzato ID32 Staph (Bio-Mérieux).

b) Batteri Lattici: su Man Rogosa Sharpe Agar (M.R.S., Oxoid), acidificato a pH 5,7, mediante semina per inclusione di 1 ml. Le piastre sono state poste ad incubare in condizioni di microaerofilia in stufa per microaerofilia con il 10% di CO<sub>2</sub> a una temperatura di + 37°C per 72 h.

c) Lieviti e Muffe: in Oxytetracycline-Glucose-Yeast-Extract-Agar + Ossitetraciclina (O.G.Y.E.A, Oxoid) mediante semina per spatolamento superficiale di 0,1 ml da ciascuna diluizione e incubazione a +32 °C per 5 giorni.

#### Germi patogeni e potenzialmente patogeni

a) *Clostridium perfringens*: in Perfringens Agar Base (P.A.B., Oxoid) + supplemento antibiotato selettivo (T.S.C., D- cycloserine Biogenetics) con incubazione in anaerobiosi in giara a + 32° C per 48 ore, previo trattamento termico a temperatura di +75°C per 15 minuti delle singole diluizioni.

b) *Salmonella spp.* : pre-arricchimento in Acqua Peptonata Tamponata (B.P.V); arricchimento in Rappaport-Vassiliadis Enrichment Broth (RV, Oxoid) e isolamento in XLT4 Agar Base (DIFCO), incubato a + 42 °C per 24 ore.

c) *Staphylococcus aureus*: in Baird Parker Medium Agar (B.P.) mediante tecnica superficiale di 0,1 ml da ciascuna delle diluizioni ed incubazione a + 37 °C per 24 ore.

d) *Listeria monocytogenes*: mediante metodiche ISO 11290-1:1996 (determinazione qualitativa) e 11290-2:1998 (determinazione quantitativa), mediante rivitalizzazione in Fraser broth base (20°C/60'); arricchimento primario in half Fraser broth (30°C/24h) e arricchimento secondario in Fraser broth (37°C/48h); isolamento in Listeria selective agar base Oxford formulation Oxoid (30°C/48h) e Agar Listeria Ottaviani Agosti Biolife (37°C/48h).

## **2. Parametri chimico-fisici e di composizione**

Su tutti i campioni sono stati determinati alcuni parametri chimico-fisici di rilevante interesse tecnologico ed igienico-sanitario.

### ➤ Acidità libera

Il pH è stato misurato mediante il metodo di infissione diretta in punti diversi del campione e con la metodica per soluzione, determinata su 10 g di campione diluiti in

rapporto 1:1 con acqua distillata. Entrambe le determinazioni sono state ottenute con la media matematica di 3 misurazioni, tramite pHmetro GLP21 Crison.

➤ Attività dell'acqua

L' $a_w$  è stato determinato mediante AquaLab serie 4 TEV. Questo strumento è dotato di un doppio sensore (punto di rugiada e capacitivo) e presenta un'accuratezza di  $\pm 0,003 a_w$ . La determinazione dell' $a_w$  è stata effettuata in triplo sul campione omogeneizzato posto in contenitori di 15ml di volume e 11,5mm di altezza utilizzando il sensore capacitivo.

➤ Composizione centesimale

Su tutti i campioni di cosce fresche e di prodotto stagionato sono state eseguita le determinazioni del:

- contenuto in proteine ,lipidi totali ,umidità mediante il sistema automatizzato N.I.T. (Near Infrared transmittance, Foodscan, Foss). Tale sistema si basa sulla spettroscopia di trasmissione del vicino infrarosso, sfruttando raggi di lunghezza d'onda compresa tra 700 e 2500nm, che attraversano il campione e vengono letti da un sensore. Ogni campione, dopo omogeneizzazione, è stato distribuito

uniformemente su una piastra con base in vetro, di 13 cm di diametro e 1cm di altezza e sottoposto ad analisi. Per la determinazione è stata impostata una curva di calibrazione per l'analisi dei grassi nei prodotti carnei contenenti una % compresa tra i valori dell'1 e 8% (meat 1-8%).

- La sostanza secca è stata determinata invece per metodo della “doppia pesata” di ~ 5 g di campione macinato e pesato in capsula di vetro precedentemente essiccata a 102°C per 30 minuti, ripesato successivamente dopo essiccamento in stufa a 102°C per 12 ore.

La sostanza secca veniva determinata mediante la formula :

$$\% \text{ di sostanza secca} = \frac{(\text{peso del campione essiccato}) - (\text{tara capsula})}{\text{peso iniziale del campione}} \times 100$$

➤ Determinazione del profilo acidico

Presso il settore di chimica del DIRPA (Dipartimento per la ricerca nelle produzioni animali, Agris Sardegna) sono stati analizzati una selezione di 50 prosciutti di capra stagionati, 25 per ognuna delle due razze analizzate, rappresentativi di ciascun lotto.

La determinazione del profilo acidico è stata determinata mediante:

- a) Estrazione della frazione lipidica, eseguita con il metodo Folch modificato (Christie W.W. , 1989, Gaschromatography and Lipids: A practical guide, 1st ed. The Oily Press, Ayr, Scotland).
- b) Trans-esterificazione in ambiente acido: a 50mg di lipide vengono aggiunti 10 ml di soluzione di reagente metilante contenente gli STD interni metilati, successivamente la fase esanica contenente gli esteri metilici degli acidi grassi viene iniettata al gascromatografo (1µl);
- c) Separazione e quantificazione dei metil-esteri tramite gascromatografia, eseguita usando un GC VARIAN 3900 su una colonna SP 2560 (100m, 0.25mm id, 0.2 µm di fase fissa non bonded biscyanopropylpolisiloxane), utilizzando He come gas di trasporto a flusso costante di 1ml/min.

La separazione avviene con la seguente programmata di temperatura: 45°C per 4 min, da 45°C a 175°C a 13°C al min , a 175°C per 27 min, da 175°C a 215°C a 4°C al min, a 215°C per 35 min. Le temperature dell'iniettore e del FID sono di 290°C. L'iniezione avviene con split 1:50.

Gli acidi grassi sono stati identificati per confronto dei tempi di ritenzione con quelli degli standards di riferimento.

➤ Caratteristiche reologiche

Le proprietà di struttura sono state determinate con TAXT plus Texture Analyser, con il quale è stato effettuato il TPA-test (Texture Profile Analysis) con la sonda p75 (diametro 75mm). Da ogni campione di m. *Longissimus dorsii* e di m. *Bicipite Lungo Vasto* sulla carne fresca, e di m. *Bicipite Lungo Vasto* nei prosciutti stagionati, sono state prelevate due sezioni di forma cubica (1,5x1,5x1,5).

Ogni campione è stato posto con i fasci di fibre paralleli alla superficie ed è stato sottoposto a compressione assiale del 50% in due cicli consecutivi. Le sonde sono state impostate ad una velocità costante di 1mm/s. I dati sono registrati ed interpretati col Texture Exponent, versione 2,0,0,7 (Stable Micro Systems).

I parametri presi in considerazione sono stati i seguenti:

- Hardness (durezza): intesa come il picco di forza durante il primo ciclo di compressione ed è espresso in g.

- Cohesiveness (coesione): ottenuta attraverso il rapporto tra l'area della seconda curva e l'area della prima curva di compressione, non ha unità di misura.
- Springiness (elasticità): rapporto fra differenze, calcolate tra il tempo in cui ha inizio l'area di compressione ed il punto in cui si ha l'inversione della direzione della sonda. Al numeratore si pone il dato relativo alla seconda curva di compressione, al denominatore quello della prima. Anche questo parametro non ha unità di misura.
- Chewiness (masticabilità): il prodotto di Hardness x Cohesiveness x Springiness, è espressa in g/cm<sup>2</sup>.
- Adhesiveness (adesività): l'area negativa tra le due curve dei cicli di compressione, ha come unità di misura g x s.

### **3. Analisi statistica dei dati**

Tutti i dati sono stati sottoposti ad analisi statistica della varianza, la quale è stata condotta secondo la procedura GLM e la differenza tra le medie è stata valutata usando il test LSD (Statgraphics Plus, 5.1).

# RISULTATI E DISCUSSIONE

## *DINAMICA DEL PH E DELL'ATTIVITÀ DELL'ACQUA*

I risultati del pH e dell'attività dell'acqua ( $a_w$ ) sono riportati in tabella n.4. e n. 5

### *pH*

L'analisi del pH nel corso del processo ha evidenziato la dinamica tipica (Toldrà, 2002) dei tagli crudi stagionati, sebbene siano state riscontrate differenze statisticamente significative in relazione al lotto ( $P < .05$ ).

Nelle cosce fresche i valori medi riscontrati sono risultati compresi tra  $5,83 \pm 0,11$  (L3, razza Sarda) e  $6,24 \pm 0,29$  (L8, razza Maltese). Nel corso del processo l'andamento è risultato disomogeneo tra i lotti, presumibilmente in relazione alla variabilità insita della tecnologia artigianale, piuttosto che a una differenza legata alla razza ( $P > .05$ ).

Nei semilavorati i valori medi sono risultati compresi tra  $6,13 \pm 0,28$  nei lotti di razza Sarda e  $5,79 \pm 0,22$  nei lotti di Razza Maltese, alla fine della salagione, e  $6,14 \pm 0,21$  nei lotti di razza Sarda e  $5,83 \pm 0,21$  in quelli di razza Maltese, al termine della fase di

essiccamento. I valori nella Razza Sarda sono risultati più alti ( $P < .05$ ), rispetto a quelli della razza Maltese.

Nel prosciutto a fine stagionatura il range dei valori medi all'interno dei lotti ottenuti dalla razza sarda era compreso tra  $6,31 \pm 0,37$  nel lotto 1 e  $6,67 \pm 0,20$  nel lotto 5. Nei lotti di prosciutti maltesi i valori medi erano invece compresi tra  $6,20 \pm 0,35$  nel lotto 7 e  $6,7 \pm 0,19$  nel lotto 9.

### ***a<sub>w</sub>***

Per quanto riguarda l'andamento dell'attività dell'acqua, la diminuzione dell' $a_w$  è risultata progressiva e regolare nel corso del processo. Nella razza Sarda si è registrata una flessione più significativa al termine della fase di essiccamento.

Nei prosciutti l'attività dell'acqua ha evidenziato sostanziale variabilità legata alla razza ( $P < .01$ ), il valore di tale parametro è risultato più alto nei prodotti ottenuti da soggetti di razza Maltese con valori medi di  $86 \pm 0,03$  rispetto a quelli ottenuti da razza Sarda in cui il valore medio è risultato pari a  $0,79 \pm 0,03$ .

Per entrambe le razze è stata rilevata però una notevole variabilità ( $P < .01$ ) in relazione al lotto di produzione (tabella n. 5).

## **DISCUSSIONE**

### ***DINAMICA DEL PH***

L'analisi della dinamica del pH ha evidenziato, come atteso, l'assenza di fenomeni di acidificazione nel corso del processo di trasformazione del prosciutto.

I valori elevati di pH si riscontrano in altri prodotti carnei a maturazione enzimatica e sembrano confermare che non subiscano una fermentazione lattica. Ciò è supportato dal numero dei batteri lattici osservati in questi prodotti, come il lacón e la cecina spagnola o la bresaola italiana (Marra et al.,1999; Garcia et al., 1998). I valori del pH riscontrati nei semilavorati (S e E) e nel prodotto finito (P), soprattutto nei lotti di razza Sarda, sono risultati più elevati rispetto a quanto descritto in prosciutti di pecora (Mazzette et al.,2005 a ; Soncini et al., 2005).

### ***ATTIVITÀ DELL'ACQUA***

I valori dell'  $a_w$  nel prodotto finito possono essere considerati un indice di un buon processo di disidratazione e di stabilità. In alcuni lotti, tuttavia, la diminuzione del valore dell' attività dell'acqua risulta molto spinta. Il minore spessore delle cosce

caprine rispetto a quelle di altre specie potrebbe avere influenzato questo parametro; in un prodotto più piccolo e di minor spessore, infatti, la superficie per unità di peso è maggiore e questo fattore favorisce la penetrazione del sale durante la fase di maturazione (Marra et al.,1999). Inoltre i valori più bassi di  $a_w$  nel prosciutto stagionato si riscontrano nel primo lotto di produzione (L1), che è stato sottoposto a tempi di stagionatura più prolungati (90 gg).

## ***DATI SPETTROFOTOMETRICI***

### **RISULTATI**

I risultati della misurazione del colore lungo le fasi di lavorazione del prosciutto crudo sono sintetizzate nella tabella 6 ed in fig. 1.

Nei prosciutti di capra la razza influenza significativamente tutti i parametri spettrofotometrici considerati ( $P < 0.05$ ).

I valori medi di luminosità del prodotto finito sono più alti in quelli ottenuti dalla razza Maltese ( $27,89 \pm 2,22$ ) rispetto a quelli ottenuti dalla Sarda ( $25,49 \pm 1,53$ ), ma in entrambi si rivelano valori notevolmente inferiori rispetto a quelli riportati per il

prosciutto di suino  $38,8 \pm 2,05$  (Carrapiso et al., 2005), più simili a quelli riscontrati in precedenti lavori nel prosciutto di pecora ( $28,10 \pm 3,42$ ).

Il valore dell'indice del rosso  $a^*$  è risultato molto più elevato nei prosciutti ottenuti dalle capre di razza Maltese ( $10,40 \pm 3,11$ ) rispetto a quelli ottenuti dalle capre di razza Sarda ( $5,15 \pm 1,69$ ), simili ai dati ottenuti nel prosciutto di pecora  $8,07 \pm 3,48$  ma molto più bassi se confrontati con il prosciutto suino ( $17,5 \pm 1,34$ ).

Anche i valori dell'indice del giallo  $b^*$  presentano un analogo comportamento, più elevati nei prosciutti di razza Maltese ( $5,76 \pm 2,09$ ) rispetto a quelli di razza Sarda ( $2,41 \pm 0,87$ ) simili ai valori del prosciutto di pecora ( $3,85 \pm 2,44$ ) ma più bassi dei valori del prosciutto suino ( $7,4 \pm 0,61$ ).

I valori di  $C^*$  sono più alti nei prosciutti ottenuti da razza Maltese ( $11,92 \pm 3,67$ ) rispetto a quelli misurati nei prosciutti ottenuti da razza Sarda ( $5,73 \pm 1,81$ ).

Il valore della Tinta è superiore nei prosciutti ottenuti da soggetti di razza Maltese  $28,78 \pm 3,76$  rispetto a quelli ottenuti da soggetti di razza Sarda  $24,52 \pm 6,24$ .

Entrambi, però, presentano valori maggiori rispetto quelli riportati sia per i prosciutti di pecora che per quelli suini (rispettivamente  $23,55$  e  $23,0$ ).

## DISCUSSIONE

I dati evidenziano per entrambe le razze una graduale tendenza del prodotto ad assumere valori di luminosità sempre più bassi durante il processo di produzione.

Le carni, cioè, come atteso, sono diventate più scure durante il processo di maturazione, il graduale imbrunimento delle carni durante il processo di produzione è risultato simile nelle due razze.

I valori di luminosità ottenuti nei prosciutti ricavati da soggetti di razza Sarda indicano però dei prodotti più scuri rispetto a quelli ottenuti da razza Maltese.

Anche i valori di  $a^*$ , di  $b^*$  e la Croma sono risultati più elevati nei prosciutti di capra Maltese rispetto a quelli di razza Sarda.

I valori più bassi nei prosciutti di soggetti di razza Sarda sono dovuti ad una materia prima di partenza, che presentava valori più scuri, e alla differente entità delle modificazioni chimico-fisiche intervenute nel corso del processo di maturazione e di cui abbiamo già discusso.

L'imbrunimento delle carni durante il processo di stagionatura è infatti influenzato da vari aspetti, in primis dalle caratteristiche della materia prima, soprattutto dalla

quantità e dalla natura del grasso intramuscolare. Inoltre dall'entità del processo di disidratazione che interviene nelle fasi di stagionatura, dal pH e dalla funzione dei nitrati e del sale sui pigmenti ematici (Lawrie, 1983).

In generale i prosciutti di capra si sono caratterizzati dalla tendenza ad assumere colori molto più scuri rispetto al prosciutto suino, più simili ai parametri colorimetrici rilevati nel prosciutto di pecora.

### ***PARAMETRI MICROBIOLOGICI***

La ricerca dei parametri microbiologici ha permesso di tracciare il profilo delle materie prime (cosce fresche) e dei prodotti alla fine della stagionatura. I risultati sono schematizzati nelle tabelle n 7, 8 e 9. Salvo diversa indicazione, i risultati sono espressi in  $\text{Log}_{10}$  ufc/g.

## Criteri di igiene del processo e germi alteranti

### RISULTATI

- CARICA MICROBICA MESOFILA TOTALE (CMMT)

Nelle *cosce fresche* è stata riscontrata la presenza di germi mesofili aerobi nel 38% dei campioni ottenuti da soggetti di razza Sarda, con valori medi (media±ds) pari a  $2,16 \pm 0,88$ , e nell'82% di quelli di razza Maltese, con valori medi pari a  $2,63 \pm 0,98$ . E' stata evidenziata una differenza statisticamente significativa, in relazione alla razza, dei valori di prevalenza, che sono risultati superiori ( $P < 0.001$ ) nei campioni di maltese. In questi è stata inoltre evidenziata una notevole disomogeneità in relazione al lotto di produzione ( $P < 0.001$ ), con valori più elevati negli ultimi due lotti (L8 e L9), mentre nei campioni di razza Sarda i valori sono risultati più omogenei..

I *prosciutti a fine stagionatura* hanno presentato valori medi della CMMT pari a  $4,35 \pm 1,52$  e  $5,95 \pm 0,94$ , rispettivamente nei campioni di razza Sarda e in quelli di

Maltese, con differenze significative in base alla razza ( $P < 0.001$ ). All'interno dei due gruppi, sono stati invece riscontrati valori più omogenei.

In nessuno dei campioni di carne fresca e prosciutti stagionati è stata riscontrata la presenza di Enterococchi, Coliformi ed *E. Coli*.

- PSEUDOMONAS SPP

Tra gli alteranti il riscontro di *Pseudomonas spp.* nelle cosce fresche è stato possibile nei campioni di razza Maltese, anche se in maniera incostante (13%), con valori medi, riferiti ai positivi, pari a  $4,14 \pm 0,89$ .

La contaminazione dei prodotti al termine della stagionatura non ha evidenziato differenze statisticamente significative tra le due razze analizzate, mentre è risultata disomogenea in relazione al lotto ( $P < 0.01$ ). In particolare nei campioni di razza Sarda la prevalenza è risultata dell'8% con valori medi, riferiti ai positivi, pari a  $2,80 \pm 0,67$ . Invece in quelli di razza Maltese è stata rinvenuta una maggiore omogeneità fra i lotti, con una prevalenza media pari al 35% dei campioni e valori pari a  $2,36 \pm 0,38$ .

## DISCUSSIONE

La presenza di germi mesofili aerobi nella materia prima ha evidenziato disomogeneità tra i lotti di produzione ( $P < .001$ ). Questi risultati risentono probabilmente dell'entità della contaminazione superficiale in fase di macellazione o di una inadeguata gestione delle temperature e dei tempi di stoccaggio delle carcasse nella fase precedente alla trasformazione.

Il numero atteso dei microrganismi nel prosciutto crudo stagionato è generalmente basso, essendo un prodotto intero, costituito da un gruppo muscolare integro e ben definito, a maturazione enzimatica. I livelli presenti infatti non sembrano avere infatti importanti azione proteolitica sulle proteine sarcoplasmatiche e miofibrillari (Toldrà, 2004; Cantoni, 2008) ed anche il contributo delle lipolisi batteriche è debole (Garcia-Garrido et al., 2000; Molly et al., 1997). Un incremento della CMMT nei prosciutti finiti è comunque un dato consueto. È attribuibile all'aggiunta delle spezie e dei condimenti, alle manipolazioni periodiche e allo sviluppo dei germi di interesse tecnologico.

I valori della CMMT riscontrati nel prosciutto stagionato di capra, seppure in qualche caso discretamente elevati, possono essere comunque ritenuti accettabili, in considerazione del fatto che in tutti campioni non è stata rilevata la presenza di Coliformi, Enterococchi ed *E. Coli*. Inoltre i valori sono risultati inferiori rispetto a precedenti studi effettuati in analoghi prodotti ovini (Mazzette et al., 2001).

La presenza di *Pseudomonas spp.* nella carne fresca è attesa per le caratteristiche del microrganismo. *Pseudomonas spp.* è infatti un batterio alterante che si può comunemente riscontrare nelle carni refrigerate, in quanto in grado di sviluppare a temperature di refrigerazione in condizioni elevate di umidità. La presenza disomogenea, e concentrata in alcuni lotti, può essere messa in relazione con la durata della conservazione delle carni prima dell'utilizzo per la trasformazione. La tendenza alla riduzione dei livelli di contaminazione nel prodotto stagionato è un dato che si riscontra anche in altri prodotti carni. Infatti le condizioni che si realizzano nel corso del processo, come le temperature nella fase di essiccamento e la diminuzione dell'  $a_w$  durante la stagionatura, favoriscono lo sviluppo e la

sopravvivenza dei batteri gram-positivi, in particolare Stafilococchi e la diminuzione del numero dei batteri gram-negativi (Yamanaka et al.,2005).

### **Germi di interesse tecnologico**

## **RISULTATI**

- STAPHYLOCOCCUS SPP.

La prevalenza di *Staphylococcus spp.* nelle cosce fresche è risultata pari al 14% nei campioni di razza Sarda, con valori medi di  $2,64 \pm 0,67$ , e al 57% di quelli di razza Maltese, con valori di  $3,46 \pm 1,07$ .

Nei prosciutti al termine della stagionatura *Staphylococcus spp.* rappresentava invece la componente microbica numericamente più rilevante. Sono stati riscontrati nell' 86% dei prosciutti ottenuti da carne di capra Sarda, in modo omogeneo tra i lotti, e nel 100% di quelli ottenuti da razza Maltese.

Sono stati evidenziati valori superiori ( $P < .01$ ) nei prosciutti ottenuti dalla capra Maltese, con valori medi paria a  $5,77 \pm 0,59$ , rispetto a quelli di razza Sarda, in cui i valori medi erano pari a  $4,38 \pm 1,08$ .

La specie prevalente nei prosciutti ottenuti da entrambe le razze è risultata *S. xylosum*, che rappresentava il 50% dei ceppi isolati nei prosciutti ottenuti da capre maltesi ed il 61% di quelli isolati da prosciutti di capre sarde.

- BATTERI LATTICI (LAB)

Sono risultati assenti nelle cosce fresche ottenute da soggetti di entrambe le razze.

Nei prosciutti a fine stagionatura, la presenza dei Lattobacilli mesofili è stata omogenea tra i lotti, senza differenze significative fra le due razze. Sono stati riscontrati nel 37% dei campioni ottenuti da razza sarda, con valori medi, riferiti ai positivi, pari a  $2,46 \pm 1,00$ , e nel 40% di quelli ottenuti da razza Maltese, con livelli medi, riferiti ai positivi, pari a  $5,13 \pm 1,00$ .

- MUFFE E LIEVITI

La presenza delle *Muffe* nelle cosce fresche è stata disomogenea tra le due razze ( $P < .01$ ). La prevalenza è stata del 5% nei campioni di razza sarda, con valori medi di  $2 \pm 0$ , e del 40% di quelli di razza maltese, con valori pari a  $2,90 \pm 0,53$ .

Nei *prosciutti* stagionati la presenza delle Muffe è stata discontinua ma omogenea tra i lotti analizzati e non ha mostrato differenze significative tra le due razze ( $P>.05$ ).

È stata riscontrata nel 10% dei campioni di razza sarda, con valori medi pari a  $2,55\pm 0,6$ , e nel 15% dei prosciutti di razza Maltese, con valori medi pari a  $2,80\pm 0,5$ .

I *Lieviti* nelle *cosce fresche* erano presenti in maniera disomogenea, in relazione alla razza ( $P<.05$ ). Sono stati riscontrati nel 2 % dei campioni di razza Sarda, con valori medi fra i positivi pari a  $2\pm 0$ , e nel 13 % dei campioni ottenuti da razza Maltese, con valori medi pari a  $2,50\pm 0,46$ .

Nei *prosciutti stagionati* invece i *Lieviti* sono stati un riscontro disomogeneo tra i lotti e tra le razze ( $P<.01$ ). Erano presenti nel 33% dei campioni di razza sarda, con valori medi riferiti ai positivi pari a  $2,95\pm 0,80$ , e nel 94% dei prosciutti di razza Maltese, con valori medi, riferiti ai campioni positivi, di  $3,17\pm 0,86$ .

## DISCUSSIONE

*Staphylococcus spp.* ha costituito la componente microbica numericamente più consistente tra i germi di interesse tecnologico. La presenza di *Staphylococcus spp.* è di normale riscontro nei prodotti carnei stagionati, data la spiccata alo-tolleranza di questi microrganismi. Il valori superiori ( $P < .01$ ) sono stati riscontrati nei prosciutti ottenuti dalla capra Maltese. La specie di Stafilococchi prevalente in entrambi i prosciutti è risultata *S. xylosus*, tale riscontro è normale nei prodotti di salumeria crudi stagionati a maturazione enzimatica (Jay et al., 2009; Ghinelli, 1985; Rodríguez et al., 1994).

Gli Stafilococchi coagulasi negativi (SCN) influenzano secondo alcuni autori le proprietà tecnologiche di questi prodotti stagionati. Agli SCN è stato attribuito anche un ruolo secondario nello sviluppo dell'aroma, del sapore e del colore (Jay et al., 2009; Landeta et al., 2007).

Tra i germi tecnologicamente utili, i Lieviti sono stati riscontrati con una certa variabilità, infatti erano presenti soprattutto nei prosciutti ottenuti dalla razza Maltese. Si tratta di un riscontro che può verificarsi anche nei prosciutti stagionati

suini (Rodriguez et al., 1994). La presenza dei Lieviti dipende, oltre che dalla natura del prodotto, dalla durata del processo e dalle condizioni della stagionatura, ciò spiega una certa variabilità tra i lotti (Andrade et al., 2009).

Per quanto riguarda la presenza dei Lattobacilli, tale riscontro è stato evidenziato anche nell'analisi di un prodotto simile, il Violino di capra (Soncini et al., 2006).

Bisogna ricordare che essi sono una componente importante della flora microbica di vari tipi di salumi per via della loro capacità di crescere in ambiente anaerobio, in presenza di sale e di nitriti. Il loro riscontro nei prosciutti al termine della stagionatura è dovuto all'instaurarsi di condizioni chimico-fisiche progressivamente favorevoli nel corso del processo, quali la riduzione del potenziale redox. I livelli riscontrati non depongono per un ruolo importante dei Lattobacilli nel conferimento di particolari caratteristiche sensoriali a questo prodotto, come suggeriscono i valori elevati di pH (scarsa acidificazione) che indicano l'assenza di fenomeni di fermentazione lattica.

## **Germi patogeni e potenzialmente patogeni**

In nessuno dei campioni sono stati riscontrati *Clostridium perfringens*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*.

## ***PARAMETRI DI COMPOSIZIONE***

### **RISULTATI**

I risultati sono schematizzati nelle tabelle n 10.

Nelle cosce fresche i valori medi di umidità riscontrati sono stati pari al 75 %, nella carne ottenuta da soggetti di capre Sarde, e 76%, in quella ottenuta da soggetti di razza Maltese. Per quanto concerne il contenuto in proteine è risultato simile nella carne ottenuta dalle due razza, con valori del 21,49 %/t.q. nella carne di capra Sarda e del 20%/t.q. in quella di razza Maltese. Tali valori risultano simili a quelli ottenuti con la stessa metodica in cosce fresche di pecora utilizzate per la produzione di prosciutti (umidità 71,96% , proteine 21,56%).

Il tenore in grassi era del 3,28 %/t.q. e del 2,27%/t.q., rispettivamente nella carne di capre Sarde e Maltesi.

In tutti i *prosciutti stagionati* l'umidità è risultata ridotta, con un valore medio pari al 43%, nei prodotti ottenuti da soggetti di razza Sarda, e del 52% , in quelli ottenuti da soggetti di razza Maltese.

I valori del contenuto proteico nel prosciutto stagionato hanno presentato differenze importanti in relazione alla razza ( $P < .01$ ), con valori nettamente superiori nei prodotti ottenuti dalla razza Sarda rispetto a quelli riscontrati nella razza Maltese. I valori medi erano rispettivamente pari al 44,35%/t.q. e a 34,19%/t.q..

Il tenore in grassi è risultato simile nei prosciutti ottenuti dalle due razze, con valori medi di  $5,96 \pm 7,26$ /t.q. e  $5,99 \pm 6,92$ /t.q., rispettivamente in quelli di razza Sarda e Maltese.

## **DISCUSSIONE**

In entrambe le razze il prosciutto stagionato presenta alti valori del contenuto proteico, notevolmente superiori rispetto alla carne fresca, come atteso, e con un aumento simile a quello riscontrato in analoghi prodotti caprini (Paleari et al., 2003;

Paleari et al.,2008). In generale la carne di capra si caratterizza, rispetto a quella ovina, per un minor contenuto in grassi (Dhanda et al., 2003,b).

Nel prodotto stagionato è stato riscontrato, rispetto alla carne fresca, un maggior contenuto di grassi, nonostante i valori rimangano comunque ridotti, ma anche un buon contenuto proteico. Il rapporto grasso/proteine, che dovrebbe rappresentare un indice delle caratteristiche nutrizionali, è risultato comunque inferiore al valore 1 (0,13 nel prosciutto di capra sarda e 0,18 in quello di capra maltese).

Le caratteristiche di composizione della carne di capra e del prosciutto di capra ottenuto da entrambe le razze, sono risultate simili a quelle riscontrate da Paleari (2008) in un prosciutto caprino molto simile, il violino di capra. Rispetto a questo, tuttavia, il prosciutto di capra ottenuto da razza Sarda presentava un più elevato tenore proteico, mentre quello ottenuto da carne di capra di razza maltese era simile.

## ***DETERMINAZIONE DEL PROFILO ACIDICO***

### **RISULTATI**

Nelle tabelle 11, 13 e 14 sono riportati i dati relativi alla composizione acidica media del grasso dei prosciutti di capra, in funzione della razza e dei lotti di appartenenza, mentre nella tabella 12 è riportato il confronto con un prosciutto caprino con caratteristiche simili, il violino della Val Chiavenna.

Il contenuto in acidi grassi è espresso come g/100g.

- Acidi grassi saturi (SFA): complessivamente la loro presenza è risultata più elevata ( $P < .05$ ) nei prosciutti ottenuti da razza Sarda ( $46,78 \pm 4,02$ ) rispetto a quelli di razza Maltese ( $43,02 \pm 4,15$ ). I prosciutti di razza Sarda hanno mostrato tuttavia una disomogeneità tra i lotti di produzione ( $P < .01$ ). Entrambi i prodotti presentavano un contenuto di acidi grassi saturi inferiore a quanto riscontrato nel violino di capra ( $49,76 \pm 1,24$ ).

Tra i SFA i più rappresentativi sono risultati, in entrambe le razze: l'acido stearico (C18:0), con valori significativamente più alti ( $P < .001$ ) nei prosciutti di razza Sarda

(23,46±3,35) rispetto alla Maltese (18,67±2,36); l'acido palmitico (C16:0) era presente in quantità leggermente superiore nei prosciutti di razza Maltese, con valori pari a 22,17±3,53, rispetto a quelli razza Sarda, 21,50 ±2,76; l'acido miristico (C14:0), che è risultato significativamente più elevato (P<.05) nei prosciutti di razza Maltese, con valori di 2,19±0,74, rispetto a quelli di razza Sarda, 1,82±0,47.

- acidi grassi insaturi (UFA): il contenuto totale è risultato simile tra le due razze, con valori di più alti nella razza Maltese, 48,23±3,53, rispetto alla Sarda, 46,68±2,96.

- Acidi grassi monoinsaturi (MUFA): la loro presenza è risultata simile nelle due razze, con valori di 32,57±7,23 e 32,93±4,43, rispettivamente nei prosciutti di razza Maltese e Sarda, in entrambi i casi inferiore a quanto riportato per il violino di capra (39,00±1,65).

Il più rappresentativo tra questi è risultato l'acido oleico (C18:1 9c), con una presenza leggermente più alta nei prodotti ottenuti da soggetti di razza Sarda, 32,07±4,44, rispetto a quelli ottenuti da razza Maltese, 31,90±7,28. Anche in questo

caso i entrambi valori erano lievemente inferiori a quelli riscontrati in bibliografia per il violino di capra ( $33,59 \pm 1,70$ ).

Un rilevante acido grasso monoinsaturo è l'acido vaccenico (C18:1 11t), importante perché coinvolto, attraverso la desaturazione ad opera dell'enzima  $\Delta 9$ -desaturasi, nella sintesi endogena dell'acido rumenico, un importante isomero dell'Acido Linoleico Coniugato (CLA). L'acido vaccenico ha presentato valori significativamente ( $P < .001$ ) maggiori nei prosciutti ottenuti da capre di razza Sarda,  $0,86 \pm 0,16$ , rispetto a quelli ottenuti da prosciutti di capre di razza Maltese,  $0,68 \pm 0,20$ .

- Acidi grassi poli-insaturi (PUFA): la loro presenza è risultata simile nelle due razze, con valori pari a  $15,66 \pm 8,76$  e  $13,75 \pm 5,60$ , rispettivamente nei prosciutti ottenuti da razza Maltese e Sarda. Quest'ultima ha mostrato una certa disomogeneità tra i lotti di produzione ( $P < .05$ ). La loro presenza in entrambi è risultata superiore a quella rilevata nel violino di capra ( $11,24 \pm 0,97$ ).

Tra i PUFA sono importanti gli acidi Linoleico e il Linolenico, che rappresentano i principali componenti delle membrane cellulari, dove svolgono un fondamentale

ruolo strutturale e funzionale. Sono inoltre i precursori dei CLA e anche di due classi di acidi grassi polinsaturi molto importanti: gli omega-6 ( $\omega 6$ ), derivanti dall'acido linoleico, e gli omega-3 ( $\omega 3$ ), derivanti dall'acido linolenico.

- Acido linoleico (C18:2 9c, 12c): la sua presenza non è stata statisticamente differente tra le due razze ed era pari a  $8,60 \pm 4,94$  nei prosciutti ottenuti da razza Maltese e  $7,83 \pm 2,76$  in quelli ottenuti da razza Sarda.
- Acido linolenico (C18:3 9c, 12c, 15c): è risultato maggiormente presente ( $P < .001$ ) nei prosciutti ottenuti da razza Sarda,  $2,31 \pm 0,68$ , rispetto a quelli ottenuti da razza Maltese,  $1,55 \pm 0,72$ .

Gli acidi Linoleico e Linolenico sono i precursori di una classe di acidi grassi molto importante, gli isomeri dell'Acido Linoleico Coniugato (CLA) che presentano grande interesse per gli effetti positivi sulla salute umana che vengono loro attribuiti. Tra questi l'acido rumenico (C18:2 9c, 11t) è quello maggiormente rappresentato nella carne e nel latte dei ruminanti (oltre l'80%). L'acido rumenico (C18:2 9c, 11t) viene sintetizzato in parte nel rumine a partire dagli acidi grassi precursori, linoleico (C18:2 9c, 12c) e linolenico (C18:3 9c, 12c, 15c), e in parte dalla desaturazione

dell'acido vaccenico (C18:1 11t), che avviene, a livello della ghiandola mammaria, ad opera dell'enzima  $\Delta^9$ -desaturase.

Riguardo all'acido rumenico, sono stati riscontrati valori più elevati nei prosciutti ottenuti da razza Sarda,  $0,20 \pm 0,04$ , rispetto a quelli maltesi,  $0,18 \pm 0,06$ .

Come già accennato l'organismo animale ha la possibilità di convertire gli acidi linoleico e linolenico in acidi grassi a catena più lunga della serie  $\omega 6$ , quali l'acido *arachidonico* (C20:4 5c, 8c, 11c, 14c), e della serie  $\omega 3$ , quali l'EPA (*acido eicosapentaenoico*, C20:5 5c, 8c, 11c, 14c, 17c), il DPA (*acido docosapentaenoico*, C22:5 7c, 10c, 13c, 16c, 19c) ed il DHA (*acido docosaesaenoico*, C22:6 4c, 7c, 10c, 13c, 16c, 19c), che a loro volta sono i precursori degli eicosanoidi (prostaglandine, leucotrieni e trombossani), cui sono attribuiti effetti benefici nella prevenzione e nel trattamento di patologie croniche, come quelle coronariche, l'ipertensione, il diabete mellito di tipo II, l'artrite, il cancro e altri disordini immunitari ed infiammatori.

Gli  $\omega 3$  sono risultati maggiormente presenti ( $P < .05$ ) nei prosciutti ottenuti da razza Sarda,  $2,89 \pm 0,93$ , rispetto a quelli ottenuti dalla razza Maltese,  $2,21 \pm 0,97$ . Tuttavia sono state evidenziate disomogeneità tra i lotti in entrambe le razze.

Tra questi, in particolare sono molto importanti: l' EPA o acido eicosapentaenoico (C20:5 5c, 8c, 11c, 14c, 17c), che non ha mostrato differenze significative tra le due razze, con valori più alti nei prosciutti ottenuti da capre maltesi,  $0,35\pm 0,25$ , rispetto a quelli ottenuti da razza Sarda,  $0,30\pm 0,17$ ; il DPA o acido docosapentaenoico (C22:5 7c, 10c, 13c, 16c, 19c), che, al contrario, ha presentato valori leggermente superiori nei prosciutti ottenuti da capre maltesi,  $0,30\pm 0,19$ , rispetto a quelli ottenuti da razza Sarda,  $0,28\pm 0,19$ .

Gli  $\omega 6$  sono risultati nel complesso maggiormente presenti nei prosciutti ottenuti da razza Maltese,  $13,26\pm 8,25$ , rispetto a quelli ottenuti da razza sarda,  $10,66\pm 4,77$ . La loro presenza è stata disomogenea tra i lotti di produzione in entrambe le razze.

Tra questi è interessante considerare l'acido arachidonico (C20:4 5c, 8c, 11c, 14c), che è uno dei componenti principali dei fosfolipidi di membrana e che svolge un importante ruolo sia strutturale che funzionale nelle membrane cellulari, in quanto produttore di prostaglandine della serie 2 (PGE2). Questo acido grasso ha presentato valori statisticamente più elevati nei prosciutti ottenuti da capre di razza Maltese,  $4,35\pm 3,54$ , rispetto a quelli ottenuti di razza Sarda,  $2,60\pm 1,94$ .

Il rapporto  $\omega 6/\omega 3$  è un indice importante per definire la qualità nutrizionale della carne. Questo rapporto è risultato inferiore al limite raccomandato ( $\omega 6/\omega 3 < 4$ ; Department of health, 1994) solo per i prosciutti di capra di razza sarda ( $\omega 6/\omega 3 = 3,60$ ), mentre in quelli di Maltese era superiore (6,34), seppure abbia mostrato una notevole variabilità.

Oltre alla valutazione degli acidi grassi polinsaturi e saturi è importante considerare il rapporto tra questi attraverso:

-Indice P/S: Il valore raccomandato per gli alimenti che compongono una dieta equilibrata è di 0,45 (Department of Health, 1994). La carne con valori inferiori a 0,45 è considerata mediocre dal punto di vista nutrizionale, in quanto il suo consumo può indurre un aumento dei livelli del colesterolo. Questo indice è risultato mediamente inferiore in entrambe le razze:  $0,38 \pm 0,26$  nei prosciutti ottenuti da razza Maltese,  $0,30 \pm 0,16$  in quelli di sarda. Il valore è stato significativamente influenzato dal lotto ( $P < .01$ ) solo nei prosciutti ottenuti da razza Sarda, nei quali, tuttavia, solo il lotto L5 ha mostrato un valore superiore a 0,45. Per contro è risultato più omogeneo

nei prosciutti ottenuti da razza Maltese, nei quali è risultato sempre superiore a 0,45, tranne che nei campioni del lotto L6 ( $0,19 \pm 0,04$ ).

- Indice aterogenico (AI): È dato anch'esso dal rapporto tra acidi grassi saturi ed insaturi. E' importante poiché valori elevati di tale indice stanno ad indicare un elevato livello di acidi grassi saturi, il cui consumo eccessivo è spesso legato all'insorgenza di malattie cardiovascolari. Tale rapporto non è stato influenzato significativamente dalla razza di appartenenza ( $P > .05$ ), è risultato tuttavia più alto nei prosciutti ottenuti da razza Maltese,  $0,38 \pm 0,26$ , rispetto alla Sarda,  $0,30 \pm 0,16$ .

- Indice trombogenico (TI): Altro parametro utilizzato per definire la qualità nutrizionale della carne, legato anche questo al rapporto tra acidi grassi saturi e polinsaturi. Questo non è risultato influenzato dalla razza di appartenenza, anche se i valori più elevati sono stati riscontrati per i prosciutti ottenuti con la carne di capre di razza Maltese,  $1,55 \pm 0,28$ , rispetto a quelli ottenuti dalla Sarda,  $1,47 \pm 0,27$ .

- indice hH (rapporto ipocolesterolemico/ipercolesterolemico): anch'esso rappresenta un indice del valore nutrizionale del grasso. E' dato dal rapporto del valore ottenuto dalla somma degli acidi grassi ipocolesterolemici (C18:1 9c, C18:2

9c 12c, C18:3 9c 12c 15c, C20:4, C20:5, C22:5 e C22:6) con quello della somma degli acidi grassi ipercolesterolemici (C14:0 e C16:0).

La razza di appartenenza non ha influenzato il valore del rapporto hH, anche se tendenzialmente è risultato più elevato nei prosciutti di capra di razza Maltese,  $2,02 \pm 0,57$ , rispetto a quelli ottenuti da razza Sarda,  $1,99 \pm 0,38$ .

## **DISCUSSIONE**

La composizione acidica qualitativa e quantitativa del grasso intramuscolare è fondamentale nella definizione della qualità della carne. Essa influenza infatti sia le caratteristiche sensoriali, quali struttura e aroma, che il valore nutrizionale della carne.

Relativamente al contenuto in acidi grassi saturi (SFA), i prosciutti ottenuti dalle due razze caprine utilizzate risultano più poveri se confrontati con i dati pubblicati sul violino di capra ( $49,76 \pm 1,24$ ), ma più elevati se confrontati con i principali prosciutti suini (Jiménez-Colmenero et al., 2010).

Secondo un parere dell'EFSA (2010) l'assunzione di acidi grassi saturi dovrebbe essere quanto più bassa possibile. Maggiori assunzioni di grassi saturi, infatti, porterebbero ad un aumento dei livelli di colesterolo nel sangue, il che contribuirebbe all'insorgenza di cardiopatie. La diminuzione del consumo di prodotti ricchi di acidi grassi saturi, mediante sostituzione con prodotti ricchi di acidi grassi polinsaturi (senza modificare l'assunzione di grassi totali), diminuirebbe invece il rischio di insorgenza di patologie cardiovascolari (EFSA, 2010).

Il confronto con il profilo acidico del violino della Val Chiavenna denota un contenuto simile degli acidi grassi più rappresentativi, quali l'acido palmitico (C16:0), l'acido stearico (C18:0) e l'acido oleico (C18:1 9c) (Paleari et al., 2008) .

I prosciutti di capra di razza Maltese sono risultati caratterizzati da un contenuto significativamente più elevato in acido miristico (C14:0) ed un contenuto tendenzialmente elevato in acido palmitico (C16:0). Il maggior contenuto in questi due acidi grassi è indice di una qualità nutrizionale inferiore, a causa della loro potenziale attività colesterolemica.

Riguardo agli acidi grassi polinsaturi (PUFA), gli  $\omega$ -3, in particolare, hanno un ruolo essenziale nella prevenzione delle malattie coronariche, dell'ipertensione, del diabete di tipo 2 e dell'artrite reumatoide (Pike, 1999; Simopoulos, 2001). I valori di  $\omega$ -3 sono risultati mediamente più elevati nei prosciutti ottenuti da razza Sarda. Tra i PUFA grande importanza riveste l'acido linoleico coniugato (CLA). Numerosi studi hanno infatti dimostrato l'importanza dei CLA dal punto di vista nutraceutico nella prevenzione di disturbi della salute del consumatore, in particolare cardiopatie e insorgenza di alcune neoplasie (Yurawecz et al., 1999; McGuire et al., 1999; Ip et al., 2003; Shingfield et al., 2008; Chilliard, 2004).

L'azione degli  $\omega$ -3 e del CLA è dovuta alla competizione con gli  $\omega$ -6 per gli stessi enzimi, responsabili della formazione degli eicosanoidi, metaboliti dell'acido linoleico ad effetto cancerogeno (Rose et al., 1999; Banni et al., 2002). Gli eicosanoidi che derivano dagli  $\omega$ -6, al contrario di quelli che derivano dagli  $\omega$ -3, sono dotati di attività aggregante le piastrine, con conseguente incremento del rischio coronarico. Tra i diversi isomeri dell'Acido Linoleico Coniugato grande attenzione è rivolta all'acido rumenico (C18:2 9c, 11t), che è infatti il più

abbondante e quello biologicamente più attivo. Ad esso sono attribuite azioni anticancerogene, immunomodulante e anti-aterosclerosi. I prosciutti prodotti da capre di razza Sarda presentano un contenuto tendenzialmente più elevato di acido rumenico rispetto ai prosciutti prodotti da capre di razza Maltese. Anche il rapporto  $\omega 6/\omega 3$ , importante per valutare la qualità nutrizionale di un alimento, è risultato favorevole, cioè  $< 4$  solo nei prosciutti di razza Sarda. Questi inoltre hanno presentato un più basso indice aterogenico (AI).

Il profilo degli acidi grassi della carne dei ruminanti, come è noto, dipende dall'apporto alimentare dell'animale, dalle attività ruminali e dalla sintesi ex novo o per trasformazione degli acidi grassi assunti con gli alimenti.

La razza degli animali e le linee genetiche esercitano una influenza contenuta sulla frazione lipidica. L'alimentazione è il fattore che influenza in misura prevalente il profilo lipidico della carne e dei prodotti carnei. Diversi studi hanno evidenziato che il livello di acido rumenico e CLA in generale nella carne e nei prodotti lattiero caseari dei ruminanti è più elevato in animali alimentati al pascolo, con una maggiore ingestione di erba (French et al., 2000; Jahreis et al., 1997).

La composizione acidica del grasso intramuscolare dei prosciutti analizzati è risultata influenzata dalla razza da cui sono derivati, in relazione al sistema di allevamento ed in particolare verosimilmente alla possibilità di accesso al pascolo, che è maggiore per le capre sarde allevate con sistema estensivo-semiestensivo, per le quali i parametri analizzati evidenziano un valore nutrizionale più elevato.

## ***CARATTERISTICHE REOLOGICHE***

### **RISULTATI**

I dati sulle caratteristiche reologiche sono riportati in tabella n.15, in vengono riferiti i risultati delle misurazioni effettuate rispettivamente sui muscoli l. dorsi e bicipite lungo vasto, isolati dalla carne fresca ed in tabella n.16 in cui è riportato il confronto delle caratteristiche fisico-strutturali del bicipite lungo vasto nelle cosce fresche e nel prosciutto stagionato.

L'analisi dei valori reologici nel prosciutto stagionato si riferiscono ai lotti L2→L5 dei prosciutti di razza Sarda e L6→L9 dei prosciutti di razza Maltese.

Relativamente ai valori riscontrati nella carne fresca, è stato possibile osservare:

- *hardness* (durezza): intesa come il picco di forza durante il primo ciclo di compressione ed è espresso in grammi. La Sarda mostra valori mediamente più alti nel m. bicipite lungo vasto rispetto al *Longissimus dorsii* con valori rispettivamente di  $11803,42 \pm 5538,81$  e  $9786,19 \pm 5403,97$ . Nella razza Maltese al contrario i valori più alti sono stati riscontrati nel *Longissimus dorsii* ( $10313,88 \pm 5792,40$ ) rispetto al m. bicipite lungo vasto ( $9548,95 \pm 4993,65$ ).

- *springiness* (elasticità): è inteso come il rapporto fra differenze, calcolate tra il tempo in cui ha inizio l'area di compressione ed il punto in cui si ha l'inversione della direzione della sonda. Al numeratore si pone il dato relativo alla seconda curva di compressione, al denominatore quello della prima. Nella sarda sono stati riscontrati valori superiori nel bicipite lungo vasto ( $0,53 \pm 0,34$ ) rispetto al *Longissimus dorsii* ( $0,45 \pm 0,38$ ). Nella maltese, al contrario, i valori sono stati più alti nel *Longissimus dorsii* ( $0,49 \pm 0,33$ ) rispetto al bicipite lungo vasto ( $0,38 \pm 0,23$ ).

- *Cohesiveness* (coesione): ottenuta attraverso il rapporto tra l'area della seconda curva e l'area della prima curva di compressione. I valori sono risultati simili tra le due razze ( $P > .05$ ) in entrambi i muscoli, sebbene tra i due muscoli si siano

evidenziate differenze considerevoli. I valori sono risultati più elevati nel m. bicipite lungo ( $0,50\pm 0,33$  e  $0,52\pm 0,37$  rispettivamente nella Sarda e nella Maltese) rispetto al m. *Longissimus dorsii* ( $0,32\pm 0,18$  e  $0,37\pm 0,20$  rispettivamente nella Sarda e nella Maltese).

- Chewiness (masticabilità): il prodotto di Hardness x Cohesiveness x Springness, è espressa in g/cm<sup>2</sup>. Nella Sarda sono state riscontrate maggiori differenze tra i due muscoli, con valori più alti nel m. bicipite lungo vasto  $3141,71\pm 373,38$  rispetto al m. *Longissimus dorsii*  $1413,30\pm 375,75$ . Valori molto simili tra loro sono stati invece riscontrati nella razza Maltese pari a  $1797,32\pm 733,66$  e  $1768,46\pm 302,47$  rispettivamente nel m. *Longissimus dorsii* e nel m. bicipite lungo vasto.

- Adhesiveness (adesività): l'area negativa tra le due curve dei cicli di compressione, ha come unità di misura g x s. Nella razza Sarda il confronto tra i due muscoli mostra valori sono molto simili, pari a  $-94,20\pm 57,28$  nel m. *Longissimus dorsii* e  $-93,10\pm 57,29$  nel m. bicipite lungo vasto. I valori nella Maltese sono risultati invece meno negativi nel m. *Longissimus dorsii* rispetto al m. bicipite lungo vasto con valori pari a  $-75,72\pm 47,33$  nel primo e  $-90,74\pm 44,19$  nel secondo.

Per quanto riguarda il confronto dei risultati relativi alle valutazioni effettuate nel m. bicipite lungo vasto fresco e al termine del processo di stagionatura, sono stati rilevati alcuni interessanti riscontri.

- hardness : Come atteso è stato riscontrato un aumento nel corso del processo nei prodotti di entrambe le razze, ma i valori in quelli ottenuti dalla razza sarda sono risultati superiori. Nel prosciutto stagionato è stata rilevata una certa variabilità, come si evince dalla deviazione standard, indipendentemente dalla razza ( $P > .05$ ). Il valore medio nei prosciutti di razza Sarda è risultato più elevato ( $13850,22 \pm 7589,92$ ), rispetto a quello dei prodotti di razza Maltese ( $11073,99 \pm 6481,31$ ).

- springiness (“elasticità”): il valore medio è risultato superiore ( $0,53 \pm 0,34$ ) nella coscia fresca della razza sarda, con una tendenza alla riduzione nel prodotto stagionato ( $0,32 \pm 0,22$ ). I valori registrati nei campioni di razza maltese prelevati nelle due fasi di produzione non hanno invece mostrato differenze significative, ad eccezione di riduzione (da  $0,38 \pm 0,23$  a  $0,36 \pm 0,21$ ) molto più moderata rispetto ai prodotti di razza sarda.

- Cohesiveness (“coesività”): i valori medi sono risultati simili tra le due razze nelle cosce fresche ( $0,50 \pm 0,33$  e  $0,52 \pm 0,37$ , nella sarda e nella maltese), con una tendenza in entrambe ad una diminuzione nel prosciutto stagionato, più marcata nella razza Sarda rispetto alla Maltese ( $0,39 \pm 0,18$  e  $0,45 \pm 0,27$ ).
- Chewiness: parametro che indica l’energia richiesta per rendere un campione solido pronto per essere deglutito. Nella materia prima il valore medio è risultato significativamente più alto nella razza Sarda ( $3141,71 \pm 373,38$ ) rispetto alla maltese ( $1768,46 \pm 302,47$ ). I valori diminuiscono in maniera marcata nei prosciutti di razza Sarda ( $1758,87 \pm 317,87$ ), un leggero incremento invece si riscontra nei prodotti ottenuti da razza Maltese ( $1947,56 \pm 396,91$ ).
- Adhesiveness: i valori medi sono risultati leggermente più elevati nelle cosce fresche di sarda, ma al termine del processo la differenza tra i prodotti delle due razze è risultata più marcata, con valori medi molto superiori nella Maltese ( $-53,80 \pm 32,34$ ) rispetto alla Sarda ( $-27,71 \pm 34,51$ ).

## - **DISCUSSIONE**

L'analisi delle caratteristiche fisico-strutturali ha evidenziato nel corso del processo di stagionatura un andamento simile nei prosciutti ottenuti da entrambe le razze, con un aumento dei valori di durezza (hardness) nel prosciutto stagionato ed una diminuzione dell'adesività (adhesiveness). Inoltre è stata evidenziata una diminuzione dei parametri di coesività, elasticità e masticabilità in entrambe le razze nel prodotto al termine della stagionatura.

L' aumento dei valori di hardness nel corso del processo di stagionatura è influenzato dalla diminuzione dell' $a_w$ . I valori di durezza tendono infatti ad aumentare nei prodotti a base di carne stagionati quando l'attività dell' acqua scende al di sotto di 0,87 (Ruiz-Ramírez et al., 2005).

Nei prosciutti stagionati i valori medi di hardness sono risultati più alti nei prodotti di razza Sarda, che tendono a risultare più duri rispetto a quelli ottenuti dalla razza Maltese. Entrambi, tuttavia, si caratterizzano per avere valori maggiori di hardness rispetto a quelli riportati in bibliografia per il prosciutto suino ( $8705 \pm 587,20$ ) (Cilla et al., 2005) e a quelli riscontrati nel prosciutto di pecora ( $7675,93 \pm 2467,93$ ) in

precedenti lavori. In effetti tempi brevi di stagionatura ed un minor tenore in grassi, caratteristici entrambi del prodotto caprino, sono stati messi in relazione, in prosciutti crudi stagionati, con valori di hardness maggiori (Costa et al., 2008).

Un'altro fattore che influenza i valori di durezza è l'entità dei fenomeni di proteolisi, che interessano la componente muscolare durante la maturazione dei prosciutti. Tali fenomeni, come dimostrano gli elevati valori di pH, risultano di limitata entità nel prodotto stagionato caprino, mentre un intenso fenomeno di acidificazione rappresenta un presupposto indispensabile perché si realizzi un regolare processo d'intenerimento delle carni (Ruiz-Carrascal et al., 2000; Okeudo et al., 2005).

I valori medi di Cohesiveness sono risultati simili nei prosciutti stagionati delle due ma inferiori rispetto a quelli suini  $0,498 \pm 0,034$  (Cilla et al., 2006). Tale riscontro denota una tendenza a una minore compattezza e a scarse proprietà elastiche.

Anche questi parametri sono stati messi in relazione con il pH in vari lavori.

Valori bassi di pH, infatti, essendo più vicini al punto isoelettrico della miosina, aumentano i legami intermolecolari tra i gruppi con carica negativa e quelli con

carica positiva (Hamm, 1986). Questo spiegherebbe la maggiore coesione ed elasticità che si riscontra nei prosciutti con un basso pH rispetto a quelli con pH alto, come appunto quelli caprini.

I valori di adhesiveness riscontrati nei prosciutti di entrambe le razze risultano meno negativi, rispetto ai campioni di prosciutto di pecora e di prosciutto suino, rispettivamente pari a -150,63 e -63,03 (Cilla et al., 2006).

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I risultati ottenuti hanno permesso di tracciare un profilo delle cosce di capra, ottenute da soggetti di razza autoctona Sarda e da soggetti di razza Maltese, destinate alla produzione di prosciutti crudi stagionati, e di mettere a confronto i dati ottenuti dalle due razze.

Il peso della materia prima, condizionato dalle caratteristiche morfologiche e di conformazione proprie della specie caprina, è risultato superiore nei soggetti di razza Sarda. Questo fattore influisce sulla resa in prosciutto e sulle sue proprietà organolettiche e sensoriali.

L'elevato valore del pH delle cosce, sia all'inizio che in tutte le fasi di produzione, caratteristica riscontrata comunemente nella carne di capra, si integra con la corretta evoluzione dell' $a_w$ , che in seguito all'essiccamento e alla stagionatura, raggiunge valori indice di stabilità e di sicurezza per il prodotto finito.

I parametri reologici, e in particolare i valori dell'hardness, sono risultati simili nei prosciutti ottenuti dalle due razze. Questi indicano un prodotto con una maggiore

durezza se paragonati a quelli riscontrati nel prosciutto suino. Questa caratteristica potrebbe essere messa in relazione a vari fattori, tra cui il basso tenore di  $a_w$ . Numerosi studi, infatti, hanno evidenziato un rapporto inversamente proporzionale tra la  $a_w$  e l'hardness (Ruiz-Ramirez et al., 2005). Un'altro fattore da prendere in considerazione è la quantità e la distribuzione del grasso intramuscolare, che risulta essere più scarso nella carne di capra rispetto al suino ed anche all'ovino. Inoltre, l'entità dei fenomeni di proteolisi, che interessano la componente muscolare durante la stagionatura, risultano di minore entità nel prosciutto di capra, come dimostra il valore elevato del pH al termine della stagionatura.

Le ridotte dimensioni, il peso delle cosce e l'assenza di protezione (cotenna), rendono i prosciutti di capra più suscettibili, rispetto agli omologhi suini, agli effetti dell'eccessiva disidratazione, che, nei prodotti più stagionati, si può manifestare anche con fenomeni di imbrunimento e di aumentata consistenza.

Le caratteristiche igienico-sanitarie riscontrate nella materia prima possono essere considerate tipiche delle carni fresche di piccoli ruminanti, regolarmente macellati in condizioni igieniche accettabili. Il profilo microbiologico è risultato simile nei

prosciutti ottenuti da entrambe le razze. In particolare il prodotto finito è risultato caratterizzato dalla prevalenza dei germi di interesse tecnologico e da una scarsa e disomogenea presenza di germi alteranti. Riveste particolare importanza la presenza degli Stafilococchi coagulasi-negativi, che in questa tipologia di prodotti viene messa in relazione al conferimento delle caratteristiche di tipicità (Mazzette et al., 2005 a ; Soncini et al., 2005).

Il prosciutto ottenuto da capre Sarde presenta delle peculiari caratteristiche nutrizionali in virtù di un elevato contenuto proteico, un limitato tenore in grassi e della composizione acidica del grasso intramuscolare. Sulla base dei valori riscontrati emerge che esso presenta proprietà nutrizionali migliori rispetto ai prodotti ottenuti dalla razza Maltese.

Va evidenziato a tale proposito che il prosciutto di capra, ottenuto con la tecnologia descritta, è un prodotto per cui le caratteristiche nutrizionali e organolettiche sono influenzate, in modo preminente, dalla tipicità della materia prima e secondariamente dall'effetto degli ingredienti utilizzati. Determinanti sono risultati gli aspetti legati proprio alla tipicità della razza, ai sistemi di allevamento semi-

estensivi, e all'alimentazione ricca di essenze foraggere tipiche delle zone mediterranee.

I prosciutti stagionati presentano un aspetto gradevole ed un aroma delicato, il gusto di ircino si percepisce come retrogusto e conferisce al prodotto un *flavour* molto caratteristico.

La trasformazione delle carni di capre adulte della razza autoctona Sarda in prosciutti stagionati rappresenta una valida modalità di sfruttamento alternativo e di valorizzazione di tali carni e un'ottima opportunità per dare un valore aggiunto ad una filiera marginale. Inoltre può produrre un'importante ricaduta sulla salvaguardia della razza e, attraverso questa, sugli aspetti che riguardano la difesa dei territori, delle comunità rurali e delle loro tradizioni.

Il prosciutto di capra Sarda presenta infatti tutte le caratteristiche per inserirsi nei canali commerciali tradizionali, che sempre più premiano prodotti tipici di "nicchia", fortemente legati al territorio di produzione, ritenendoli più genuini e quindi più sani. Potrebbe soddisfare, inoltre, la richiesta di alcune fasce di consumatori, le cui abitudini alimentari vengono condizionate dalle credenze

religiose, attraverso, ad esempio, le certificazioni Kosher e Halal, andando ad intercettare quindi un' importante fetta di mercato in notevole espansione.

# TABELLE

**Tabella n° 1:** Razza Sarda e Maltese peso vivo, peso morto ad 1 e 24 ore (media deviazione standard e range dei valori).

<b>Razza</b>		<b>PESO VIVO</b>	<b>PESO A CALDO</b>	<b>PESO A FREDDO</b>	<b>RESA A CALDO%</b>	<b>RESA A FREDDO%</b>
<b>Sarda</b>	Media	44,09	18,94	18,57	43,02	42,14
	d.s.	4,97	2,60	2,47	1,25 6	1,30
	Minimo	36,66	14,94	14,96	41,35	40,90
	Massimo	49,25	21,09	20,63	44,50	43,92
<b>Maltese</b>	Media	52,88	17,36	16,95	33,72	32,95
	d.s.	5,49	1,69	1,85	6,48	6,72
	Minimo	48,08	15,39	14,83	26,35	25,39
	Massimo	59,08	19,39	19,16	40,22	39,74

*d.s. = deviazione standard*

**Tabella n° 2 -** Parametri colorimetrici in muscolo Retto dell'addome (mezzena destra) a 1 ora dalla macellazione in relazione alla razza.

<b>Razza</b>		<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>Croma</b>	<b>Tinta</b>
<b>Sarda</b>	Media	36,90	13,49	8,10	15,80	30,07
	d.s.	3,21	2,69	2,82	3,51	5,32
	Minimo	29,84	9,05	3,14	10,58	16,90
	Massimo	46,16	19,54	15,54	25,13	39,87
<b>Maltese</b>	Media	39,34	15,83	10,54	19,10	33,29
	d.s.	3,19	2,59	2,55	3,29	4,34
	Minimo	33,42	9,61	6,45	11,80	25,76
	Massimo	48,38	22,07	18,39	27,80	46,16

*d.s. = deviazione standard*

**Tabella n° 3 -** Risultati relativi ai parametri colorimetrici nei campioni di muscolo Retto dell'addome (mezzena sinistra e destra) a 24 ore dalla macellazione

		<b>L*</b>		<b>a*</b>		<b>b*</b>		<b>Croma</b>		<b>Tinta</b>	
		<b>dx</b>	<b>sin</b>	<b>Dx</b>	<b>sin</b>	<b>dx</b>	<b>sin</b>	<b>dx</b>	<b>sin</b>	<b>dx</b>	<b>sin</b>
<b>Sarda</b>	Media	38,23	37,6	15,22	14,97	11,16	10,8	18,94	18,88	36,03	36,45
	d.s.	3,15	4,33	2,62	2,5	2,5	2,477	3,35	3,054	4,12	3,62
	Min	28,5	20,96	11,29	7,63	6,72	4,85	13,36	10,43	27,58	30,78
	Max	44,92	45,83	21,83	20,59	18,03	16,56	28,32	25,98	48,29	48,63
<b>Maltese</b>	Media	40,95	40,66	19,12	17,55	13,53	13,15	23,21	21,99	35,42	36,43
	d.s.	3,64	3,39	5,44	4,45	4,15	4,18	6,00	5,62	4,24	3,84
	Min	32,69	36,11	12,78	6,74	6,08	4,61	15,65	15,64	21,92	27,26
	Max	49,66	49,17	38,37	30,18	23,70	25,63	37,80	39,60	45,24	46,68

*d.s. = deviazione standard*

**Tabella n° 4** – Dinamica del pH e dell'  $a_w$  nel corso del processo di produzione del prosciutto di capra (media  $\pm$  ds).

	<b>Razza</b>	<b>Carne Fresca</b>	<b>Fine Salagione</b>	<b>Fine Essiccamento</b>	<b>Prosciutto Stagionato</b>
<b>pH</b>	Sarda	5,97 $\pm$ 0,26	6,13 $\pm$ 0,28	6,14 $\pm$ 0,21	6,58 $\pm$ 0,26
	Maltese	6,00 $\pm$ 0,35	5,79 $\pm$ 0,22	5,83 $\pm$ 0,21	6,45 $\pm$ 0,35
<b><math>a_w</math></b>	Sarda	0,98 $\pm$ 0,0	0,92 $\pm$ 0,04	0,88 $\pm$ 0,02	0,79 $\pm$ 0,03
	Maltese	0,98 $\pm$ 0,00	0,94 $\pm$ 0,02	0,87 $\pm$ 0,03	0,86 $\pm$ 0,03

*d.s. = deviazione standard*

**Tabella n° 5** - Valori medi di pH e  $a_w$  del prosciutto stagionato in relazione al lotto di produzione e alla razza.

<b>Razza</b>	<b>Lotti</b>	<b>pH</b>	<b><math>a_w</math></b>
<b>Sarda</b>	<b>L1</b>	6,31 $\pm$ 0,30	0,72 $\pm$ 0,02
	<b>L2</b>	6,46 $\pm$ 0,17	0,79 $\pm$ 0,03
	<b>L3</b>	6,54 $\pm$ 0,23	0,80 $\pm$ 0,03
	<b>L4</b>	6,51 $\pm$ 0,25	0,78 $\pm$ 0,05
	<b>L5</b>	6,67 $\pm$ 0,20	0,74 $\pm$ 0,04
<b>Maltese</b>	<b>L6</b>	6,27 $\pm$ 0,17	0,89 $\pm$ 0,01
	<b>L7</b>	6,20 $\pm$ 0,35	0,83 $\pm$ 0,04
	<b>L8</b>	6,70 $\pm$ 0,19	0,87 $\pm$ 0,01
	<b>L9</b>	6,79 $\pm$ 0,18	0,87 $\pm$ 0,1

*d.s. = deviazione standard*

**Tabella n° 6-** Dati spettrofotometrici (media $\pm$ d.s.) del prosciutto di capra Sarda(S)e Maltese(M) nelle diverse fasi della lavorazione, confrontati con prosciutto a fine stagionatura di pecora e suino (Carrapiso et al.,2005).

	<b>Razza</b>	<b>MP</b>	<b>S</b>	<b>E</b>	<b>P</b>	<b>Prosciutto Pecora</b>	<b>Prosciutto Suino</b>
<b><math>L^*</math></b>	S	35,59 $\pm$ 2,17	30,68 $\pm$ 1,94	27,95 $\pm$ 2,45	25,49 $\pm$ 1,53	28,10 $\pm$ 3,42	38,8 $\pm$ 2,05
	M	36,65 $\pm$ 3,13	32,90 $\pm$ 2,84	31,02 $\pm$ 3,05	27,89 $\pm$ 2,22		
<b><math>a^*</math></b>	S	12,38 $\pm$ 1,24	15,15 $\pm$ 2,52	13,51 $\pm$ 2,584	5,15 $\pm$ 1,69	8,07 $\pm$ 3,48	17,5 $\pm$ 1,34
	M	12,90 $\pm$ 2,29	15,30 $\pm$ 2,57	13,09 $\pm$ 2,57	10,40 $\pm$ 3,11		
<b><math>b^*</math></b>	S	10,06 $\pm$ 1,33	9,31 $\pm$ 1,42	7,39 $\pm$ 1,77	2,41 $\pm$ 0,87	3,85 $\pm$ 2,44	7,4 $\pm$ 0,61
	M	10,59 $\pm$ 2,21	10,65 $\pm$ 2,20	10,65 $\pm$ 2,15	5,76 $\pm$ 2,09		
<b><math>C^*</math></b>	S	16,04 $\pm$ 1,52	17,84 $\pm$ 2,70	15,42 $\pm$ 3,06	5,73 $\pm$ 1,81	8,99 $\pm$ 4,17	19,0 $\pm$ 1,44
	M	16,75 $\pm$ 2,82	18,71 $\pm$ 3,02	18,71 $\pm$ 3,07	11,92 $\pm$ 3,67		
<b><math>H</math></b>	S	38,94 $\pm$ 3,69	31,91 $\pm$ 3,97	28,49 $\pm$ 2,50	24,52 $\pm$ 6,24	23,55 $\pm$ 6,15	23,0 $\pm$ 0,90
	M	39,22 $\pm$ 5,19	34,78 $\pm$ 4,78	34,78 $\pm$ 5,13	28,78 $\pm$ 3,76		

*d.s. = deviazione standard - MP.= cosce fresche ; S= fine salagione; E= fine essiccamento; P= prosciutto.*

**Tabella n° 7 - Razza Maltese**-Profilo microbiologico (log<sub>10</sub> u.f.c./g) durante il processo (media±d.s.). Tra parentesi viene riportata la prevalenza % (n. di campioni positivi sul totale), se diversa dal 100 %.

	<b>MP</b>	<b>P</b>
CMMT	2,63±0,98 (82)	5,95 ± 0,94
Coliformi totali	n.r.	n.r.
<i>Pseudomonas spp.</i>	2,80±0,67 (8)	2,36 ± 0,38 (35)
Anaerobi solfito-riduttori	n.r.	n.r.
<i>Lactobacillus spp</i>	n.r.	5,13±1,0 (40)
Muffe	2,90±0,53 (40)	2,80 ±0,5 (15)
Lieviti	2,50 ±0,46 (13 )	3,17 ±0,86 ( 94)
<i>Enterococcus spp.</i>	n.r.	n.r.
<i>Staphylococcus spp</i>	3,46± 1,07(57)	5,77 ± 0,59
<i>Clostridium perfringens</i>	n.r.	n.r.
<i>Salmonella spp.</i>	n.r.	n.r.
<i>Staphylococcus aureus</i>	n.r.	n.r.
<i>L. monocytogenes</i>	n.r.	n.r.

d.s. = deviazione standard MP.= cosce fresche ; P= prosciutto; n.r.= al di sotto del limite di rilevabilità della metodica

**Tabella n° 8 – Razza Sarda**-Profilo microbiologico (log<sub>10</sub> u.f.c./g) durante il processo (media±d.s.). Tra parentesi viene riportata la prevalenza % (n. di campioni positivi sul totale), se diversa dal 100 %.

	<b>MP</b>	<b>P</b>
CMMT	2,16±0,88 (38)	4,35±1,52
Coliformi totali	n.r.	n.r.
<i>Pseudomonas spp.</i>	n.r.	4,14 ± 0,89 (13)
Anaerobi solfito-riduttori	n.r.	n.r.
<i>Lactobacillus spp</i>	n.r.	2,46±1,00 (37)
Muffe	2±0(5)	2,55±0,61 (10)
Lieviti	2±0(2)	2,95 ±0,80 ( 33)
<i>Enterococcus spp.</i>	n.r.	n.r.
<i>Staphylococcus spp</i>	2,64±0,69 (14)	4,38±1,08 (86)
<i>Clostridium perfringens</i>	n.r.	n.r.
<i>Salmonella spp.</i>	n.r.	n.r.
<i>Staphylococcus aureus</i>	n.r.	n.r.
<i>L. monocytogenes</i>	n.r.	n.r.

d.s. = deviazione standard MP.= cosce fresche ; P= prosciutto; n.r.= al di sotto del limite di rilevabilità della metodica

**Tabella n° 9** - Confronto tra le due razze: Sarda (S) e Maltese(M). Profilo microbiologico: Criteri di igiene del processo; germi alteranti; germi di interesse tecnologico (log10 u.f.c./g); Prevalenza % (n. di campioni positivi sul totale), se diversa dal 100 %.

MP.= *cosce fresche* ; P= *prosciutto*; n.r.= **al di sotto del limite di rilevabilità della metodica**

<b>Parametri</b>	<b>Razza</b>	<b>MP</b>	<b>P</b>
CMMT	S	2,16±0,88(38)	4,35±1,52
	M	2,63±0,98(82)	5,95 ± 0,94
Coliformi totali	S	n.r	n.r
	M	n.r	n.r
<i>Pseudomonas spp.</i>	S	n.r.	4,14 ± 0,89 (13 )
	M	2,80±0,67 (8)	2,36 ± 0,38 (35 )
Anaerobi solfito-riduttori	S	n.r.	n.r.
	M	n.r.	n.r.
<i>Lactobacillus spp</i>	S	n.r.	2,46±1,00 (37)
	M	n.r.	5,13±1,0 (40)
Muffe	S	2±0(5 )	2,55±0,61 (10)
	M	2,90±0,53(40)	2,80 ±0,5 (15)
Lieviti	S	2±0(2 )	2,95 ±0,80 (33)
	M	2,50±0,46(13)	3,17 ±0,86 (94)
<i>Enterococcus spp.</i>	S	n.r.	n.r.
	M	n.r.	n.r.
<i>Staphylococcus spp</i>	S	2,64±0,69 (14 )	4,38±1,08 (86)
	M	3,46± 1,07(57)	5,77 ± 0,59

**Tabella n° 10** – Valori di composizione del prosciutto di capra in campioni di coscia fresca e prosciutto a fine stagionatura (media ± d.s.).

	<b>Razza</b>	<b>Carne fresca</b>	<b>Prosciutto</b>
<b>GRASSI (%T.Q.)</b>	<b>Sarda</b>	3,28±10,14	5,96±7,26
	<b>Maltese</b>	2,27±0,85	5,99±6,92
<b>PROTEINE (%T.Q.)</b>	<b>Sarda</b>	21,49±2,38	44,35±9,98
	<b>Maltese</b>	19,44 ±1,17	34,19±7,8
<b>UMIDITÀ(%T.Q.)</b>	<b>Sarda</b>	76,63±1,47	41,70± 12,82
	<b>Maltese</b>	76,12 ±2,94	52,10±8,86
<b>SOSTANZA SECCA (%)</b>	<b>Sarda</b>	23,84±1,27	62,62±7,75
	<b>Maltese</b>	23,14±0,82	48,03±4,46

*d.s.* = deviazione standard

Tabella n° 11 - **Composizione acidica dei prosciutti di capra (media ± deviazione standard) e significatività per il fattore “razza”.**

<b>g/100g FAME</b>	<b>Maltese</b>	<b>Sarda</b>	<b>effetto razza</b>
<b>Corta catena</b>	0,12 ± 0,05	0,11 ± 0,04	ns
<b>Media catena</b>	32,98 ± 3,40	29,76 ± 2,42	***
<b>C14:0</b>	2,19 ± 0,74	1,82 ± 0,47	*
<b>C16:0</b>	22,17 ± 3,53	21,50 ± 2,76	ns
<b>Lunga catena</b>	66,89 ± 3,43	70,13 ± 2,43	***
<b>C18:0</b>	18,67 ± 2,36	23,46 ± 3,35	***
<b>C18:1 9c</b>	31,90 ± 7,28	32,07 ± 4,44	ns
<b>C18:1 11t</b>	0,68 ± 0,20	0,86 ± 0,16	**
<b>CLA 9c,11t</b>	0,18 ± 0,06	0,20 ± 0,04	ns
<b>C18:2 9c,12c</b>	8,60 ± 4,94	7,83 ± 2,76	ns
<b>C18:3 9c,12c,15c</b>	1,55 ± 0,72	2,31 ± 0,68	***
<b>C20:4 5c,8c,11c,14c</b>	4,35 ± 3,54	2,60 ± 1,94	*
<b>C20:5 5c,8c,11c,14c,17c</b>	0,35 ± 0,25	0,30 ± 0,17	ns
<b>C22:5 7c,10c,13c,16c,19c</b>	0,30 ± 0,19	0,28 ± 0,19	ns
<b>SFA</b>	43,02 ± 4,15	46,78 ± 4,02	**
<b>MUFA</b>	32,57 ± 7,23	32,93 ± 4,43	ns
<b>PUFA</b>	15,66 ± 8,76	13,75 ± 5,60	ns
<b>UFA</b>	48,23 ± 3,53	46,68 ± 2,96	ns
<b>Σω3</b>	2,21 ± 0,97	2,89 ± 0,93	*
<b>Σω6</b>	13,26 ± 8,25	10,66 ± 4,77	ns
<b>Σω6/Σω3</b>	6,34 ± 3,75	3,60 ± 0,64	**
<b>AI</b>	0,65 ± 0,16	0,62 ± 0,12	ns
<b>TI</b>	1,47 ± 0,27	1,55 ± 0,28	ns
<b>hH</b>	2,02 ± 0,57	1,99 ± 0,38	Ns
<b>P/S</b>	0,38 ± 0,26	0,30 ± 0,16	Ns

SFA, acidi grassi saturi; MUFA, acidi grassi monoinsaturi; PUFA, acidi grassi polinsaturi; UFA, acidi grassi insaturi; Σω3, ΣC18:2 11t 15c, C18:3 9c 12c 15c, C20:5 5c,8c,11c,14c,17c, C22:5 7c,10c,13c,16c,19c, C22:6 4c,7c,10c,13c,16c,19c; Σω6, ΣC18:2 9c 12c, C18:3 6c 9c 12c, C20:2 11c 14c, C20:3 8c, 11c, 14c, C20:4 5c, 8c, 11c, 14c; AI = (C12:0 + (C14:0\*4) + C16:0)/UFA; h/H = (C18:1 9c+C18:2 ω6 +c18:3 ω3 +C20:4 +C20:5 +C22:5+C22:6)/(C14+C16); P/S = PUFA/SFA.

La differenza tra le medie è significativa al livello \* P<0.05, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001; ns, non significativo P>0.05

**Tabella n° 12-** Confronto della composizione acidica (media  $\pm$  dev. std) di prosciutti di capra stagionati

<b>g/100g FAME</b>	<b>Frisa x Frontalasca *</b>		<b>Maltese **</b>		<b>Sarda **</b>	
<b>C14:0</b>	2,04	$\pm$ 0,08	2,19	$\pm$ 0,74	1,82	$\pm$ 0,47
<b>C16:0</b>	21,21	$\pm$ 0,39	22,17	$\pm$ 3,53	21,50	$\pm$ 2,76
<b>C18:0</b>	23,87	$\pm$ 0,99	18,67	$\pm$ 2,36	23,46	$\pm$ 3,35
<b>C18:1 9c</b>	33,59	$\pm$ 1,70	31,90	$\pm$ 7,28	32,07	$\pm$ 4,44
<b>C18:2 9c,12c</b>	5,08	$\pm$ 0,39	8,60	$\pm$ 4,94	7,83	$\pm$ 2,76
<b>C18:3 9c,12c,15c</b>	2,03	$\pm$ 0,20	1,55	$\pm$ 0,72	2,31	$\pm$ 0,68
<b>C20:4 5c,8c,11c,14c</b>	1,94	$\pm$ 0,25	4,35	$\pm$ 3,54	2,60	$\pm$ 1,94
<b>C20:5 5c,8c,11c,14c,17c</b>	0,92	$\pm$ 0,09	0,35	$\pm$ 0,25	0,30	$\pm$ 0,17
<b>C22:5 7c,10c,13c,16c,19c</b>	0,99	$\pm$ 0,10	0,30	$\pm$ 0,19	0,28	$\pm$ 0,19
<b>SFA</b>	49,76	$\pm$ 1,24	43,02	$\pm$ 4,15	46,78	$\pm$ 4,02
<b>MUFA</b>	39,00	$\pm$ 1,65	32,57	$\pm$ 7,23	32,93	$\pm$ 4,43
<b>PUFA</b>	11,24	$\pm$ 0,97	15,66	$\pm$ 8,76	13,75	$\pm$ 5,60
<b><math>\Sigma\omega 3</math></b>	4,22	$\pm$ 0,39	2,21	$\pm$ 0,97	2,89	$\pm$ 0,93
<b><math>\Sigma\omega 6</math></b>	7,02	$\pm$ 0,63	13,26	$\pm$ 8,25	10,66	$\pm$ 4,77
<b><math>\Sigma\omega 6/\Sigma\omega 3</math></b>	1,69	$\pm$ 0,09	6,34	$\pm$ 3,75	3,60	$\pm$ 0,64

SFA, acidi grassi saturi; MUFA, acidi grassi monoinsaturi; PUFA, acidi grassi polinsaturi;  $\Sigma\omega 3$ ,  $\Sigma C18:2$  11t 15c, C18:3 9c 12c 15c, C20:5 5c,8c,11c,14c,17c, C22:5 7c,10c,13c,16c,19c, C22:6 4c,7c,10c,13c,16c,19c;  $\Sigma\omega 6$ ,  $\Sigma C18:2$  9c 12c, C18:3 6c 9c 12c, C20:2 11c 14c, C20:3 8c, 11c, 14c, C20:4 5c, 8c, 11c, 14c

\* Dati presenti in letteratura (Paleari et al., 2008).

\*\* Dati sulla composizione acidica dei prosciutti di capra analizzati nel nostro lavoro

**Tabella n° 13-**Composizione acidica dei prosciutti di capra di razza maltese (media  $\pm$  deviazione standard) e significatività per il fattore “lotto”.

<b>g/100g FAME</b>	<b>L7</b>	<b>L6</b>	<b>L8</b>	<b>L9</b>	<b>effetto lotto</b>
<b>Corta catena</b>	0,09 $\pm$ 0,04	0,15 $\pm$ 0,02	0,11 $\pm$ 0,06	0,12 $\pm$ 0,05	ns
<b>Media catena</b>	32,14 <sup>ab</sup> $\pm$ 3,13	34,74 <sup>a</sup> $\pm$ 1,37	29,38 <sup>b</sup> $\pm$ 4,73	33,56 <sup>ab</sup> $\pm$ 3,26	*
<b>C14:0</b>	1,95 <sup>b</sup> $\pm$ 0,84	2,89 <sup>a</sup> $\pm$ 0,33	1,56 <sup>b</sup> $\pm$ 0,69	1,94 <sup>b</sup> $\pm$ 0,49	**
<b>C16:0</b>	20,47 $\pm$ 2,71	24,15 $\pm$ 0,92	19,42 $\pm$ 4,74	22,63 $\pm$ 4,12	ns
<b>Lunga catena</b>	67,77 <sup>ab</sup> $\pm$ 3,16	65,11 <sup>b</sup> $\pm$ 1,38	70,51 <sup>a</sup> $\pm$ 4,79	66,33 <sup>ab</sup> $\pm$ 3,30	*
<b>C18:0</b>	19,58 $\pm$ 2,10	18,88 $\pm$ 2,88	19,98 $\pm$ 1,06	17,22 $\pm$ 1,94	ns
<b>C18:1 9c</b>	28,37 $\pm$ 7,60	36,80 $\pm$ 3,15	28,91 $\pm$ 8,95	30,69 $\pm$ 7,83	ns
<b>C18:1 11t</b>	0,77 $\pm$ 0,16	0,66 $\pm$ 0,09	0,72 $\pm$ 0,20	0,61 $\pm$ 0,28	ns
<b>CLA 9c,11t</b>	0,19 $\pm$ 0,06	0,20 $\pm$ 0,04	0,17 $\pm$ 0,05	0,18 $\pm$ 0,07	ns
<b>C18:2 9c,12c</b>	11,14 $\pm$ 5,09	5,06 $\pm$ 0,88	11,23 $\pm$ 5,57	9,23 $\pm$ 5,60	ns
<b>C18:3 9c,12c,15c</b>	2,29 <sup>a</sup> $\pm$ 0,85	1,73 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,31	0,93 <sup>b</sup> $\pm$ 0,35	1,23 <sup>b</sup> $\pm$ 0,66	**
<b>C20:4 5c,8c,11c,14c</b>	4,05 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,74	1,30 <sup>b</sup> $\pm$ 0,42	7,26 <sup>a</sup> $\pm$ 4,92	6,13 <sup>a</sup> $\pm$ 3,38	**
<b>C20:5 5c,8c,11c,14c,17c</b>	0,60 <sup>a</sup> $\pm$ 0,35	0,19 <sup>b</sup> $\pm$ 0,09	0,44 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,28	0,31 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,15	*
<b>C22:5 7c,10c,13c,16c,19c</b>	0,42 $\pm$ 0,21	0,16 $\pm$ 0,07	0,33 $\pm$ 0,19	0,37 $\pm$ 0,21	ns
<b>SFA</b>	42,00 $\pm$ 2,31	45,92 $\pm$ 2,98	40,95 $\pm$ 5,89	41,79 $\pm$ 4,21	ns
<b>MUFA</b>	29,14 $\pm$ 7,56	37,46 $\pm$ 3,14	29,63 $\pm$ 8,95	31,30 $\pm$ 7,73	ns
<b>PUFA</b>	19,04 $\pm$ 7,90	8,76 $\pm$ 1,70	20,91 $\pm$ 11,36	17,81 $\pm$ 9,27	ns
<b>UFA</b>	48,19 $\pm$ 2,20	46,22 $\pm$ 2,93	50,53 $\pm$ 5,57	49,11 $\pm$ 3,09	ns
<b><math>\Sigma\omega 3</math></b>	3,31 <sup>a</sup> $\pm$ 1,31	2,08 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,41	1,70 <sup>b</sup> $\pm$ 0,73	1,91 <sup>b</sup> $\pm$ 0,85	*
<b><math>\Sigma\omega 6</math></b>	15,55 <sup>ab</sup> $\pm$ 6,66	6,48 <sup>b</sup> $\pm$ 1,32	19,03 <sup>a</sup> $\pm$ 10,76	15,73 <sup>ab</sup> $\pm$ 8,63	*
<b><math>\Sigma\omega 6/\Sigma\omega 3</math></b>	4,37 $\pm$ 0,88	5,79 $\pm$ 3,27	5,60 $\pm$ 2,32	8,49 $\pm$ 5,10	ns
<b>AI</b>	0,62 $\pm$ 0,16	0,74 $\pm$ 0,13	0,64 $\pm$ 0,20	0,59 $\pm$ 0,15	ns
<b>TI</b>	1,34 $\pm$ 0,22	1,67 $\pm$ 0,22	1,42 $\pm$ 0,33	1,38 $\pm$ 0,25	ns
<b>hH</b>	2,08 $\pm$ 0,45	1,74 $\pm$ 0,31	2,08 $\pm$ 0,70	2,23 $\pm$ 0,75	ns
<b>P/S</b>	0,46 $\pm$ 0,21	0,19 $\pm$ 0,04	0,55 $\pm$ 0,36	0,45 $\pm$ 0,28	ns

SFA, acidi grassi saturi; MUFA, acidi grassi monoinsaturi; PUFA, acidi grassi polinsaturi; UFA, acidi grassi insaturi;  $\Sigma\omega 3$ ,  $\Sigma$ C18:2 11t 15c, C18:3 9c 12c 15c, C20:5 5c,8c,11c,14c,17c, C22:5 7c,10c,13c,16c,19c, C22:6 4c,7c,10c,13c,16c,19c;  $\Sigma\omega 6$ ,  $\Sigma$ C18:2 9c 12c, C18:3 6c 9c 12c, C20:2 11c 14c, C20:3 8c, 11c, 14c, C20:4 5c, 8c, 11c, 14c; AI = (C12:0 + (C14:0\*4) + C16:0)/UFA; h/H = (C18:1 9c+C18:2  $\omega 6$  +c18:3  $\omega 3$  +C20:4 +C20:5 +C22:5+ C22:6)/(C14+C16); P/S = PUFA/SFA.

<sup>a, b</sup>Lettere minuscole diverse sulla stessa riga indicano differenze significative per l'effetto lotto

La differenza tra le medie è significativa al livello \* P<0.05, \*\* P<0.01, \*\*\* P<0.001; ns, non significativo P>0.05

**Tabella n° 14-**Composizione acidica dei prosciutti di capra di razza sarda (media  $\pm$  deviazione standard) e significatività per il fattore “lotto”

g/100g FAME	L4	L2	L3	L5	effetto lotto
<b>Corta catena</b>	0,14 <sup>a</sup> $\pm$ 0,04	0,14 <sup>a</sup> $\pm$ 0,03	0,11 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,02	0,07 <sup>b</sup> $\pm$ 0,03	***
<b>Media catena</b>	29,46 $\pm$ 3,72	31,67 $\pm$ 1,12	30,13 $\pm$ 1,88	27,98 $\pm$ 2,23	ns
<b>C14:0</b>	1,78 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,36	2,18 <sup>a</sup> $\pm$ 0,20	1,96 <sup>a</sup> $\pm$ 0,46	1,36 <sup>b</sup> $\pm$ 0,36	*
<b>C16:0</b>	22,01 <sup>ab</sup> $\pm$ 3,19	23,99 <sup>a</sup> $\pm$ 1,21	21,86 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,68	18,86 <sup>b</sup> $\pm$ 3,18	*
<b>Lunga catena</b>	70,39 $\pm$ 3,69	68,19 $\pm$ 1,12	69,76 $\pm$ 1,88	71,94 $\pm$ 2,24	ns
<b>C18:0</b>	25,24 $\pm$ 5,75	23,46 $\pm$ 4,32	23,58 $\pm$ 2,40	22,03 $\pm$ 2,53	ns
<b>C18:1 9c</b>	34,00 $\pm$ 3,35	34,03 $\pm$ 3,60	31,91 $\pm$ 3,55	29,74 $\pm$ 6,51	ns
<b>C18:1 11t</b>	0,96 $\pm$ 0,14	0,99 $\pm$ 0,09	0,82 $\pm$ 0,11	0,79 $\pm$ 0,23	ns
<b>CLA 9c,11t</b>	0,16 $\pm$ 0,01	0,22 $\pm$ 0,03	0,21 $\pm$ 0,04	0,18 $\pm$ 0,05	ns
<b>C18:2 9c,12c</b>	5,91 <sup>b</sup> $\pm$ 1,04	5,79 <sup>b</sup> $\pm$ 1,33	7,93 <sup>ab</sup> $\pm$ 1,88	10,29 <sup>a</sup> $\pm$ 3,78	*
<b>C18:3 9c,12c,15c</b>	1,71 <sup>b</sup> $\pm$ 0,22	1,80 <sup>b</sup> $\pm$ 0,31	2,39 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,51	2,91 <sup>a</sup> $\pm$ 0,83	**
<b>C20:4 5c,8c,11c,14c</b>	1,86 <sup>b</sup> $\pm$ 0,87	1,32 <sup>b</sup> $\pm$ 0,80	2,18 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,82	4,71 <sup>a</sup> $\pm$ 2,91	*
<b>C20:5 5c,8c,11c,14c,17c</b>	0,20 $\pm$ 0,10	0,18 $\pm$ 0,13	0,32 $\pm$ 0,16	0,40 $\pm$ 0,17	ns
<b>C22:5 7c,10c,13c,16c,19c</b>	0,16 <sup>b</sup> $\pm$ 0,07	0,29 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,15	0,22 <sup>b</sup> $\pm$ 0,09	0,46 <sup>a</sup> $\pm$ 0,28	*
<b>SFA</b>	49,02 <sup>a</sup> $\pm$ 2,90	49,63 <sup>a</sup> $\pm$ 4,22	47,40 <sup>a</sup> $\pm$ 2,68	42,25 <sup>b</sup> $\pm$ 3,38	**
<b>MUFA</b>	34,96 $\pm$ 3,23	35,02 $\pm$ 3,55	32,74 $\pm$ 3,48	30,53 $\pm$ 6,51	ns
<b>PUFA</b>	10,20 <sup>b</sup> $\pm$ 2,29	9,70 <sup>b</sup> $\pm$ 2,35	13,45 <sup>ab</sup> $\pm$ 3,32	19,38 <sup>a</sup> $\pm$ 7,79	*
<b>UFA</b>	45,16 <sup>b</sup> $\pm$ 2,47	44,72 <sup>b</sup> $\pm$ 3,62	46,18 <sup>ab</sup> $\pm$ 2,23	49,91 <sup>a</sup> $\pm$ 1,63	**
<b><math>\Sigma\omega 3</math></b>	2,07 <sup>b</sup> $\pm$ 0,37	2,27 <sup>b</sup> $\pm$ 0,34	2,93 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,69	3,78 <sup>a</sup> $\pm$ 1,11	**
<b><math>\Sigma\omega 6</math></b>	7,96 <sup>b</sup> $\pm$ 1,94	7,21 <sup>b</sup> $\pm$ 2,01	10,30 <sup>ab</sup> $\pm$ 2,71	15,43 <sup>a</sup> $\pm$ 6,85	*
<b><math>\Sigma\omega 6/\Sigma\omega 3</math></b>	3,67 $\pm$ 0,46	3,64 $\pm$ 0,62	3,69 $\pm$ 0,83	3,37 $\pm$ 0,36	ns
<b>AI</b>	0,68 $\pm$ 0,06	0,68 $\pm$ 0,08	0,60 $\pm$ 0,15	0,60 $\pm$ 0,09	ns
<b>TI</b>	1,73 $\pm$ 0,16	1,59 $\pm$ 0,14	1,47 $\pm$ 0,37	1,56 $\pm$ 0,20	ns
<b>hH</b>	1,77 $\pm$ 0,13	1,84 $\pm$ 0,16	2,10 $\pm$ 0,51	2,04 $\pm$ 0,28	ns
<b>P/S</b>	0,21 <sup>b</sup> $\pm$ 0,05	0,20 <sup>b</sup> $\pm$ 0,05	0,29 <sup>b</sup> $\pm$ 0,08	0,47 <sup>a</sup> $\pm$ 0,22	**

SFA, acidi grassi saturi; MUFA, acidi grassi monoinsaturi; PUFA, acidi grassi polinsaturi; UFA, acidi grassi insaturi;  $\Sigma\omega 3$ ,  $\Sigma C18:2$  11t 15c, C18:3 9c 12c 15c, C20:5 5c,8c,11c,14c,17c, C22:5 7c,10c,13c,16c,19c, C22:6 4c,7c,10c,13c,16c,19c;  $\Sigma\omega 6$ ,  $\Sigma C18:2$  9c 12c, C18:3 6c 9c 12c, C20:2 11c 14c, C20:3 8c, 11c, 14c, C20:4 5c, 8c, 11c, 14c; AI = (C12:0 + (C14:0\*4) + C16:0)/UFA; h/H = (C18:1 9c+C18:2  $\omega 6$  +c18:3  $\omega 3$  +C20:4 +C20:5 +C22:5+ C22:6)/(C14+C16); P/S = PUFA/SFA.

<sup>a, b</sup> Lettere minuscole diverse sulla stessa riga indicano differenze significative per l'effetto lotto

La differenza tra le medie è significativa al livello \* P<0,05, \*\* P<0,01, \*\*\* P<0,001; ns, non significativo P>0,05

**Tabella n° 15-** Risultati relativi alla determinazione dei parametri di texture in campioni di carne fresca: mm. *Longissimus dorsii* e bicipite lungo vasto (media $\pm$ d.s.) in relazione alla razza.

		m. <i>Longissimus dorsii</i>	m. bicipite lungo vasto
<b>Sarda</b>	<b>Hardness (g)</b>	9786,19 $\pm$ 5403,97	11803,42 $\pm$ 5538,81
	<b>Springiness</b>	0,45 $\pm$ 0,38	0,53 $\pm$ 0,34
	<b>Cohesiveness</b>	0,32 $\pm$ 0,18	0,50 $\pm$ 0,33
	<b>Chewiness</b>	1413,30 $\pm$ 375,75	3141,71 $\pm$ 373,38
	<b>Adhesiveness (g x s)</b>	-94,20 $\pm$ 57,28	-93,10 $\pm$ 57,29
<b>Maltese</b>	<b>Hardness (g)</b>	10313,88 $\pm$ 5792,40	9548,95 $\pm$ 4993,65
	<b>Springiness</b>	0,49 $\pm$ 0,33	0,38 $\pm$ 0,23
	<b>Cohesiveness</b>	0,37 $\pm$ 0,20	0,52 $\pm$ 0,37
	<b>Chewiness</b>	1797,32 $\pm$ 733,66	1768,46 $\pm$ 302,47
	<b>Adhesiveness(g x s)</b>	-75,72 $\pm$ 47,33	-90,74 $\pm$ 44,19

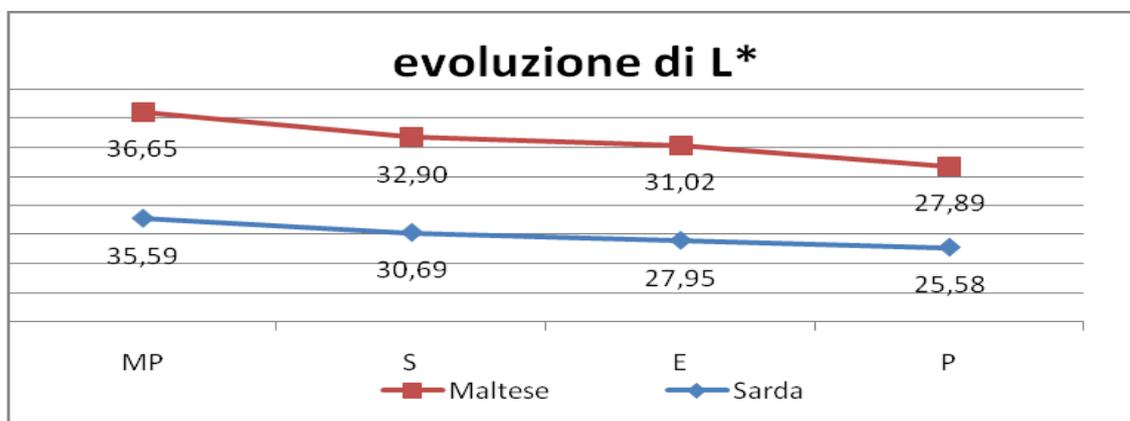
d.s. = deviazione standard

**Tabella n° 16-** Modificazioni dei parametri di texture in relazione ai valori medi e d.s. di pH e aw nella maturazione del prosciutto ottenuto da capre di razza Sarda(S) e Maltese (M).

	RAZZA	MATERIA PRIMA	PROSCIUTTO
<b>pH</b>	S	6,00±0,35	6,58±0,26
	M	5,97±0,26	6,45±0,35
<b>aw</b>	S	0,98±0,0	0,79±0,03
	M	0,98±0,00	0,86±0,03
<b>Hardness (g)</b>	S	11803,42±5538,81	13850,22±7589,92
	M	9548,95±4993,65	11073,99±6481,31
<b>Springiness</b>	S	0,53±0,34	0,32±0,22
	M	0,38±0,23	0,36±0,21
<b>Cohesiveness</b>	S	0,50±0,33	0,39±0,18
	M	0,52±0,37	0,45±0,27
<b>Chewiness</b>	S	3141,71±373,38	1758,87±317,87
	M	1768,46 ±302,47	1947,56±396,91
<b>Adhesiveness(g x s)</b>	S	-93,10±57,29	-27,71±34,51
	M	-90,74±44,19	-53,80±32,34

d.s. = deviazione standar

**FIG 1-** Dati spettrofotometrici: evoluzione del parametro di luminosità(L\*) nel corso del processo di produzione del prosciutto di capra.



# BIBLIOGRAFIA

1. Aalhus J.L., Jones S.D.M, Tong A.K.W., Jeremiah L.E, Robertson W.M., Gibson L.L. (1992), "The combined effects of time on feed, electrical stimulation and aging on beef quality". *Canadian Journal Animal Science* 72 pp. 525–535.
2. Ajmone Marsan P., Crepaldi P., Colli L., Pellecchia M., Negrini R. (2008), "Econogene Consortium. La genetica molecolare per lo studio della biodiversità ovi-caprina in Europa". *Large Animals Review*. - ISSN 1124-4593. - 14:Suppl. 4- p. 25.
3. Alfonso M., Sañudo C. (2000), "La calidad de la canal y la carne ovina en Europa". *Mundo Ganadero*, 125: 60-67.
4. Andrade M., Córdoba J., Sánchez B., Casado E , Rodríguez M.,(2009) "Evaluation and selection of yeasts isolated from dry-cured Iberian ham by their volatile compound production" *Food Chemistry Volume 113, Issue 2, Pag. 457-46*.
5. Andrés A.I., Cava R., Martín D., Ventanas J. , Ruiz J. (2005), "Lipolysis in dry-cured ham: influence of salt content and processing conditions". *Food Chemistry* 90- pp. 523–533.
6. Aristoy M., Toldrà C, (1995). "Isolation of flavor peptides from raw pork meat and dry-cured ham". In *Food flavors: generation, analysis and process influence*, ed. G. Charalambous. Elsevier Science Publ.B.V. Amsterdam, The Netherlands.pp.1323-1344.
7. Arnau, J. (1998). Principales problemas tecnológicos en la elaboración del jamón curado. En: *El Jamón curado: Tecnología y análisis de consumo*. Simposio Especial- 44th ICoMST : 71-86.
8. Banskalieva V., Sahlub T., Goetsche A.L.,(2000), "Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review ". *Small Ruminant Research* 37:255-268.
9. Babiker S.A., El Khider I.A., Shafie S.A. (1990) "Chemical composition and quality attributes of goat meat and lamb". *Meat Sci.* 28,273–277.
10. Bendall, J. R., & Swatland, H. J. (1988). A review of the relationships of pH with physical aspects of pork quality. *Meat Science*, 24, 85–126.

11. Bett R.C., Kosgey I.S., Bebe B.O., Kahi A.K., (2007), “Breeding goals for the Kenya Dual Purpose goat. I. Model development and application to smallholder production systems”, *Trop. Anim. Health Prod.* 39, 477–492.
12. Biswas S., Das A., Banerjee R., Sharma N. ( 2007). “Effect of electrical stimulation on quality of tenderstretched chevon sides”. *Meat Science* 75, 332–336.
13. Boehncke E. (1997) “Preventive strategies as a health resource for organic farming”. 3rd European Network for Scientific research Coordination in Organic Farming (ENOF) (AIR3-CT94-2143), Resource Use in Organic Farming, Ancona (Italy).
14. Boyazoglu J., Morand-Fehr P. (2001), “Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality. A critical review”. *Small Rum. Res.*, 40: 1-11.
15. Boyazoglu J., Hatziminaoglou Y., (2004), “The goat in ancient civilisation from the Fertile Crescent to the Aegean Sea”. *Small Rumin. Res.* 51 (2), 123–129.
16. Boyazoglu J., Hatziminaoglou I., Morand-Fehr P. (2005), “The role of the goat in society: Past, present and perspectives for the future”. *Small Ruminant Research* 60; 13–23.
17. Buscailhon S., Berdague J.L., Monin G. (1993) “Time-related changes in volatile compounds of lean tissue during processing of French dry-cured ham”. *Journal of the Science of Food and Agriculture*; 63 (1): 69-75.
18. Cantoni C. (2009) “Prosciutti crudi e simili”. *Eurocarni* N 10, Anno (Toldrà, 2004 ; Cantoni, 2008) .
19. Casey N.H., Webb E.C. (2010), “Managing goat production for meat quality”. *Small Ruminant Research* 89 ; 218–224.
20. Casey N.H., Van Niekerk, W.A., Webb E.C., (2003) “Goat Meat”. In: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Eds. Caballero, B., Trugo, L. & Finglass, P., Academic Press, London. pp. 2937-2944.
21. Casey N.H., (1992), “Goat meat in human nutrition”. In: *Proceedings of the V International Conference on Goats*, March 1992, New Delhi.
22. Centoducati P., Braghieri A., Melodia L., Tateo A. (1996) Qualità della carne ovina in funzione dell'età di macellazione e del livello nutritivo della razione. In: *Atti del XII Congresso Nazionale S.I.P.A.O.C.*, Varese, 22-24 ottobre 1996: 141-144 .

23. Censi A., Maggi E. - Indagini microbiologiche e fisico-chimiche in corso di stagionatura di prosciutti tipici (Parma e S.Daniele). Istituto d'Ispezione degli Alimenti di origine animale. Università degli Studi di Parma. 1990.
24. Chilliard Y., Ferlay A., (2004), "Dietary lipids and forages interactions on cow and goat milk fatty acid composition and sensory properties". *Reprod. Nutr. Dev.* 44, 467–492.
25. Cilla I., Martinez L., Beltran J.A., Roncales P.(2006) "Effect of low-temperature preservation on the quality of vacuum-packaged dry-cured ham: Refrigerated boneless ham and frozen ham cuts". *Meat Science- Volume 73*, 12-21.
26. Colomer-Rocher F., Kirton A.H., Mercer G.J.K., Duganzich D.M. (1992), "Carcass composition of New Zealand Saanen goats slaughtered at different weights". *Small Rumin. Res.* 7, 161–173.
27. Commissione europea, Agricoltura e Sviluppo rurale. La situazione dell'agricoltura nell'Unione europea, Relazione 2002 - Bruxelles-Lussemburgo, 2003.
28. Commissione Europea, Direzione generale dell'Agricoltura. "Il settore delle carni nell'Unione europea", 2004.
29. Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo (1987): Rapporto "Our Common Future".
30. ConSDABI (2002) "La risorsa genetica animale (Biodiversità)". *MiPAF-ISZ - Biodiversità e risorse genetiche*, n. 2 (luglio), 11-31.
31. Costa M., Filho W., Silveira E., de Felício P.(2008) "Colour and texture profiles of boneless restructured dry-cured hams compared to traditional hams". *Sci. agric.* vol.65 no.2.
32. Coutron-Gambotti C., Gandemer G. (1999). "Lipolysis and oxidation in subcutaneous adipose tissue during dry cured ham processing". *Food Chemistry*, 64(1), 95–101.
33. Dawkins N.L., McMillan K.W., Phelps O., Gebrelul S., Beyer A.J., Howard A., (2000) "Palatability studies as influenced by consumer demographics and chevon characteristics"- *J. Muscle Foods* 11, 45–59.
34. de Rancourt M., Fois , Lavin M.P., Tchakerian E., Vallerand F. (2006), "Mediterranean sheep and goats production: An uncertain future". *Small Ruminant Research* 62 167–179. Department of Health, 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on Health and Social Subjects No. H6.

35. Debeuf J.P., Morand P., Rubino R. (2004)- “Situation. Changes and future of goat industry around the world”. *Small Ruminant Reserch* n°51, 165-173).
36. Department of health 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on health and social subjects N° 46. Londres, RU:HMSO.
37. Dhanda J.S., Taylor D.G., Murray P.J. (2003,a) “Part 1. Growth, carcass and meat quality parameters of male goats: effects of genotype and liveweight at slaughter” ,*Small Ruminant Research* 50 57–66.
38. Dhanda J.S., Taylor D.G., Murray P.J. (2003,b) “Part 2. Carcass composition and fatty acid profiles of adipose tissue of male goats: effects of genotype and liveweight at slaughter” ,*Small Ruminant Research* 50 67–74.
39. Dhanda J.S., Taylor D.G., Murray P.J., Pegg R.B., Shand P.J., (2003,c), “Goat meat production: Present status and future possibilities”. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16, 1842-1852.
40. Dhanda J.S., Taylor D.G., McCosker J.E. , Murray, P.J., (1999 a).“The influence of goat genotype on the production of Capretto and Chevon carcasses. 3. Dissected carcass composition”. *Meat Sci.* 52, 369–374.
41. Dhanda J.S., Taylor D.G., Murray P.J., McCosker J.E. (1999,b) , “The influence of goat genotype on the production of Capretto and Chevon carcasses. 4. Chemical composition of muscle and fatty acid profiles of adipose tissue” . *Meat Science* 52 375-379.
42. Dhanda J.S., Taylor D.G., McCosker J.E. , Murray, P.J., (1999 c).“The influence of goat genotype on the production of Capretto and Chevon carcasses. 1. Growth and carcass characteristics”. *Meat Sci.* 52, 355-361.
43. Ding W., Kou L., Cao B., Wei Y. (2010) “ Meat quality parameters of descendants by grading hybridization of Boer goat and Guanzhong Dairy goat” , *Meat Science* 84 323–3.
44. Dikeman, M.E., 1996. The relationship of animal leanness to meat tenderness. *Recipr. Meat Conf. Proc.* 49, 87–101.
45. D.M. 21 settembre 2005 -“ Disciplina della produzione e della vendita di taluni prodotti di salumeria
46. Duggan C., Gannon J., Walker W.A., (2002) “ Protective nutrients and functional foods for the gastrointestinal tract”. *Am. J. Clin. Nutr.* 75, 789–808.
47. Dutch Livestock Export Association- Ufficio Olandese Esportazione Bestiame. Sito Internet: <http://www.bnve.nl/>

48. EFSA (2010), “Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol” EFSA Journal; 8(3):1461
49. Eurostat (2008) Data in focus 28/2008 - “EU cattle, pigs, sheep and goats: monthly slaughter statistics in 2008” - Issue number 15/ 2009.
50. Eurostat (2008) Statistics in focus 67/2008- “EU sheep and goat population in December 2007 and production forecasts for 2008”.
51. Eurostat (2003) Statistics in focus 13/2003 “December 2002 Survey of Sheep and Goat Populations and Production Forecasts for 2003”.
52. FAO (2001) Food and Agriculture Organization Statistical Database. <http://apps.fao.org/default.htm>. Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome, Italy.
53. FAO (2007), “The State of the World’s Animal Genetic Resources for Food and Agriculture” .edited by Barbara Rischkowsky & Dafydd Pilling, Roma.
54. Faustman C., Cassens R.G., (1990) “The biochemical basis of discoloration in fresh meat: a review” J. Muscle Food 1, 127–243.
55. Fratianni F. Sada A., Orlando P., Nazzaro F. (2008). “Micro-Electrophoretic Study of the Sarcoplasmic Fraction in the Dry-Cured Goat Raw Ham”. The Open Food Science Journal, 2, 89-94.
56. French P., O’Riordan E.G., Monahan F. et al. (2003) - Fatty acid composition of intra-muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. Liv. Prod. Sci., 81, 307-317.
57. French, P., Stanton, C., Lawless, F., O\_Riordan, E. G., Monahan, F. J., Caffrey, P. J., et al. (2000). Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. Journal of Animal Science, 78, 2849–2855.
58. Flores M., Aristoy M.C., F. Toldrá, (1996) “HPLC purification and characterization of soluble alanine aminopeptidase from porcine skeletal muscle” Journal of Agricultural and Food Chemistry 44, pp. 2578–2583.
59. Galal, S., 2005. Biodiversity in goats. Small Rumin. Res. 60, 75–81.
60. Gambacorta E., Palazzo M., Perna A., Gambacorta M., Freschi P., Cappuccio A. (2005). “Efficienza produttiva in allevamenti caprini ecocompatibili: II la carne”. Atti del 13° Congresso internazionale Fe.Me.S.P.Rum, Bari
61. Gandemer G. (2002) , “ Lipids in muscles and adipose tissues, changes during processing and sensory properties of meat products”. Meat Science 62 (3), pp. 309–321.

62. García, I., Díez, V., Zumalacárregui, J.M., (1998). Changes in nitrogen fractions and free aminoacids during the ripening of Spanish dried beef “cecina”. *Journal of Muscle Foods* 9, pp. 257–266.
63. García-Garrido J.A. , Quiles-Zafra R., Tapiador J., Luque de Castro M.D. (2000) , “Activity of cathepsin B, D, H and L in Spanish dry-cured ham of normal and defective texture”. *Meat Science* 56 1-6.
64. Garrido R., Gómez M., Franco I. Carballo. J. (2009), “Lipolytic and oxidative changes during the manufacture of dry-cured lacón. Effect of the time of salting”. *Grasas y Aceites*, 60 (3), Special Issue, 255-261.
65. Gibb M.J., Cook J.E., Treacher T.T. (1993). “Performance of British Saanen, Boer × British Saanen and Anglo-Nubian castrate male kids from 8 weeks to slaughter at 28, 33 or 38 kg live weight”. *Anim. Prod.* 57, 263–271.
66. Ghinelli I. (1985). *Le Carni conservate. Laboratori di carne. Vol. II parte speciale.* Piccin,.
67. Griffin C.L., Orcutt M.W., Riley R.R., Smith G.C., Savell J.W., Shelton M., (1992). Evaluation of the palatability of lamb, mutton and chevon by sensory panels of various cultural backgrounds. *Small Ruminant Research* 8, 67–74.
68. Haenlein G. F. W. (2004), “Goat milk in human nutrition” *Small Ruminant Research* Volume 51, Issue 2.
69. Hatziminaoglou Y., Boyazoglu J., (2004), “The goat in ancient civilisations: from the Fertile Crescent to the Aegean Sea”, *Small Ruminant Research* 51 123– 129).
70. Hogg B. W., Mercer G.J.K., Mortimer B. J., Kirton A. H., Duganzich. D. (1992). Carcass and meat quality attributes of commercial goats in New Zealand. *Small Ruminant Research* 8:243
71. Huff E.J., Parrish F. (1993), "Bovine longissimus muscle tenderness as affected by post-mortem aging time, animal age and sex", *Journal of Food Science* -Volume: 58, pp. 713-716.
72. Ip M.M., Masso-Welch P.A., Ip. C., 2003. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia*, 8:103–118.
73. Jahreis G., Fritsche J., Steinhart H., 1997. Conjugated linoleic acid in milk fat: high variation depending on production system. *Nutr. Res.* 17, 1479-1484.
74. Jay J.M., Loessner J. M., Golden D. A . “*Microbiologia degli alimenti*” .Edit. Springer, 2009.

75. Jiménez-Colmenero F., Ventanas J., Toldrá F. "Nutritional composition of dry-cured ham and its role in a healthy diet" *Meat Science* 84 (2010) 585–593).
76. Joo S. T., Kauffmann R. G., Kim B. C., Park G. B. (1999). The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. *Meat Science*, 52, 291–297.
77. Johnson D. D., Eastredges J. S., Neubauer D. R., McGowan C. H. (1995) "Effect of sex class on nutrient content of meat from young goat" *Journal of animal science* 73,296-301.
78. Johnson D. D., McGowan C. H. (1998) "Diet/management effects on carcass attributes and meat quality of young goats". *Small Ruminant Research*, 28, 93–98.
79. Yamanaka, H., Akimoto, M., Sameshima, T., Arihara, K., & Itoh, M. (2005). "Effects of bacterial strains on the development of the ripening flavor of cured pork loins". *Animal Science Journal*, 76, 499–506.
80. Kannan G., Kouakou B., Terrill T.H., Gelaye S., Amoah E.A., (2003). "Endocrine, blood metabolite, and meat quality changes in goats as influenced by short term pre-slaughter stress". *J. Anim. Sci.* 81, 1499–1507.
81. Kannan G., Terrill T.H. , Kouakou B., Gelaye S., Amoah E.A.(2002). "Simulated pre-slaughter holding and isolation effects on stress responses and live weight shrinkage in meat goats". *J. Anim.Sci.* 80, 1771–1780.
82. Kropf D.H., (1980) "Effects of retail display conditions on meat color". *Proc. Recip. Meat Conf.* 33, 15–32.
83. Kubow S. (1990) Toxicity of dietary lipid peroxidation products. *Trends in Food Science and Technology*, 1, Sept., 67-71.
84. Lund B.M., Baird-Parker T.C., Gould G.W. (2000) "The microbiological safety and quality of food". Vol I ,389-419.
85. Landeta G., Delas Rivas B., Carrascosa A.V., Muñoz R. (2007). "Screening of biogenic amine production by coagulase-negative staphylococci isolated during industrial Spanish dry-cured ham processed". *Meat Science*, 77: 556–561.
86. Lanza A., Biondi L. (1990) "Miglioramento e valutazione della qualità della carne negli ovi-caprini". *Atti del II Simposio Internazionale : "Nuove prospettive della ricerca sugli ovi-caprini."*, Varese-Ville Ponti, 129-170.
87. Lee J.H., Kannan G., Eega K.R., Kouakou B., Getz W.R. (2008). "Nutritional and quality characteristics of meat from goats and lambs finished under identical dietary regime" *Small Ruminant Research* 74, 255–259.

88. Ligios S., Carta A., Bitti P.L., Tuveri I., (2004) “Description of goat farming systems in Sardinia and the evaluation of genetic improvement strategies”. *Options Méditerr.*, A 61, 97– 104.
89. Lindahl G., Lundstrom K., Tornberg E. (2001). “Contribution of pigment content, myoglobin forms and internal reflectance to the colour of pork loin and ham from pure breed pigs” *Meat Science* 59-141–151.
90. Luikart G., Gielly L., Excoffier L., Vigne J.D., Bouvet J., Taberlet P., (2001), “Multiple maternal origins and weak phylogeographic structure in domestic goats”. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 98 (10), 5927– 5932.
91. Macciotta N.P.P., Cappio-Borlino A., Steri, R. Pulina, G. Brandano, P., (2002). “ Somatic variability of Sarda goat breed analysed by multivariate methods”. *Livest. Prod. Sci.* 75 (1), 51– 58.
92. Madruga M. S., Elmore J. S., Dodson A. T., Mottram D. . (2009) “Volatile flavour profile of goat meat extracted by three widely used techniques”. *Food Chem* 115, 1081–1087.
93. Manicardi N. (2004), “La capra, un po’ diavolo e un po’ Dio”. *Eurocarni* Numero 8.
94. Marinova P., Banskalieva V., Alexandrov S., Tzvetkova V., Stanchev H.(2001) “Carcass composition and meat quality of kids fed sunflower oil supplemented diet”. *Small Ruminant Research*, 42, 219–227.
95. Martín L., Córdoba J. J., Ventanas, J., Antequera T. (1999),”Changes in intramuscular lipids during ripening of Iberian dry-cured ham”. *Meat Science*, 51(2), 129–134.
97. Marra AI, Salgado A, Prieto B, Carballo J. (1999) “Biochemical characteristics of dry-cured lacón”. *Food Chem.* 67, 33-37.
98. Mason I.L. (1984), “Evolution of Domesticated Animals ”. Longman, London, UK, 452 pp.
99. Matassino, D. (1996), “L'animale autoctono quale bene culturale. Atti Conv. “Ruolo del germoplasma animale autoctono nella salvaguardia del territorio”. Bari. *Terra Pugliese*, 45 (11-12).
100. Mazzette R., De Santis E.P.L., Coppa G., Meloni D., Colleo M., Cosseddu A.M. (2005 a), “Microbiological and chemical-physical parameters during the processing of a typical dry ham from Sarda sheep breed (Italy)”. *Proceedings of the international congress Intradfood-innovations in traditional foods. Valencia-Spain* pp. 609-612 ISBN 84-9705-880-1.

101. Mazzette R., Meloni D., De Santis E.P.L., Santercole V., Scarano C., Cosseddu A.M. (2005,b), "Characterization of Sarda sheep carcasses used in the processing of meat products". *Veterinary Research Communications*, 29 (Suppl. 2), 335-338.
102. Mazzette R., Meloni D., De Santis E.P.L., Santercole V., Scarano C., Cosseddu A.M. (2004) - Valutazione di carcasse di ovini adulti di razza sarda destinate alla trasformazione in prodotti di salumeria. *Atti LVIII Convegno Nazionale della Società Italiana delle Scienze Veterinarie*, Grado, Palazzo dei congressi, 23-25 Settembre, ISSN 1825-4454.
103. Ménissier F., Renand G., Colleau J. J., Gaillard J. (1986): «Amélioration génétique de la production de viande bovine: orientations, objectifs et méthodes de selection des aptitudes bouchères ». In « Production de viande bovine », INRA, Paris, 101-146.
104. McGuire M.A., McGuire M.K., Ritzenthaler K., Shultz T.D., 1999. Dietary sources and intakes in humans, in *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*. Vol. 1. Ed. Yurawecz M.P, Mossoba M.M., Kramer J.K. G., Paria M.W., Nelson G.J., AOCs Press, Champaign, IL.
105. McMillin K. W., Brock A. P.(2005), "Production practices and processing for value-added goat meat" *J. Anim. Sci.* 2005. 83:E57-E68
106. Millenium Assessment, MA- (2005), "Ecosystems and Human Well-being: Opportunities and Challenges for Business and Industry" *Millennium Ecosystem Assessment/World Resources Institute*,. Washington, DC
107. Ministero dell'Ambiente (2010), "La Strategia Nazionale per la Biodiversità: un percorso condiviso e partecipato".
108. Ministero delle politiche agricole e forestali (2008), "Piano Nazionale sulla Biodiversità di Interesse Agricolo". Dipartimento delle politiche di sviluppo, Direzione generale dello sviluppo rurale.
109. Molinero F. S.(2003) "Modificaciones tecnológicas para mejorar la seguridad y calidad del Jamón Curado ". *Tesis Doctoral Universitat de Girona*
110. Molly K., Demeyer D., Johansson G., Raemaekers M.,Ghistelinck M., Geenen I. (1997). "The importance of meat enzymes in ripening and flavour generation in dry fermented sausages". *First results of a European project. Food Chemistry*, 54(4),539–545.
111. Monin G., Hortos M., Diaz I., Rock E., Garcia-Regueiro J. A. (2003). "Lipolysis and lipid oxidation during chilled storage of meat from Large White and Pie'train pigs". *Meat Science*, 64, 7–12.

112. Morand-Fehr P., Boutonnet J.P., Devendra C. , Dubeuf J.P., Haenlein G.F.W., Holst P., Mowlem L., Capote J. (2004) “Strategy for goat farming in the 21st century”. *Small Ruminant Research* 51, 175–183.
113. Morrissey P.A., Sheehy P.J.A., Galvin K., Kerry J.P., Buckley D.J. (1998) “Lipid stability in meat and meat products”. *Meat Science*, 49: S73-S86.
114. Morali L. (2008) “Il punto di vista dell'allevatore: latte e formaggi di capra da fattoria”. *Supplemento Large Animal Review*,14.
115. Morand-Fehr P., Boutonnet J.P., Devendra C. , Dubeuf J.P., Haenlein G.F.W., Holst P., Mowlem L., Capote J. (2004) “Strategy for goat farming in the 21st century”. *Small Ruminant Research* 51, 175–183.
116. Morrissey P.A., Sheehy P.J.A., Galvin K., Kerry J.P., Buckley D.J. (1998) “Lipid stability in meat and meat products”. *Meat Science*, 49: S73-S86.
117. Motilva M. J., Toldrà F., Nieto P., Flores J. (1993). “Muscle lipolysis phenomena in the processing of dry-cured ham”. *Food Chemistry*, 48, 121–125.
118. Motilva M. J., Toldrà F. (1993,b). “Effect of curing agents and water activity on pork muscle and adipose subcutaneous tissue lipolytic activity”. *Zeitschriftur Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*,196, 228–232.
119. Naude R.T., Hofmeyr H.S. (1981). Meat production. In C. Gall (Ed.), *Goat production* (pp. 285–307). London: Academic Press.
120. Norme tecniche Allegate al Disciplinary del Libro Genealogico della Specie Caprina, 2002.
121. Okeudo N.J., Moss B.W. (2005). “Interrelationships amongst carcass and meat quality characteristics of sheep”, *Meat Science* 69, 1–8.
122. Oman J. S., Waldron D. F., Griffin D. B., Savell J. W (2000). “Carcass traits and retail display-life of chops from different goat breed types”. *Journal of Animal Science*, 78, 1262–1266.
123. Park Y. W., Washington A. C. (1993), “Fatty acid composition of goat organ and muscle meat of Alpine and Nubian breeds”, *J. Food Sci.* 58:246.
124. Paleari M. A., Moretti V. M., Beretta G., Caprino F. (2008) “Chemical parameters, fatty acids and volatile compounds of salted and ripened goat thigh”. *Small Ruminant Research*, 74 140–148.
125. Panella F., Morbidini L.,Sarti F.M., Sarti D.M. (1995) “Caratteristiche delle carcasse e qualità delle carni ovine, con particolare riferimento alla razza merinizzata” *Atti del Convegno: "L'allevamento ovino e caprino in Basilicata:*

- orientamento, attività selettive e patologie", Latronico (PZ), 14 dicembre: 41-70.
126. Paniangvait P., King A.J., Jones A.D., German B.G.(1995). "Cholesterol oxides in foods of animal origin". *Journal of Food Science*, 60, n. 6, 1159-1174.
127. Portolano N. (1987). *Pecore e capre Italiane*. ED. Ed agricole, Bologna, 1-336.
128. Pike M.I., Smith G.C., Carpenter Z.L., Shelton M., (1973). "Effects of maturity and fatness on the palatability of goat meat". *J. Anim. Sci.* 37 (269).
129. Piedrafita J., Quintanilla R., Sañudo C., Olleta J.L., Campo M.M. , Panea B. et al. (2003), "Carcass quality of 10 beef cattle breeds of the Southwest of Europe in their typical production system", *Livestock Production Science* 82 pp. 1–13.
130. Rico E., Toldra F., Flores J. (1990) "Activity of cathepsin D as affected by chemical and physical dry-curing parameters". *Zeitschrift fuer Lebensmittel Untersuchung und Forschung* 191 (1): 20-23.
131. Regolamento (CE) N. 870/2004 del Consiglio del 24 aprile 2004 – che istituisce un programma comunitario concernente la conservazione, la caratterizzazione, la raccolta e l'utilizzazione delle risorse genetiche in agricoltura e che abroga il regolamento (CE) n. 1497/94.
132. Regolamento (CE) N. 1698/2005 -Regione Autonoma della Sardegna, Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013, Allegato 8: Schede descrittive delle razze locali minacciate di abbandono.
133. Regolamento CE n. 510/2006 del Consiglio del 20 marzo 2006. "Elenco delle denominazioni italiane, iscritte nel Registro delle denominazioni di origine protette e delle indicazioni geografiche protette".
134. Regolamento (CE) n. 22/2008 della commissione dell'11 gennaio 2008 recante modalità di applicazione della tabella comunitaria di classificazione delle carcasse di ovini.
135. Rhee K.S., Meyers C.E., Waldron D.F.(2003), "Consumer sensory evaluation of plain and seasoned goat meat and beef products". *Meat Sci.* 65, 785–789.

136. Roets, M., Kirsten, J.F., (2005), "Commercialisation of goat production in South Africa", *Small Rumin. Res.* 60, 187–195.
137. Rodríguez M., Núñez F., Córdoba J.J., Sanabria C., Bermúdeza E., Asensio M.A.(1994). "Characterization of Staphylococcus spp. and Micrococcus spp. isolated from Iberian ham throughout the ripening process". *International Journal of Food Microbiology - Vol 24, Issues 1-2, Pages 329-335.*
138. Rose DP, Connolly JM (1999)"Omega-3 fatty acids as cancer chemopreventive Agents". *Pharmacol. Ther.*; 83: 217- 244.
139. Rosell C. M., Toldra F. (1998). "Comparison of muscle proteolytic enzyme levels in raw hams from Iberian and white pigs", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76, 117–122.
140. Rubino R., Morand-Fehr P., Sepe L., (2004) - Atlas of Goat Product: a wide international inventory of whatever things the goat can give us.
141. Rubino R., Morand-Fehr P., Renieri C., Peraza C., Sarti F.M. (1999) Typical products of the small ruminant sector and the factors affecting their quality. *Small Ruminant Research*, 34: 289-302.
142. Ruiz de Huidobro F., Miguel E., Onega E., Blázquez B., (2003), "Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first 6 days post mortem". *Meat Science*, Volume:65, 4, pp 1439-1446.
143. Ruiz-Carrascal J., Ventanas J., Cava R., Andrés A.I., García C. (2000). "Texture and appearance of dry cured ham as affected by fat content and fatty acid composition." *Food Research International* 33, 91-95.
144. Ruiz-Ramírez J., Serra X., Arnau J., Gou P. (2005). "Profiles of water content, water activity and texture in crusted dry-cured loin and in non-crusted dry-cured loin". *Meat Science*, 69, 519–525.
145. Rutherford S.M., Moughan P.J., Lowry D., Prosser C.G. (2008), "Amino acid composition determined using multiple hydrolysis times for three goat milk formulations". *Int. J. Food Sci. Nutr.* 59, 679–690.
146. Sañudo C., Santolaria M.P., María G., Osorio M., Sierra I. (1996) "Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production system". *Meat Science*, 42: 195-202.
147. Sheridan R., Hoffman L. C., Ferreira A. V (2003) "Meat quality of Boer goat kids and Mutton Merino lambs 2. Sensory meat evaluation". *Animal Science* 76:73-79

148. Scherf B.D. (2000), World Watch List of Domestic Animal Diversity, third ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, p. 726.
149. Schonfeldt H.C., Naude R.T., Bok W., van Heerden S.M., Smit R., Boshoff E., (1993a) “Flavour and tenderness related quality characteristics of goat and sheep meat”. *Meat Sci.* 34, 363–379.
150. Schonfeldt H.C., Naude R.T., Bok W., van Heerden S.M., Swoden L., Boshoff E., (1993b). “Cooking and juiciness related quality characteristics of goat and sheep meat”. *Meat Sci.* 34, 381–394.
151. Sebsibe A., Casey N.H, van Niekerk W.A., Tegegne A., Coertze R.J. (2007), “Growth performance and carcass characteristics of three Ethiopian goat breeds fed grainless diets varying in concentrate to roughage ratios”, *South African Journal of Animal Science* 2007, 37-4.
152. Sechi T., Usai M.G., Miari S., Mura L., Casu S., Carta A.(2007), “ Identifying native animals in crossbred populations: the case of the Sardinian goat population”. *Animal Genetics*, Vol. 38, pag. 614–620.
153. Sen A.R., Santra A., Karim S.A.(2004) “Carcass yield, composition and meat quality attributes of sheep and goat under semiarid conditions”, *Meat Science*. Volume 66, Issue 4, Pages 757-763.
154. Shingfield K.J., Chilliard Y., Toivonen V., Kairenius P., Givens D.I. (2008) , “Trans fatty acids and bioactive lipids in milk”. *Adv. Exp. Med. Biol.* 606, 3–65.
155. Silanikove N., Leitnerb G., Merinc U., Prosserd C.G. (2010), “Recent advances in exploiting goat’s milk: Quality, safety and production aspects”. *Small Ruminant Research* 89, 110–124.
156. Simela L.,Webb E.C., Frylinck L., (2004). “Post-mortem metabolic status, pH and temperature of chevon from South African indigenous goats slaughtered under commercial conditions”. *S. Afr. J.Anim. Sci.* 34 (1), 204–207
157. Simopoulos AP (2001) “n-3 Fatty Acids and Human Health: Defining Strategies for Public Policy” *Lipids*, Vol. 36, Supplement, S83 e S89.
158. Smith G.C., Carpenter Z.L., Shelton M., (1978). “Effects of age and quality level on the palatability of goat meat”. *J. Anim. Sci.* 46,1229–1235.

159. Soncini G., Scari A., Valnegri L. (2006) “Valutazione della qualità igienico-sanitaria di un prodotto di nicchia: il Violino di capra”. Atti XVI convegno AIVI, pag 335-336.
160. Soncini G., Valnegri L. (2005) Valutazione della qualità igienico-sanitaria di un prodotto di nicchia: il Violino di pecora”.
161. Sturaro E., L. Gallo, M. Noventa, P. Carnier (2008). “The genetic relationship between enzymatic activity of cathepsin B and firmness of dry-cured hams *Meat Science* 79 375–381.
162. Tshabalala P.A., Strydom P.E., Webb, E.C. deKock, H.L. (2003), “Meat quality of designated South African indigenous goat and sheep breeds”. *Meat Sci.* 65, 563–570.
163. Teh T.H., (1992). Establishing a Goat Meat Industry Fact Sheet. E (Kika) de la Garza Institute for Goat Research, Langston University, Oklahoma, 5 pp.
164. Todaro, M., Corrao, A., Barone, C. M. A., Schinelli, R., Occidente, M., & Giaccone, P. (2002). “The influence of age at slaughter and litter size on some quality traits of kid meat”. *Small Ruminant Research*, 44, 75-80.
165. Toldrà F. (2006) .“The role of muscle enzymes in dry-cured meat products with different drying conditions” . *Trends in Food Science & Technology* 17-164–168.
166. Toldrà F. (2004 ). “Ethnic meat products: Mediterranean”. In W. Jensen, C. Devine, & M. Dikemann (Eds.), *Encyclopedia of meat sciences* (pp. 451–453). London, UK: Elsevier Science Ltd.
167. Toldrà F. ,(2002). *Dry-cured meat products*. Food & Nutrition Press, CT.
168. Toldrà F., Aristoy M. C., Flores M. (2000). “Contribution of muscle aminopeptidases to flavor development in dry-cured ham”. *Food Research International*, 33, 181–185.
169. Toldrà F, Rico E., Flores J. (1993). “Cathepsin B, D, H and L activities in the processing of dry-cured ham”. *J. Sci. Food Agric.* 62 (2): 157-161.
170. Toldrà, F., Etherington, D.J. (1988). Examinations of cathepsines B, D, H and L activities in dry-cured hams. *Meat Sci.* 23 (1): 1-7.
171. Usai, M.G., Sechi, T., Ligios, S., Carta, A., (2004) “Survey on the goat farming system in Sardinia”. In: *Proc. XVI Congresso Nazionale S.I.P.A.O.C.* Siena, p. 333.

172. Usai M.G., Casu S., Molle G., Decandia M., Ligios S. & Carta A.(2006) “Using cluster analysis to characterize the goat farming system in Sardinia”. *Livestock Science* 104, 63–76.
173. Vergara H., Gallego L. (1999) “Effect of the suckling and length of lactation period on carcass and meat quality in intensive lamb production systems ”. *Meat Science*, 53: 211-215.
174. Vestegaard C. S., Schivazappa C., Virgili R. (2000). “Lipolysis in dry cured ham maturation”. *Meat Science*, 55, 1–5.
175. Webb E.C., Casey N.H., Simela L., (2005) “Goat meat quality”. *Small Ruminant Research* 60 153–166.
176. World Watch Institute (2005), “State of the World 2005, Sicurezza Globale”; Edizioni Ambiente, Milano.
177. Wurzinger M., Iniguez L., Zaklouta M., Hilali M., Solkner J., (2008), “The Syrian Jabali goat and its production system”. *J. Arid Environ.* 72,384–391
178. Yurawecz M.P., Mossoba M.M., Kramer J.K.G., Pariza M.W. Nelson G.J., 1999. *Advances in Conjugated Linoleic Acid Reserch*, 1nd, AOCS Press, USA, 23: 215-223.
179. Zeuner, E.F., (1963), “A History of Domesticated Animals”. Harper& Row, New York, NY, 560 pp.
180. Zecca F. (2006), “Strategie e politiche nelle relazioni tra agricoltura e biodiversità”, *Silvae - Anno II n. 6*
181. <http://www.assonapa.com> (ottobre 2010)
182. <http://www.eea.europa.eu>
183. <http://www.minambiente.it/>
184. <http://www.agri.istat.it>
185. <http://statistiche.izs.it>
186. <http://ec.europa.eu/eurostat/>

# INDICE

<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>RASSEGNA BIBLIOGRAFICA</b>	<b>6</b>
<i>Salvaguardia della Biodiversità</i> .....	<b>6</b>
<i>Tutela della biodiversità e sostenibilità degli allevamenti e delle produzioni alimentari</i> .....	<b>10</b>
<i>L'allevamento caprino: storia, i numeri a livello mondiale, europeo, nazionale</i> .....	<b>16</b>
<i>La capra in Sardegna: razze allevate, produzioni, importanza economica</i> .....	<b>21</b>
<i>La filiera della carne di capra nel mondo: produzioni e consumo</i> .....	<b>31</b>
<i>Il "prosciutto crudo stagionato"</i> .....	<b>47</b>
<i>Il "Violino di capra"</i> .....	<b>59</b>
<b>SCOPO E PIANO DELLA RICERCA</b>	<b>66</b>
<b>DISEGNO SPERIMENTALE</b>	<b>69</b>
<b>ATTIVITA' SVOLTE IN ALLEVAMENTO</b> .....	<b>70</b>
<b>RISULTATI E DISCUSSIONE</b> .....	<b>107</b>
<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>	<b>146</b>
<b>TABELLE</b>	<b>151</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>160</b>